

---

# **Valoración de Servicios Ecosistémicos en Sistemas Productivos**

de Belén de Los Andaquíes, Caquetá

---

Pardo Rozo, Yelly Yamparli

Valoración de Servicios Ecosistémicos de Sistemas Productivos en Belén de los Andaquíes, Caquetá / Yelly Yamparli Pardo Rozo, Parcival Peña Torres, José Alfredo Orjuela Cháves, Florencia, Caquetá, 2018.

102 p.; 35 cm.

ISBN 978-958-5484-03-0

CEP-Banco de la República- Biblioteca Luis Ángel Arango



**Valoración de Servicios ecosistémicos de Sistemas Productivos en Belén de los Andaquíes, Caquetá 2018**

© Universidad de la Amazonia

© Autores: Yelly Yamparli Pardo Rozo, Parcival Peña Torres, Jose Alfredo Orjuela Cháves

Primera Edición: Octubre 2018

Florencia - Caqueta, Colombia - 2018

ISBN 978-958-5484-03-0

© Universidad de la Amazonía

Sede Principal Calle 17 Diagonal 17 con Carrera 3F - Barrio Porvenir

Teléfono: (+57) 8 4366160

ISBN 978-958-5484-03-0

**Autores:** Yelly Yamparli Pardo Rozo, Parcival Peña Torres, Jose Alfredo Orjuela Cháves

**Diagramación:**

Artes Gráficas del Valle S.A.S

Primera Edición: 300 Ejemplares

Florencia - Caqueta, Colombia - Septiembre 2018

Impreso en los talleres gráficos

de Artes Gráficas del Valle S.A.S

Calle 14 No 50 - 96

Tel: 3332742 - 3827503

[www.artesgraficasdelvalle.com](http://www.artesgraficasdelvalle.com)

Cali - Colombia

La responsabilidad de los textos contenidos en esta publicación  
es exclusiva de(l) (os) autor(es).

Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio fotográfico o digital,  
incluyendo las lecturas universitarias, sin previa autorización de(l) (os) autor(es).

---

# Valoración de Servicios Ecosistémicos en Sistemas Productivos

de Belén de Los Andaquíes, Caquetá

---

## **Autores:**

Yelly Yamparli Pardo Rozo  
Parcival Peña Torres  
José Alfredo Orjuela Cháves





## TABLA DE CONTENIDO

<b>Introducción</b> .....	13
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>1. FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	15
1.1 Planteamiento del problema.....	15
1.2 Justificación.....	18
1.3 Revisión literaria.....	20
1.3.1 Valoración de Servicios Ecosistemicos SE.....	20
1.3.2 Valoración Económica Ambiental.....	22
1.3.3 Costo de oportunidad.....	25
1.3.4 Medidas económica: la disponibilidad a pagar (total y marginal).....	26
1.3.5 Metodologías para la determinación de secuestro de carbono.....	28
1.3.6 Estado del arte.....	29
1.4 Objetivos de la investigación.....	32
1.5 Metodología de la investigación.....	32
1.5.1 Tipo de investigación.....	32
1.5.2 Fuentes de información.....	32
1.5.3 Localización de área de estudio.....	33
1.5.4 Población y la muestra.....	35
1.5.5 Estimación de Carbono mediante el uso de modelos alométricos.....	35
1.5.6 Modelos econométricos propuestos.....	36

## **CAPITULO II**

### **ESTUDIOS DE VALORACIÓN ECONÓMICA Y AMBIENTAL EN SISTEMAS AGROPECUARIOS EN BELEN DE LOS**

<b>ANDAQUÍES.....</b>	<b>45</b>
2.1 Caracterización de Sistemas Agropecuarios de Belén de los Andaquíes, Caquetá.....	47
2.2 Propensión marginal al consumo en sistemas agropecuarios de Belén de los Andaquíes en Caquetá.....	75
2.3 Determinación de las necesidades básicas insatisfechas en la población rural.....	93
2.4 Carbono almacenado en árboles dispersos en pasturas de sistemas productivos en Belén de los Andaquíes, Caquetá.....	103
2.5 Huella de Carbono preliminar de sistemas de producción de caucho ( <i>Hevea brasiliensis</i> ) en el departamento del Caquetá, Colombia.....	119
2.6 Estimación de la disponibilidad a pagar por servicios Ecosistémicos en los sistemas productivos del municipio de Belén de los Andaquíes.....	131
2.7 Valoración económica de coberturas en predios agropecuarios de Belén de los Andaquíes, Caquetá.....	161
2.8 Sistematización de la escuela de campo dirigida a los productores y propietarios de las tierras de Belén de los Andaquíes.....	175
2.9 Conclusiones y recomendaciones.....	187
 Autores.....	 189

## LISTADO DE TABLAS Y FIGURAS

Figura 1 Ejemplo de curva de la demanda.....	27
Figura 2 Ubicación municipio de Belén de los Andaquíes, Caquetá.....	33
Figura 3 Zona de Influencia de la quebrada la Mono, Belén de los Andaquíes, Caquetá.....	34
Tabla 1 Veredas de la zona rural en Belén.....	52
Tabla 2 Parámetros de la variable Ingresos mensuales del Jefe de Hogar.....	53
Tabla 3 Ingresos mensuales diferentes de la actividad agropecuaria.....	53
Tabla 4 Ingresos mensuales del jefe de hogar.....	54
Tabla 5 Tamaño de la finca en hectáreas.....	54
Tabla 6 Precio de compra de la Finca.....	55
Tabla 7 Precio de compra por hectárea.....	55
Tabla 8 Cobertura en bosques de las fincas.....	55
Tabla 9 Distancia al centro poblado en tiempo.....	56
Tabla 10 Disponibilidad de agua y fuentes hídricas en el hogar.....	57
Tabla 11 Disponibilidad de agua en el predio en periodos de sequía.....	57
Tabla 12 Número de ha deforestadas en el predio.....	58
Tabla 13 Siembra anual en el predio de árboles en hectáreas.....	58
Tabla 14 Participación del productor en proyectos productivos.....	59
Tabla 15 Conocimiento del productor de problemas ambientales en la actividad agropecuaria.....	59
Tabla 16 Conocimiento de los productores sobre la definición de servicios ecosistémicos.....	59
Tabla 17 Conocimiento de los productores sobre la Importancia sobre los Servicios Ecosistémicos.....	60
Tabla 18 Conocimiento del productor sobre los servicios ecosistémicos en sus tierras.....	60
Tabla 19 Conocimiento del productor sobre el calentamiento global.....	60
Tabla 20 Conocimiento del productor sobre el Almacenamiento de Carbono...	61
Tabla 21 Conocimiento de la importancia del servicio ecosistémico almacenamiento de carbono.....	61
Tabla 22 Apreciación del productor sobre una disponibilidad a aceptar DAA por un PSA por almacenamiento de carbono.....	61

Tabla 23	Valor de la Disponibilidad a aceptar mensual del productor por hectárea por el servicio ecosistémico almacenamiento de carbono...	62
Tabla 24	Disposición a aceptar mensual por un PSA por almacenamiento de carbono por una ha.....	62
Tabla 25	Participación del productor en un programa de Pagos por Servicios Ambientales.....	63
Tabla 26	Motivaciones de los productores para participar en un PSA.....	63
Tabla 27	Tamaño de las fincas de la muestra.....	64
Tabla 28	Listado de plantas identificadas por los productores.....	65
Figura 4	Número de individuos por familia.....	68
Tabla 29	Especies de plantas amenazadas del municipio de Belén de los Andaquies (LC en preocupación menor; CR en peligro crítico; EN en peligro; CR en peligro crítico y VU vulnerable).....	68
Tabla 30	Valores de la disponibilidad a aceptar de productores y propietarios..	70
Figura 5	Dendograma.....	71
Tabla 31	Tipificación de predios en sistemas productivos de Belén de los Andaquíes.....	71
Figura 6	Función de gasto respecto del ingreso.....	80
Figura 7	Comparación de la propensión marginal al consumo PMgC.....	81
Figura 8	Zona de estudio, Belén de los Andaquíes.....	83
Tabla 32	Nivel educativo de los productores.....	85
Tabla 33	Estadística descriptiva del Ingreso y gastos mensuales.....	86
Tabla 34	Modelo de regresión lineal simple al origen.....	86
Tabla 35	Modelo de regresión lineal múltiple con constante cero o regresión al origen.....	87
Figura 9	Dispersión de los datos reales y la recta estimada para gasto.....	87
Figura 10	Material de las paredes de la vivienda.....	97
Figura 11	Material del piso de la vivienda.....	98
Figura 12	Material del techo de la vivienda.....	98
Figura 13	Nivel de Escolaridad del jefe de hogar.....	99
Figura 14	Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas INBI.....	99
Figura 15	Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas INBI desagregado.....	100
Tabla 36	Modelos alométricos empleados de biomasa aérea Ba y biomasa de raíces BR.....	108



Tabla 37	Ecuaciones alométricas recomendadas para el cálculo de biomasa aérea $B_a$ (kg) en bosques colombianos.....	109
Tabla 38	Clasificación de fincas por extensión en hectáreas ( $n$ = número de predios).....	111
Tabla 39	Biomasa total de árboles en pastos BT, Carbono almacenado CA y Carbono Equivalente $CO_2$ (kilogramos por hectárea $kg\ ha^{-1}$ , diámetro altura pecho $D_{ap}$ cm del Modelo 1).....	112
Tabla 40	Biomasa total de árboles en pastos BT, Carbono almacenado CA y Carbono Equivalente $CO_2$ (kilogramos por hectárea $kg\ ha^{-1}$ , diámetro altura pecho $D_{ap}$ cm del Modelo 2).....	112
Tabla 41	Uso de insumos y producción en sistemas de producción de caucho en el Departamento de Caquetá, Colombia.....	125
Tabla 42	Emisiones de GEI totales y por rubro en el manejo de plantaciones de caucho en monocultivo y SAF en el Caquetá, Colombia.....	126
Tabla 43	Tasas de fijación de carbono en biomasa total en componentes leñosos en plantaciones de caucho en monocultivo y SAF en el departamento del Caquetá, Colombia.....	126
Tabla 44	Huella de carbono en plantaciones de caucho en monocultivo y SAF en el departamento del Caquetá, Colombia.....	127
Tabla 45	Nivel educativo de la población encuestada.....	145
Tabla 46	Ingreso Mensual de la población encuestada.....	146
Tabla 47	Rango de ingresos de la muestra.....	146
Tabla 48	Interés en el proyecto de conservación.....	147
Tabla 49	Disponibilidad a pagar.....	147
Figura 16	Valores propuestos valoración contingente y la proporción de respuesta a cada valor.....	148
Tabla 50	Criterio de elección para prueba de hipótesis.....	148
Tabla 51	Promedio de las variables en hectáreas.....	150
Tabla 52	Modelo de regresión lineal para precios hedónicos.....	151
Tabla 53	Resultados de precios hedónicos modelo de regresión lineal.....	152
Tabla 54	Promedio de variables precio y coberturas en ha clasificadas por tamaño de la finca.....	167
Tabla 55	Resultados modelo de regresión.....	168
Figura 17	Presentación de los investigadores y equipo de trabajo.....	176

Figura 18 Taller práctico sobre la medición de carbono en plantaciones caucheras.....	177
Figura 19 Taller práctico sobre la medición de carbono en plantaciones caucheras.....	177
Figura 20 Taller práctico sobre la medición de carbono en plantaciones caucheras.....	178
Figura 21 Charla sobre los servicios ecosistemicos: protección de agua, almacenamiento de carbono y conservación de la biodiversidad; el impacto de los sistemas agropecuarios en el ambiente.....	179
Figura 22 Charla sobre los servicios ecosistemicos: protección de agua, almacenamiento de carbono y conservación de la biodiversidad; el impacto de los sistemas agropecuarios en el ambiente.....	180
Figura 23 Taller participativo sobre el Manejo de Cuentas en sistemas agropecuarios.....	180
Figura 24 Taller participativo sobre el Manejo de Cuentas en sistemas agropecuarios.....	181
Figura 25 Formatos empleados para el taller, Identificación de Coberturas.....	182
Figura 26 Formatos empleados para el taller, Productos de la finca: Agrícolas y forestales.....	183
Figura 27 Formatos empleados para el taller, Producción Pecuaria.....	184
Figura 28 Actividades lúdicas (concurso, juegos y premiación) sobre los temas impartidos en la comunidad.....	185
Figura 29 Actividades lúdicas (concurso, juegos y premiación) sobre los temas impartidos en la comunidad.....	185

## SIGLAS Y ABREVIATURAS

<b>GEMA:</b>	Grupo de estudios de futuro en el mundo amazónico
<b>GIADER:</b>	Grupo de Investigación en Agroforestería y Desarrollo Rural
<b>MADS:</b>	Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible
<b>t:</b>	Tonelada o toneladas
<b>ha:</b>	Hectárea o hectáreas
<b>C:</b>	Carbono
<b>ONG:</b>	Organización no gubernamental
<b>CO<sub>2</sub>:</b>	Dióxido de carbono o bióxido de carbono
<b>t ha<sup>-1</sup> :</b>	Toneladas por hectárea
<b>GEI:</b>	Gases de efecto invernadero
<b>DAP</b>	Disponibilidad a pagar
<b>DAPMg</b>	Disponibilidad a pagar marginal
<b>DAP</b>	Diametro a la altura del pecho
<b>SE</b>	Servicio Ecosistémico
<b>SA</b>	Servicios Ambientales
<b>PMgC</b>	Propensión Marginal al Consumo
<b>NBI</b>	Necesidades básicas insatisfechas
<b>INBI</b>	Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas



## INTRODUCCIÓN

Belén de los Andaquíes reconocido como municipio verde de Colombia, posee riqueza hídrica, paisajística, zona de parques naturales nacionales y municipales que lo convierten en una tierra con gran potencial ecoturístico. Los sistemas productivos han incorporado desde décadas los cultivos de caucho (*Hevea brasiliensis*), el cual ha sido uno de los principales renglones para la economía del municipio y del departamento del Caquetá, de la mano con las actividades ganaderas y agrícolas.

Sin embargo, todas las actividades agropecuarias tradicionales o convencionales en el piedemonte amazónico ostentan una gran responsabilidad en la degradación de recursos naturales y servicios ecosistémicos. Ante la problemática de cambio climático, en esta zona se vislumbra el potencial de servicios ecosistémicos (como la protección a fuentes hídricas, almacenamiento de carbono, conservación de la biodiversidad, conservación de suelos, entre otros), lo cual requiere una valoración económica que evidencie la necesidad de armonizar los ecosistemas con los sistemas productivos.

Este documento presenta los resultados del proyecto denominado “*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*” financiado y desarrollado por la Universidad de la Amazonia, el cual se enmarca en otro proyecto macro relacionado con la Valoración de la Sostenibilidad de Sistemas Agropecuarios en el piedemonte amazónico. Se emplearon diversas metodologías en respuesta a la interdisciplinariedad de ciencias y disciplinas como la economía, la agroecología, y valoración ambiental.

Se presentan tres capítulos, en el primero se encuentra el fundamento investigativo del proyecto; en el segundo se presentan los resultados mediante ocho

artículos seguido de las conclusiones y recomendaciones como resultado de la evaluación del proyecto por parte de los investigadores y de la comunidad de productores que participaron, provenientes de las veredas del municipio de Belén de los Andaquíes, entre ellas Aguadulce, La Mono, Azabache, Fragua Delicias, La Tortugo y Sánchez.

# Capítulo 1

## FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

*Yelly Yamparli Pardo Rozo  
Parcival Peña Torres  
José Alfredo Orjuela Cháves*

El departamento del Caquetá ocupa el primer puesto de deforestación en la región suramericana según lo reporta un estudio de rastreo satelital de áreas deforestadas (terra-i) desarrollado en el año 2014. Entre enero de 2004 y marzo de 2014 el área total acumulada de pérdida de bosque en el departamento del Caquetá fue de 141.150 ha, lo cual corresponde al 2.4% del bosque total del departamento de acuerdo al mapa de cobertura del suelo de Hansen et al., (2000).

Las detecciones geoespaciales permiten evidenciar la pérdida de hábitat en el Caquetá, durante el periodo comprendido entre 2004 y 2012; estos eventos se agrupan principalmente en la frontera amazónica en los municipios San Vicente del Caguán y Cartagena del Chaira, sin embargo, se han identificado detecciones considerables de áreas deforestadas más recientes (2013) que se localizan en el noroccidente del departamento. El movimiento del frente de deforestación es causado por la expansión de actividades de cambio en el uso del suelo impulsadas por los colonos que actualmente habitan la zona Etter et al., (2006).

Entre enero de 2004 y marzo de 2014 el área total acumulada de pérdida de bosque en el departamento del Caquetá fue de 141.150 ha, lo cual corresponde al 2.4 por ciento del bosque total del departamento de acuerdo al mapa de cobertura del suelo de Hansen et al., (2000). Un informe revela que los departamentos de Caquetá, Meta y Antioquia concentran el 52,7 por ciento de la deforestación del país. Caquetá, con 24,7 por ciento, es el que mayor afectación a la cobertura de bosques presenta. Esta cifra es menor a la registrada en años anteriores. Entre 2011 y 2012 se habían contabilizado 147 mil hectáreas taladas por año.

Estas prácticas afectan la sostenibilidad de los suelos y lo degradan paulatinamente. Los municipios con las áreas de mayor deforestación coincide con la frontera amazónica, lo cual explica como nuevos colonizadores talan bosque para expandir sus actividades; esto además confirma que la principal causa de la deforestación es la conversión de bosque a pasturas, tendencia que es evidente en todo el país Nepstad et al., (2013).

Lo anterior es relevante por cuanto el problema de cambio climático se debe justo a la producción y el incremento de gases de efecto invernadero (GEI), entre los que destacan: el Bióxido de Carbono ( $\text{CO}_2$ ), el Metano ( $\text{CH}_4$ ), el Óxido Nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), el Ozono ( $\text{O}_3$ ), el Bióxido de Azufre ( $\text{SO}_2$ ) y los Clorofluorocarbonos Chacón et al., (2008); se estima que el  $\text{CO}_2$  es el responsable del 71.5 por ciento del efecto invernadero Aguirre et al., (2006) asociado principalmente a la utilización indiscriminada de combustibles fósiles y a los cambios de uso del suelo.

Sin embargo, de acuerdo con Peters et al., (2013), los sistemas agropecuarios son responsables del 14 por ciento al 18 por ciento de la emisión de dichos gases, lo cual sumado al problema de deforestación, acrecienta el calentamiento global con consecuencias en la redistribución de los patrones de lluvia, sequía, vientos con la afectación a los equilibrios ecosistémicos y sus servicios ambientales, lo cual se traduce en problemas para la salud humana y los sistemas de orden social, económico y político.

El departamento del caquetá basa su economía en el sector agropecuario, comercial y de servicios, (45 por ciento y 50 por ciento respectivamente de su PIB departamental, DANE, 2015). Históricamente el modelo agropecuario se desencadena de procesos de migración de agentes provenientes de la región andina, quienes introdujeron culturalmente manejos agropecuarios de sus tierras y se incorporaron en las áreas selváticas. La experiencia contemporánea en la economía rural del Caquetá es la conversión productiva fortalecida desde comienzos de la década de los ochenta, sustentada en la producción agropecuaria lícita e ilícita del extractivismo forestal y pesquero Arcila et al., (2000).

La zona de colonización en el Caquetá está habitada por el 90 por ciento de la población del departamento (es decir, cerca de 409.958 habitantes), posee una extensión aproximada de 3'875.710 hectáreas representando el 44 por ciento del territorio caqueteño. El desarrollo de actividades económicas en los frentes de colonización forma parte de un enorme movimiento de ocupación demográfica que se presenta en la frontera agrícola, trayendo como consecuencia la reducción de selvas, bosques y el deterioro de los suelos (García et al 2002; Arcila et al, 2000). El modelo agropecuario en el proceso de colonización se caracteriza por ser extensivo y concentrador de tierra, requiere de una alta inversión inicial de mano de obra, y ha demostrado baja capacidad para generar empleo en el mediano y largo plazo (Pardo, 2005). Por ello, la movilidad en el mercado de la tierra rural



presenta tendencias a la concentración y al desplazamiento de la población hacia los frentes de colonización (García et al, 2002).

Dada la problemática anterior, el secuestro de carbono por plantaciones forestales ha sido propuesto como una medida positiva de desarrollo limpio que sirve como balance de los niveles atmosféricos de CO<sub>2</sub> Soja et al., (2007). Los contenidos de carbono en el suelo dependen de los principales factores a largo plazo relacionados con la formación del suelo, pero pueden ser fuertemente modificados degradados o mejorados por los cambios en el uso y el manejo de la tierra (López, 1998).

Existe evidencia que demuestra que las fincas ganaderas pueden aportar al secuestro de carbono mediante la implementación de sistemas agroforestales; los bosques remanentes, áreas de vegetación secundaria en regeneración, pasturas arboladas y otros usos de la tierra dedicados a labores agrícolas pueden funcionar como sumideros de carbono atmosférico Post y Kwon, 2000; Ruiz 2002, Fisher et ál., (2004). El potencial de los sistemas agroforestales (suelos y biomasa) para almacenar carbono puede variar entre 20 y 204 t ha<sup>-1</sup>, estando la mayoría de este carbono almacenado en los suelos, pudiendo incluso tener incrementos de C anual que pueden variar entre 1,8 y 5,2 t ha<sup>-1</sup> Ibrahim et ál., (2005).

El municipio de Belén de los Andaquíes posee ecosistemas que por su ubicación, tamaño, estructura y composición de la vegetación o por su valor real o potencial, representa áreas de alta diversidad florística y albergue de poblaciones de fauna silvestre que cumplen funciones reguladoras del componente hídrico. Sin embargo, debido a reducción de la cobertura vegetal a causa de la ampliación de la frontera agrícola, ganadera, los procesos de colonización y la presencia de cultivos ilícitos que ha ocasionado deterioro de los recursos naturales, demanda con urgencia medidas de protección, conservación que restauraren las áreas con ecosistemas estratégicos, como es el caso de la Microcuenca la Mono ubicada en el municipio con una extensión de 5.083 hectáreas.

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, es necesario evaluar la viabilidad socioeconómica del reconocimiento del servicio ambiental almacenamiento de carbono entre otros como el potencial de producción hídrica de la zona por parte de productores y tomadores de decisiones en la re-orientación de sistemas productivos regionales. En este sentido se hace necesario resolver la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es el costo de oportunidad de uso del suelo de los predios agropecuarios relativo al servicio ambiental de almacenamiento de carbono y su relación con la valoración de servicios ecosistémicos en la zona de microcuenca de la quebrada la Mono?

## 1.2 JUSTIFICACIÓN

De acuerdo con Forero, Pardo y Andrade et al., (2016) citando a Rojas & Guzmán, Colombia por ser un país con vocación forestal con 61 millones de hectáreas en bosque, requiere de alternativas de conservación para zonas que no están en la jurisdicción del Sistema de Parques Nacionales Naturales SPNN; por esta situación y dada la falta de gestión por parte de las entidades gubernamentales, mediante el Decreto 0953 de 2013, se reglamenta y se da obligatoriedad a la Ley 99 de 1993, donde se establecen los instrumentos económicos para que los propietarios de los predios que participen activamente en las actividades de conservación (de aquellos ecosistemas estratégicos, que han sido preservados por los habitantes de la región ancestralmente) garanticen la creación de sistemas sostenibles de producción asociados a un sentido de responsabilidad hacia las coberturas vegetales naturales por parte de los beneficiarios, permitiendo brindar un incentivo monetario y tributario a los esfuerzos por la no conversión del territorio o cambio de uso del suelo a sistemas productivos.

Conocer el costo de oportunidad de la tierra es esencial para el diseño de políticas ambientales eficientes, las cuales pueden materializarse a través de instrumentos de dos tipos: mecanismos de mando y control o los llamados instrumentos económicos, como una medida de protección y conservación de ecosistemas estratégicos asociados a la prestación de servicios ambientales como protección de los suelos, fuentes hídricas, biodiversidad, entre otros.

De acuerdo con la Fundación Tierra Viva, el Parque Municipal Natural El Portal La Mono, es un área protegida que contribuye a la mitigación del cambio climático. Como ecosistema terrestre, cumple una función significativa en el ciclo global del Dióxido de carbono, al servir de depósito y sumidero de carbono, mitigando y reduciendo las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) generadas por la producción de energía y los cambios en el uso del suelo. Además el almacenamiento que conservan los bosques, impide la pérdida del dióxido de carbono contenido en la vegetación y el suelo.

El área protegida resguarda la integridad del ecosistema, modera el efecto del clima local y atenúa los riesgos de los impactos de eventos extremos como las tormentas, las sequías y a su vez mantiene servicios ecosistémicos vitales. Con referencia a una de las áreas de conservación del Municipio de Belén de los Andaquíes, el Parque Municipal Natural El Portal La Mono, reviste principal importancia por el trabajo comunitario de conservación desde hace más de dos (2) décadas, y que por obvias razones contribuye a la conservación del planeta, al hacer parte de planicie Amazónica en el Municipio de Belén de los Andaquíes – Caquetá, Colombia.

De igual manera El Parque Municipal Natural El Portal La Mono, dadas sus condiciones geoestratégicas, es un patrimonio cultural y ambiental de los belemitas con proyección de desarrollo turístico ecológico, como lo contemplan los planes y programas locales, respecto al auge de las economías en torno al sector del ecoturismo, desde el enfoque sostenible.

Las administraciones municipales y la gobernación del Caquetá, trabajan en la consolidación de iniciativas y programas en la zonas de influencia directa de microcuencas de la quebrada La Mono en Belén de los Andauquies, debido a la importancia de las coberturas boscosas y su relación con las fuentes hídricas para potencializar los servicios ambientales: producción de agua, conservación de suelos y almacenamiento de carbono, todas indispensables en el proyecto Parque Municipal Natural Portal la Mono en el municipio de Belen de los Andauquies. Por ello en estos escenarios se hace necesario determinar los costos de oportunidad que tienen los sistemas agropecuarios de la zona y la determinación de la disponibilidad a pagar por los atributos de estas tierras.

El aporte de esta investigación es validar los análisis económicos encontrados en dichos estudios, cuantificando el valor de la Disponibilidad a Pagar Marginal DAPMg como medida económica que revele si las diferentes coberturas en los predios (como hectáreas de bosque, pastos, cultivos) otorgan valor económico al precio de los predios o de las fincas, a fin de contrastar o confirmar el valor ambiental dado al bosque y su conservación.

Además, se busca evidenciar la importancia de las coberturas en bosque, cultivos y su productividad como determinantes en el precio de la tierra, lo cual demostraría los beneficios socioeconómicos del sistema de parques municipales, pues de acuerdo con Forero et al., (2016) y Pardo et al., (2005) el valor de la DAPMg puede asociarse al costo de oportunidad del recurso.

La investigación contribuye a la generación de información para estudios relacionados con la problemática de la distorsión de precios de tierras rurales, las riquezas y heterogeneidad en recursos naturales y los servicios ambientales de tipo hídrico, forestal y paisajístico. Si se logra identificar y comprobar que los bienes, servicios ambientales y las características propias de los sistemas productivos que posee un predio de carácter agropecuario, contribuyen a definir su valor económico, entonces cualquier inversión o programa dirigido a mejorar las fincas en tales características, conllevará a impactos positivos en el precio del mercado de éstas mediante la generación de excedentes al consumidor.

En la actualidad el Caquetá cuenta con escasos estudios sobre valoración económica ambiental de tierras agropecuarias, los estudios existentes se enfatizan en la tipificación y caracterización de los sistemas productivos, dirigidos a reconocer características geofísicas, aptitud de uso y estudios ambientales de carácter estrictamente cualitativo.

Los precios de las fincas están sujetos al mercado convencional de tierras en los cuales se desconoce el valor de las potencialidades de éstas en términos socioeconómicos y de la dotación de servicios ambientales. Al respecto son pocos los estudios de tipo económico realizados en el Caquetá referentes a los sistemas productivos rurales; autores como Pardo (2016, 2005), Casas (2004) y Ramírez (1998) hacen los primeros aportes en valoración económica ambiental para la región, y encuentra que en efecto, los atributos ambientales y las variables sociales, influyen en los precios de las fincas de tipo ganadero en el área rural de Florencia, capital del departamento.

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

### **1.3 REVISIÓN LITERARIA**

#### ***1.3.1 VALORACIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS SE***

De acuerdo con Odum et al., (1989) y Daily et al., (1997), reconocer el concepto de servicios ecosistémicos surge de procesos académicos del movimiento ambientalista de Estados Unidos hacia la década de 1970 y de la teoría general de sistemas introducida para el estudio de la naturaleza compuesta por elementos que conforman un conjunto de sistemas integrados.

Los autores definen los SE como el agregado de los componentes y procesos de los ecosistemas que son aprovechados, disfrutados o que contribuyen a mejorar el bienestar de las poblaciones humanas, tomando en cuenta la demanda de los beneficiarios, así como la dinámica de los ecosistemas involucrados; sin embargo, aclara, que los servicios ecosistémicos y servicios ambientales son conceptos similares, donde el primero se utiliza en contextos académicos y programas internacionales para hacer énfasis que los servicios son producto de la interacción entre los distintos componentes de los ecosistemas; el segundo se refiere al medio ambiente para armonizar con el léxico de los entes gubernamentales en el ramo (SEMARNAT, 2003, Balvanera & Cotler 2007).

Existe una relación entre el nivel de provisión de servicios ecosistémicos y el bienestar de las sociedades humanas, demostrando una postura antropocéntrica, donde la conservación de la naturaleza surge por la necesidad de satisfacer las diferentes demandas de la sociedad. Con ello, los SE se pueden definir como los

aspectos de los ecosistemas utilizados (de forma activa o pasiva) para generar bienestar humano (MEA, 2005).

La necesidad de valorar los servicios ecosistémicos nace de una visión sinérgica entre los ecosistemas y las sociedades humanas, difundido gracias al vínculo explícito entre el bienestar de las poblaciones y su adecuado funcionamiento de los ecosistemas. La búsqueda constante de alternativas para hacer frente a la problemática ambiental actual ha llevado a reconocer la estrecha relación y dependencia entre los componentes y los procesos de los ecosistemas y de aquellos presentes en las sociedades humanas.

La investigación científica alrededor de los SE requiere de conceptualizaciones interdisciplinarias que faciliten el estudio de sistemas complejos como son las interacciones entre sociedades y ecosistemas (Balnavera y Cotler, 2007), sin convertirse en una suma de conceptos, enfoques y metodologías derivados, tanto de las ciencias naturales como de las ciencias sociales, lo que permite además de analizar sistemas complejos, integrar la dialéctica y el entendimiento de que las propiedades de estos no resultan de la suma de las propiedades de sus componentes (García 2006).

La toma de decisiones y el direccionamiento de políticas de desarrollo teniendo en cuenta cuestiones ambientales no solo requiere conocer a manera de inventario los servicios ecosistémicos (SE) disponibles en ecosistemas definidos, sino también de una estimación de la tasa de provisión y demanda de dichos servicios y de una evaluación de cómo las actividades antrópicas pueden modificar su provisión. Cuando los SE son evaluados a partir de mediciones o indicadores fijos o estáticos y muchos casos puntuales, no brindan una representación acertada del territorio y/o no captan la variación temporal en la tasa de provisión y demanda del servicio (Carpenter & Folke, 2006).

Orjuela (2015) dice que entre los tipos de valoración de los SE, la valoración económica pasó a ser uno de los objetivos más frecuentes en los trabajos sobre SE y cita el artículo de Costanza et al. (1997).

Si bien la valoración económica de los SE ha sido criticada como mecanismo para la toma de decisiones porque no todos los actores involucrados están igualmente informados o implicados en el aprovechamiento de los recursos naturales del ecosistema Carpenter et al., (2009), sigue siendo uno de los argumentos más difundido que sustentan el concepto y aprovechamiento de SE.

La relevancia que de la valoración económica es evidente por el hecho de que su ausencia ha sido considerada como una de las causas de la caída en los niveles de provisión de los SE (MEA, 2004).

### 1.3.2 VALORACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL

La valoración económica ambiental (VEA) como una rama de la Economía Ambiental, EA que permite estimar los beneficios de naturaleza económica para bienes que no cuentan con mercado o sistema de precios convencionales, como es el caso de los servicios ambientales SA. Estos últimos son externalidades *positivas* que proveen los ecosistemas y recursos naturales que condicionan la disponibilidad de materiales y energía imprescindibles para el desarrollo de las formas de vida (Rodríguez, 2008; Moreno, 2005). Los SA son inherentes en los ecosistemas y sus condiciones biogeofísicas y químicas, que otorgan valor agregado a otros sistemas de naturaleza económica y social (Carbal, 2009).

El enfoque de la VEA, busca comprobar cómo los impactos en el ambiente propiciados por el sistema económico, repercuten y afectan los costos de oportunidad tanto de los hogares como de las empresas. Los SA no requieren ningún proceso de transformación, pues su simple existencia y naturaleza ya garantizan el cumplimiento de una función que resulta ser vital para el hombre, y su naturaleza pública hace difícil la cuantificación de valoración económica entre beneficios y daños (Gómez & Gómez, 2013; Barzev, 2002).

Para aplicar y elegir un método de la VEA es necesario comprender el concepto de Valor Económico Total (VET) que se desea hallar del SA. De acuerdo con Uribe et al., (2003); Freeman, (2001); Cristeche & Penna, 2008; Pardo, Andrade & Hermosa et al., (2012) en este concepto los SA tienen un valor económico según la asignación dada por las personas, ya sea por el uso o no uso. Por tanto, el VET está compuesto por dos elementos: el valor de uso (directo VUD e indirecto VUI) y el valor de no uso (VNU).

El VUD representa el valor económico asignado al recurso natural por los beneficios generados de su uso en actividades productivas; el VUI estima que el bien ambiental, a través de los servicios que presta, puede afectar positiva o negativamente actividades productivas y económicas; y el VNU comprende el valor económico asignado por la conservación, dada la disponibilidad de contar con este recurso natural y ambiental a futuro, para que otras generaciones puedan beneficiarse de su intervención o tomen la decisión de protegerlo. El VNU también es considerado como un legado para las futuras generaciones; también es conocido como valor vicario Cristeche & Penna 2008, Uribe et al., (2003).

Como ejemplo clásico a los conceptos que integran el VET se puede citar el bosque, el cual puede ser valorado por ciertos individuos de acuerdo con la cantidad de madera comercial que posea el inventario forestal de una especie determinada; o puede ser valorado porque alberga especies que tienen una función ecosistémica estratégica para el hombre o porque brindan un servicio de regulación hídrica de la que depende una población; o puede ser valorado como ecosistema estratégico que garantiza la seguridad alimentaria para las futuras ge-

neraciones. Los métodos VEA están enfocados a determinar VUD, VUI y VNU; por ello comprender el tipo de valor que se desea conocer del recurso o servicio ambiental es esencial para elegir el método.

Los métodos de VEA se dividen en directos e indirectos. El método directo consiste en la construcción de un mercado hipotético y la información para hacerlo proviene directamente del demandante del recurso. Los bienes y servicios que se estudian allí, al no tener un mercado convencional, requieren la construcción de un hipotético a partir de fuentes directas de información como entrevistas y encuestas dirigidas a los beneficiarios o demandantes del recurso (Uribe et al., 2003, Freeman 2001, Azqueta 1995). Los métodos de tipo indirecto, son aquellos que se soportan en mercados existentes o consolidados que cuentan con un sistema de precios y se encuentran asociados con el servicio ambiental o el recurso que no es mercadeable. Entre los métodos indirectos más reconocidos está el costo de viaje, precios hedónicos y función de daño (Sanjines 2012, Cartson (2011).

El Método de Valoración Contingente (VC) según Cartson (2011), Azqueta (1995) ha sido empleado para estimar cambios en el bienestar económico de los hogares cuando estos cambios involucran bienes o servicios públicos que no tienen precios explícitos. Pardo (2005) menciona que la valoración contingente es usada por agencias internacionales, como el BID y la CEPAL para valorar inversiones en transporte, saneamiento, salud, artes, educación y para bienes del medio ambiente, tales como calidad del aire, calidad del agua, seguridad en autopistas y derrames de petróleo.

En Colombia, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, incorporó estos métodos en el manual para evaluación de impacto para el desarrollo posterior de solicitud de licencias ambientales. La VC persigue dos objetivos: evaluar los beneficios de políticas o proyectos relacionado con bienes y/o servicios que no tienen un mercado definido y estimar medidas de bienestar de acuerdo con la teoría económica: disposición a pagar (DAP), disposición a aceptar (DAA,) variación compensada y variación equivalente.

De acuerdo con Uribe et al (2003), los supuestos de la VC son a) el individuo maximiza su utilidad sujeto al presupuesto representada por el ingreso disponible, b) el comportamiento del individuo en el mercado hipotético es equivalente a un mercado real, c) el individuo debe tener completa información sobre los beneficios del SA. En la práctica, se construye un modelo econométrico cuya variable dependiente es la probabilidad de que un individuo esté dispuesto a pagar por acceder a los beneficios que le genera el recurso o el SA, el cual está en función de otras variables como el valor de la disponibilidad a pagar (VrDAP) y otras características socioeconómicas SE (como edad, género, estrato, ingreso, gastos, etc).

$$PROB(DAP) = \beta_0 + \beta_1 VrDAP + \sum \beta_i (SE)$$

Ecuación 1. Función de probabilidad de la DAP

El éxito de los estudios dependen de la calidad del ejercicio de recolección de información; una de las debilidades del método es su sensibilidad en aspectos relacionados con la técnica de recolección de la información, como el diseño de la encuesta, los tipos de pregunta, los sesgos que se puedan generar, las preguntas relacionadas con las disponibilidades a pagar, el procedimiento de realización de la encuesta. Para preguntar sobre la DAP y su valor, se pueden emplear esquemas de preguntas abiertas, tipo subasta, tipo referéndum, o la combinación de las anteriores.

La pregunta abierta en el cuestionario puede ser directa: ¿Está dispuesto a pagar por acceder a los beneficios del proyecto? Y ¿cuál sería el valor de su disponibilidad a pagar? En lo referente al método de estimación de la ecuación en los parámetros  $\beta$ , se recomienda máxima verosimilitud, Respecto de la forma funcional, generalmente se trabaja con los modelos Logit, Probit y Tobit, para encontrar resultados consistentes (Gujarati, 2005 citado en Pardo, 2015). Para hallar la DAP promedio, se aplica la siguiente ecuación, donde  $\beta_1$  es el parámetro del valor de la DAP y SE es el vector de características socioeconómicas. Se espera que el signo de  $\beta_1$  sea negativo, indicando que a mayor valor de la DAP la probabilidad de que el individuo tenga una DAP disminuye. Finalmente, para calcular los beneficios económicos totales, se multiplica la DAP media hallada por el número de individuos que participaron en la muestra, e inferir cuales serían los beneficios para la población.

Precios Hedónicos es otro de los métodos indirectos utilizados para la determinación del valor de predios rurales y las viviendas en el área urbana. El método se introdujo desde 1967 (Pardo 2005) y sus aplicaciones se han realizado para establecer el precio de las viviendas debido al riesgo de daños ocasionados por fenómenos como inundaciones y huracanes para determinar los costos de implícitos asociados, tales como el pago de seguros contra desastres (Bin & Polasky, 2004). Los objetivos de la metodología son identificar los atributos o características que explican el precio de un bien indicando cuáles de ellos constituyen externalidades que impactan positiva o negativamente y determinar la disponibilidad a pagar marginal por cada atributo. El modelo sigue la forma general:

$$Prec^{\theta} = \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i (EV)^{\lambda} + \sum_{i=1}^m \gamma_i (SE)^{\lambda} + \sum_{i=1}^l \varphi_i (A)^{\lambda} + \varepsilon_i$$

Ecuación 2. Función de precios hedónicos

De acuerdo con Pardo (2005) y Ramírez (1998) Prec es la variable dependiente que representa el precio de la vivienda; EV representa la sumatoria de n



características estructurales y de vecindad del predio urbano o rural (por ejemplo la distancia hasta un centro de comercio o cabecera municipal; tamaño, áreas construidas; adecuación de las instalaciones, número de habitaciones, número de pisos, condiciones de pisos, paredes y techos, etc); condiciones de las vías, entre otras.

SE representa la sumatoria de m características atribuibles a factores socioeconómicos como estrato, o en el caso de los predios rurales variables tales como productividad, ingresos por actividades agropecuarias, seguridad; zona de parques, disponibilidad de servicios públicos, entre otros. A representa la suma de variables ambientales como: cobertura de bosques en hectáreas, unidad de paisaje al que pertenece: ejemplo, montaña, lomerío o vega; disponibilidad de fuentes hídricas grado de erosión y calidad de aire.

### 1.3.3 COSTO DE OPORTUNIDAD

El costo de oportunidad es el valor monetario por el cual se está dispuesto a renunciar un bien para obtener otro (Pyndick & Rubinfeld, 2010). Para hallar los PSA por este método, se emplean los valores de mercado, el cual es expresado en \$/ha/año (dinero por espacio en un periodo determinado). El dato se ajusta con un factor de corrección que implica el riesgo y la incertidumbre de una inversión (Amarilla, citado en Rojas & Guzmán, 2015). Los factores de corrección se refieren a aspectos biológicos y geográficos. Mediante la siguiente formula se establece el valor económico del Bosque VEB, el cual se expresa en la ecuación 3 expresado en \$/ha/año:

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

Ecuación 3.

Donde  $n_i$  es el número de rubros  $i$ , CPRI es el coeficiente de producción para riesgo e incertidumbre en la inversión (donde generalmente se emplea 0,5 de acuerdo con Amarilla, 2009), CB es el coeficiente biológico y el CG es el coeficiente geográfico. El costo de oportunidad parte del principio de estimación de los beneficios neto (BEN) el cual se calcula de la resta entre los ingresos brutos y los costos de producción o costos operativos de la actividad económica de la finca. Otra alternativa a este monto es el valor de la renta de la tierra, a partir del precio o canon de arrendamiento, ya sea para todo el predio o una parte de este.

### 1.3.4 MEDIDAS ECONÓMICA: LA DISPONIBILIDAD A PAGAR (TOTAL Y MARGINAL)

En las ciencias económicas las medidas de *bienestar económico* son indicadores utilizados para cuantificar el bienestar económico y social atribuible a una política o proyecto; entre las principales 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).

Las políticas, programas o proyectos generan cambios en la oferta de bienes y demanda de factores de producción, por lo tanto el impacto de éstos puede ser medido a través de los cambios en estos indicadores en el panorama antes y después. Para esta investigación, se empleará la disponibilidad a pagar marginal que se obtiene a partir de la metodología de precios hedónicos, donde se desea hallar los precios implícitos o costo de oportunidad de uso del suelo en cobertura boscosa, cultivos, pastos y su productividad.

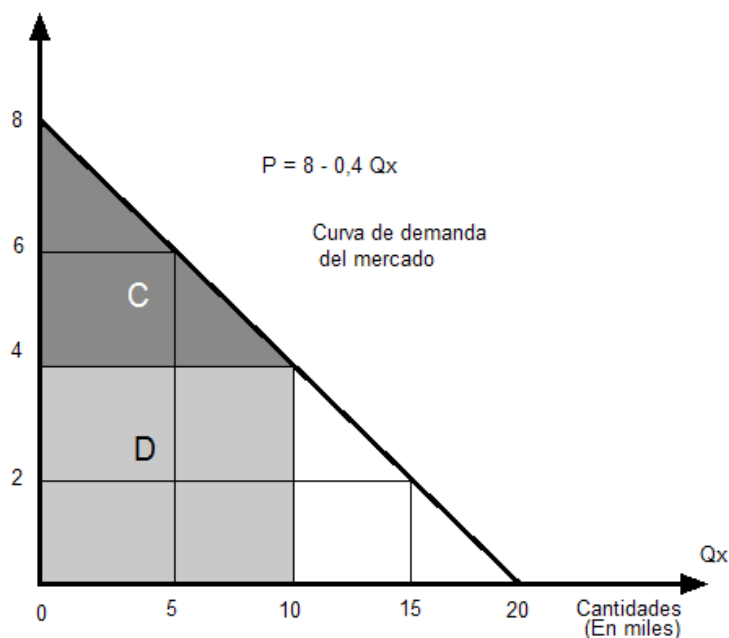
Es necesario entonces mencionar la ley de la demanda, en la cual que se supone que las fincas se encuentran en un mercado de tierras en competencia perfecta y el precio de estas depende de sus atributos o características tales como: tamaño, distancia a centros poblados, productividad, ingreso y características ambientales (área en bosques, pastos, cultivos, disponibilidad de agua, existencia de servicios ambientales, entre otros).

De modo que se pretende observar la relación de cada atributo con el precio de la finca, a fin de saber si estos le otorgan valor adicional o por el contrario se lo disminuyen. Si el factor ambiental aumenta o disminuye el precio de la finca implica reconocer externalidades positivas o negativas. Si el cambio marginal es positivo indica que el atributo a característica contribuye con la valoración del predio, pero si el cambio marginal por atributo adicional es negativo indica que la característica afecta el precio del predio negativamente. Estos cambios se estudian en la evaluación de impacto de proyectos, generalmente se estudia el cambio en el excedente del consumidor o del productor, donde el cambio positivo o aumentos registrados, representan los beneficios económicos que se generan para la población involucrada por participar en el proyecto.

La medida de bienestar excedente del consumidor se concibe como el beneficio monetario que experimentan los consumidores en un mercado, al pagar un precio por debajo del valor máximo que estaría dispuesto a dar. Esto representa un ahorro para el consumidor, lo cual se traduce en un nivel de utilidad. En la evaluación de impacto, generalmente se estudia el cambio en el excedente del consumidor como resultado de la ejecución de un proyecto, donde el cambio

positivo o aumentos registrados, representan los beneficios económicos que se generan para la población involucrada por participar en el proyecto.

Figura 1 Ejemplo de curva de la demanda



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

De otro lado el excedente del productor en un mercado, representa el beneficio económico para el conjunto de oferentes resultado de recibir una suma de dinero, por ofrecer determinada cantidad de producto, por encima de lo mínimo que estaría dispuesto a recibir, es decir, por encima de la curva de costos marginales del sector.

En la Figura 1, la DAP total corresponde al área sombreada. Para cuantificar la DAP total se calcula esta área. Por ejemplo, la DAP total para las 10 unidades será la sumatoria de las áreas C y D. Donde el área D representa lo que realmente pagan los consumidores por el producto (precio multiplicado por la cantidad  $D = 10 \cdot 4 = \$40$ ; y el área C representa el beneficio que se obtiene en el mercado por consumir estas 10 unidades a \$4 y no tener que pagar lo que se habría estado dispuesto a pagar por ellas  $C = (10 \cdot 4) / 2 = \$20$ .

Con ello la DAP total por 10 unidades es de \$60. Lo que realmente se paga son \$40 por las 10 unidades, pero además cancela por las anteriores 9 unidades, por tanto el pago efectivo por las 10 es de \$40 y los \$20 restantes son los bene-

ficios por consumir estas 10 unidades a un precio de \$4 y no tener que pagar lo que estaba dispuesto antes. Al área D se le denomina excedente del consumidor; el cual es otra de las medidas de bienestar de mucha importancia en la valoración económica.

En la evaluación de impacto, generalmente se estudia el cambio en las disponibilidades a pagar, como resultado de la ejecución de un proyecto, donde el cambio positivo o aumentos en las disponibilidades a pagar, representan los beneficios económicos que se generan para la población involucrada. Mediante la estimación de la DAPMg en esta investigación se propone como método alternativo empleando Precios Hedónicos, hallar este valor que puede interpretarse como un costo de oportunidad por característica ambiental o cobertura de uso de los suelos de los predios objeto de estudio.

### 1.3.5 METODOLOGÍAS PARA LA DETERMINACIÓN DE SECUESTRO DE CARBONO

**Valoración de los servicios ecosistémicos.** Para valorar los servicios ecosistémicos se cuantificará el secuestro de carbono por predios según los componentes teórico, conceptual y metodológico presentados por Andrade et al. (2014), Orjuela et al., (2014) y Cambi et al., (2001).

**Estimación de la biomasa forestal.** La biomasa forestal comprende árboles, arbustos y vegetación herbácea. Para esta investigación se tendrá en cuenta la biomasa por encima del suelo, teniendo en cuenta únicamente el componente árboles.

**a. Factor de expansión de volumen FEV.** Para estimar el factor de expansión de volumen se usará la expresión:  $FEV = e^{(1,3-0,209Ln(Vol))}$ . Donde  $FEV$  es el factor de expansión de volumen y  $Vol$  es el volumen. Para cuantificar la biomasa se utilizará la relación peso-volumen de la madera de 0,5 t-m<sup>-3</sup> aceptado por defecto para maderas tropicales por IPCC (1996).

**b. Factor de expansión de biomasa FEB por encima del suelo (ramas y follaje).** El factor de expansión se calculará mediante la ecuación:  $FEB = e^{(3,213-0,506Ln(Bio))}$

Donde  $FEB$  es el factor de expansión de la biomasa por encima del suelo y  $Bio$  es la biomasa.

**c. Determinación del carbono (retenido y fijado).** Para estimar el carbono primero debe estimarse el carbono contenido en el bosque primario ( $C_{BPri-mario}$ ) y luego se estima la fijación de carbono, la emisión evitada y la cuantificación del carbono, tanto por reforestación como por deforestación. Para ello se usan las siguientes expresiones:  $C_{BPrimario} = A_T \times B_L \times R_C$

Donde  $C_{B_{\text{primario}}}$  es el carbono contenido en el bosque primario (t),  $A_T$  es el área total del bosque,  $B_L$  es la biomasa promedio del bosque primario y  $R_c$  es el contenido en carbono en la biomasa estimada.  $C_F = A_T \times (IMA) \times D_M \times 0,5$

Donde  $C_F$  es el carbono fijado (t),  $A_T$  es el área total del bosque,  $IMA$  es el aumento medio anual en volumen medido en  $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  y  $D_M$  densidad de la madera ( $\text{t} \cdot \text{m}^{-3}$ ).

. Donde  $E_E$  es la emisión evitada (t),  $A_T$  es el área total del bosque,  $C$  es el contenido de carbono por hectárea y  $T_D$  es la tasa de deforestación.

Donde  $CO_2$  es el dióxido de carbono cuantificado,  $C$  es el carbono y  $Kr$  es igual a 44/12.

$$\text{Ecuación 4. } C_{\text{Ref}} = A_T \times C_F$$

Donde  $C_{\text{Ref}}$  es el carbono fijado por las actividades reforestación,  $A_T$  Área total de reforestación y  $C_F$  carbono fijado por hectárea.  $C_{\text{Fijado}} = A_T \times T_{AC} \times R_C$

Donde  $C_{\text{Fijado}}$  es el carbono fijado por las actividades de reforestación (t),  $A_T$  es el área total de reforestación,  $T_{AC}$  es la tasa anual de crecimiento (toneladas de materia seca por hectárea) y  $R_C$  es la fracción de carbono en la biomasa (0,5 del total de contenido de carbono en la biomasa).

$$\text{Ecuación 5. } C_D = A_T \times B_L \times R_C$$

Donde  $C_D$  es el carbono fijado por la deforestación,  $A_T$  es el área total de deforestación,  $B_L$  es la biomasa promedio del bosque y  $R_C$  es la fracción de carbono en la biomasa (0,5 del total de contenido del carbono en la biomasa)

### 1.3.6 ESTADO DEL ARTE

En el documento de Pardo & Sanjines (2014) se realizó una revisión documental descriptiva y exhaustiva de documentos teóricos y empíricos relativos al tema de valoración económica y servicios ambientales, a través de libros, publicaciones y artículos científicos en físico, donde se encontraron los siguientes resultados:

La necesidad de valorar los servicios ambientales provenientes de las SAF obedece a la cuantificación de los impactos y externalidades (positivas y negativas) que permitan generar medidas de política (por ejemplo, los pagos por bienes y servicios ambientales), para detener el deterioro de los recursos naturales y ambientales y fomentar los principios de productividad y sostenibilidad en el

ámbito local. La valoración económica de captura de carbono puede realizarse por la determinación de costos evitados (como en Miranda, 2007 y Barzev, 2000).

Sin embargo, pese a que el secuestro de carbono es uno de los servicios ambientales “requeridos con urgencia” ante el problema ambiental de cambio climático, aún no se evidencian mediciones empleando valoración contingente, donde se refleje una disponibilidad a pagar (y con ello los beneficios económicos) derivados de no emitir gases de invernadero, donde se refleje cual es el valor económico total. Puede considerarse que en América Latina aún falta un trabajo interdisciplinario fuerte entre las ciencias económicas y las agropecuarias y agroforestales; pues las principales dificultades radican en que los estudios provienen de autores de las ciencias agroforestales quienes se limitan a realizar y aplicar una valoración financiera o privada y no se observa aún el componente de evaluación socioeconómica, conocimiento que es aún más especializado.

De forma contraria, la valoración de los servicios ambientales provenientes de la conservación de los bosques y humedales, han implementado un número importante de estudios donde se aplica el método de valoración económica ambiental como la valoración contingente, costo viaje, precios hedónicos, función de daño, entre otros, pese a que el bosque y los humedales traducen una gran variedad de servicios e interacciones como regulación de microclima, protección de suelos, retención y contribución a la formación de agua, banco genético, entre otros. Con ello es posible argumentar el valor de no uso, de existencia o de legado.

Los servicios ambientales provenientes de los Sistemas Agroforestales, SAF que gozan de actual reconocimiento son en esencia el almacenamiento de carbono, la conservación del bosque y del agua para su disponibilidad. El valor económico total de un recurso está dado por su uso directo, indirecto o potencial. Existen métodos de valoración económica para cuantificar los beneficios que proporcionan los SA, pero su aplicación depende del tipo de valor de uso que se desee conocer. Para estimar el valor económico total se puede emplear la valoración contingente en la cual se halla la variación compensada como medida de bienestar o la disponibilidad a pagar total.

Para hallar valores directos e indirectos se pueden emplear los métodos de costos evitados; precios hedónicos (para el caso del precio de los predios rurales) y costo viaje para valorar los SA relativos a la recreación y belleza paisajística. Las experiencias de valoración económica ambiental en América Latina han logrado demostrar cómo los SAF generan valor agregado y bienestar social, con resultados empleados con fines de política, por ejemplo, el diseño de mecanismo de pago por bienes y servicios ambientales.

Para el análisis de los sistemas agroforestales se debe también describir desde la perspectiva de la valoración económica de los impactos ambientales que genera. Los sistemas agroforestales se muestran como una actividad de mitigación

ante la ampliación de las fronteras agrícolas las que son resultado del incremento de la población y que por ende genera un incremento de la demanda de alimentos. La recuperación de estas áreas que antes eran forestales es una alternativa por la cual el uso de árboles y arbustos de propósito múltiple permiten la recuperación parcial de la flora y fauna de un determinado área.

Estos sistemas proporcionan el medio por el cual se pueden recuperar áreas que actualmente son sobreexplotadas, buscando que las mismas sean pseudosostenibles, no logrando aún alcanzar la sostenibilidad. Este método de mitigación de impactos nace a razón de que se registraron altas tasas de deforestación en países tropicales, desarrollando efectos locales tales como la degradación y pérdida de suelos, a lo cual se suma que un cuarto de las emisiones globales de CO<sub>2</sub> a la atmósfera se deben a actividades agrícolas tradicionales, lo cual contribuye a la variabilidad climática (corto plazo) y finalmente aumenta los indicadores relacionados al cambio climático global (largo plazo).

Se debe analizar también que existen pérdidas de biodiversidad en hábitats forestales naturales, se menciona casos como el de Costa Rica que posee tan solo bosques reforestados y un mínimo o ninguno natural, ya que estos fueron anteriormente explotados. Se indica también que los sistemas forestales generan una actividad de mitigación por métodos destructivos y que por lo cual toda la flora y fauna fue afectada en los sistemas bióticos y abióticos. Pero en la actualidad se utiliza este método de agricultura para poder incrementar el área de cultivos y no así para recuperarlos.

Desde este punto de vista se debe aplicar métodos de valoración de impactos ambientales lo cual corresponde a la aplicación, según su afectación al entorno, de un estudio de impacto ambiental al llenado de una ficha ambiental donde, con la participación de un experto biólogo, se pueda analizar los impactos, no solo a corto plazo sino a largo plazo, que generará una actividad agrícola y forestal en relación al medio ambiente que lo rodea.

## **1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **OBJETIVO GENERAL**

Identificar el costo de oportunidad de uso de los suelos y el valor económico del bosque con relación al Servicio ecosistémico de almacenamiento de carbono en los sistemas productivos rurales en el municipio de Belén de los Andaquíes.

### **OBJETIVO ESPECÍFICOS**

- Caracterizar la muestra de población objeto de estudio en sus factores socioeconómicos: educación, nivel de pobreza y nivel de ingresos de las actividades agropecuarias.
- Estimar la capacidad de almacenamiento de carbono en el componente leñoso como SE de los principales usos del suelo en Belén de los Andaquíes: cultivos de caucho y pasturas en el departamento del Caquetá.
- Determinar los costos de oportunidad y el valor económico del bosque relativos al secuestro de carbono.

## **1.5 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.5.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

La propuesta es una investigación de naturaleza cuantitativa y cualitativa por cuanto las variables de estudio se revelan tanto en magnitud (dato numérico) como en sentido (signo de la cifra) para el análisis de los costos de oportunidad y la valoración del servicio ambiental captura de carbono. Como herramienta se empleó tanto la estadística descriptiva como inferencial en el marco de la econometría y la valoración ambiental para conocer los precios de las fincas, los costos de oportunidad y el pago por los servicios ambientales.

### **1.5.2 FUENTES DE INFORMACIÓN**

Una vez identificadas algunas unidades productivas o fincas localizadas en el área de influencia de la microcuenca de la Mono, se recolectó mediante técnica de encuesta, la información sobre las siguientes variables para la aplicación de los modelos econométricos planteados en el marco conceptual.



Variables sociales: nivel educativo del jefe de hogar, INBI índice de necesidades básicas insatisfechas.

Variables económicas: ingreso anual de la finca por actividades agropecuarias expresada en miles de pesos, utilidad anual; adopción de mecanismos de desarrollo limpio; empleos generados; tipificación del predio; vías; servicios públicos.

Variables ambientales; cobertura de bosques; cobertura de pastos; CO<sub>2</sub> potencial de captura de carbono; disponibilidad permanente de aguas superficiales y subterráneas; fertilidad de los suelos; riesgos de inundación; tipo de paisaje.

Variables de tipo político: orden, desplazamiento, financiación, participación en programas y proyectos.

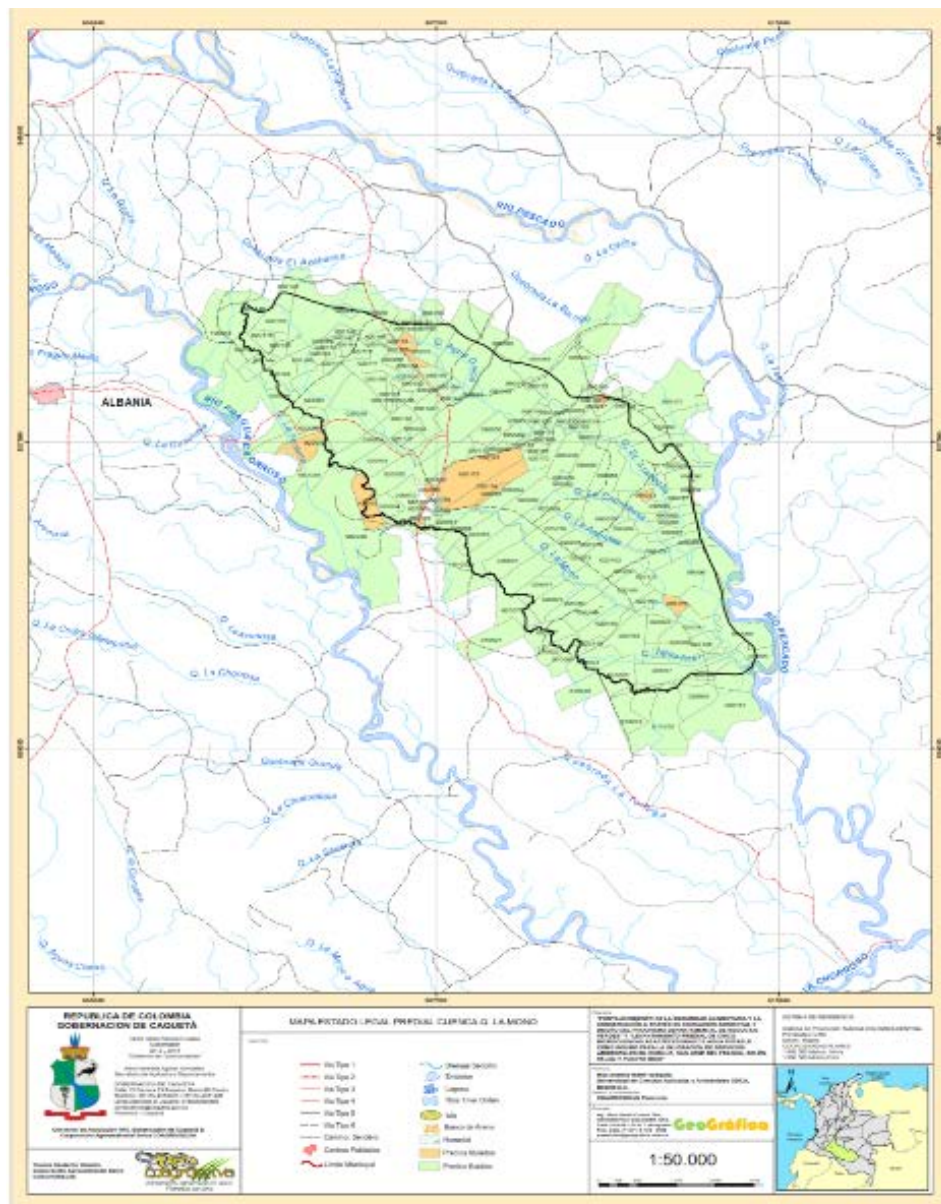
### 1.5.3 LOCALIZACIÓN DE ÁREA DE ESTUDIO

La zona de estudio hace referencia a los predios productivos de la zona de influencia de la quebrada la Mono en el municipio de Belén de los Andaquies, la cual posee ecosistemas que por su ubicación, tamaño, estructura y composición de la vegetación o por su valor real o potencial, representa áreas de altas diversidad florística y albergue de poblaciones de fauna silvestre que cumplen funciones reguladoras del componente hídrico. De acuerdo con conocimientos preliminares del área (Tierraviva, 2013) existen fincas ganaderas algunas con diferentes sistemas agroforestales pecuarios.

*Figura 2. Ubicación municipio de Belén de los Andaquíes, Caquetá.*



Figura 3 Zona de Influencia de la quebrada la Mono, Belén de los Andaquíes, Caquetá.



Fuente: Tierraviva (2013).

### 1.5.4 POBLACIÓN Y LA MUESTRA

El tipo de muestreo empleado es aleatorio simple para muestras finitas y corresponde a 66 predios de fincas agropecuarias en la zona de influencia. Para el estudio se tomará un nivel de confianza del 90% por consiguiente utilizando las tablas para distribución normal se calculó el valor Z que corresponde a 1.82 (con aproximación a dos decimales); se consideró la variabilidad (S) igual a 0.5 dado que no hay antecedentes sobre la investigación (Jany, 1994) . De igual forma se calculó la muestra para los participantes directos con un N de 66. La fórmula usada para determinar la muestra es la siguiente.

$$n = \frac{Z^2 S^2 N}{N\alpha^2 + (ZS)^2} \quad n = \frac{(1,86)^2 (0,5)^2 (82)}{(82)(0,05)^2 + [(1,82)(0,5)]^2} = 66$$

Ecuación 6.

### 1.5.5 ESTIMACIÓN DE CARBONO MEDIANTE EL USO DE MODELOS ALOMÉTRICOS

Los modelos alométricos utilizan variables como el diámetro y altura del árbol, así como la densidad de la madera para estimar a través de algoritmos la biomasa existente en un individuo y la cantidad de carbono que almacenan. Existen métodos directos e indirectos para estimar la biomasa de un bosque. El método directo consiste en cortar el árbol y pesar la biomasa directamente, determinando luego su peso seco.

Una forma de estimar la biomasa con el método indirecto es a través de ecuaciones y modelos matemáticos calculados por medio de análisis de regresión entre las variables colectadas en terreno y en inventarios forestales. También se puede estimar la biomasa a través del volumen del fuste, utilizando la densidad básica para determinar el peso seco y un factor de expansión para determinar el peso seco total (biomasa total del árbol) (Brown, 1997).

De otro lado, Andrade, Marín & Pachón (2014), proponen la estimación del almacenamiento de carbono (en sistema de cultivo café y leñosa *H. brasiliensis*), mediante muestreo no destructivo de fincas; realizando un inventario de los individuos de especies leñosas perennes del sistema, para posteriormente calcular la biomasa aérea total producida por cada una de las especies participantes mediante el empleo de los siguientes modelos alométricos:

$\text{Log}(B) = \alpha \text{Log}(D_{15}) + \beta \text{Log}(h)$ . Donde B es la biomasa aérea medida en kilogramo por planta; D es el diámetro del tronco en centímetros y h la altura en metros. A su vez, la biomasa calculada como  $B = \lambda \text{dap}^\Theta$ , donde dap es el diámetro del

tronco a la altura del pecho en centímetros y  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\lambda$ ,  $\Theta$  son números o parámetros del modelo obtenidos por análisis de regresión.

Posteriormente se determina el potencial de carbono multiplicando por 0,5 para la biomasa por encima del suelo.

### 1.5.6 MODELOS ECONOMÉTRICOS EMPLEADOS

**El Valor de las fincas en función de atributos ambientales y socioeconómicos.** La valoración económica de los predios se realizará mediante la aplicación del modelo econométrico bajo el método de precios hedónicos de Pardo (2005):

$$Prec^\theta = \beta_o + \sum_{i=1}^n \beta_i (EV)^\lambda + \sum_{i=1}^n \gamma_i (SE)^\lambda + \sum_{i=1}^n \varphi_i (A)^\lambda + \varepsilon_i$$

Ecuación 7.

Donde  $Prec$  es la variable explicada continua que expresa el precio de la finca en millones de pesos. Los parámetros  $\theta$  y  $\lambda$  representan el exponente de las variables dependiente e independiente respectivamente. Las letras  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\phi$  representan el vector columna de parámetros que acompañan las variables de estructura y vecindad  $EV$ ; las variables de tipo socioeconómico  $SE$  y las ambientales  $A$ ;  $\varepsilon_i$  es el error con  $N \sim (0, \sigma^2)$ .

**La Valoración de los servicios ecosistémicos (captura de carbono y conservación de la biodiversidad).** La valoración económica de los servicios ecosistémicos inmersos en los predios (almacenamiento de carbono y conservación de biodiversidad), se estimará mediante un modelo econométrico para la identificación de la disponibilidad a pagar empleando método de valoración contingente, según el modelo de Pardo (2005):

$$Dap = \beta_0 \pm \beta_1 VrDap \pm \beta_i \sum SE \pm \beta_j \sum EV \pm \beta_k \sum A \pm \varepsilon$$

Ecuación 8.

Donde la variable dependiente  $Dap$  es la disponibilidad a pagar por el servicio ecosistémico almacenamiento de carbono en la finca o predio agropecuario, los  $\beta$  son los parámetros que acompañan a las variables independientes,  $VrDAP$  es el valor de la disponibilidad a pagar por el servicio ecosistémico almacenamiento de carbono desde la perspectiva del empresario,  $SE$  son las variables socioeconómicas,  $EV$  son las variables de estructura y vecindad y  $A$  representa las variables ambientales y  $\varepsilon$  es el error con  $N \sim (0, \sigma^2)$ .

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIRRE, Z., LINARES-PALOMINO, R., KVIST, L.P. 2006b. Especies leñosas y formaciones vegetales en los bosques estacionalmente secos de Ecuador y Perú. *Arnaldoa* 13:324-350
- 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, S. M. (2009). Estudio de valoración económica de ecosistemas forestales de la Región Oriental del Paraguay. IN: FAO/IDEA/SEAM Guía para la elaboración de proyecto MDL forestales. Paraguay. p. 27-42.
- 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. (2011). La Amazonia colombiana urbanizada: un análisis de sus asentamientos humanos. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI, Ministerio de Medio Ambiente. ISBN 978-958-8317-64-9, 143 páginas. Bogotá, Legis SA.
- ARCILA, O, GONZÁLEZ, G., GUTIÉRREZ, F., RODRÍGUEZ, A., y SALAZAR, C. (2000). Caquetá: Construcción de un territorio amazónico en el siglo XX. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI, Ministerio

- de Medio Ambiente. ISBN 958-968781-4, 224 páginas, Bogotá, Tercer Mundo editores.
- AZQUETA OYARZUN, DIEGO. (2007). Introducción a la Economía Ambiental. Edición McGrawHill, Madrid, Universidad de Alcalá de Henares, ISBN 9788448160586 pp 456.
- AZQUETA, D.; PÉREZ Y PÉREZ, L. (1995). Gestión de Espacios Naturales “La Demanda de Servicios Recreativos”. Mc Graw – Hill. Madrid, España. 237
- BALVANERA, P. Y COTLER, H. (2007). Acercamientos al estudio de los servicio ecosistémicos. *Gaceta Ecológica*, (84-85), 8-15.
- 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. y POLASLKY, S. (2004). Effects of flood hazards on property values: evidence before and after hurricane Floyd. *Land Economics*, November, p. 490-499.
- BORRERO, O., GARCÍA, G., OCAMPO, L., OCHOA, F., REYES, G., ROBLEDOS, W., et al. (2002). Valoración de predios agrarios. Ed. Primera. Bogotá D.C: Bhandar Editores Ltda.
- BROWN, S. 1997. Estimating biomass and biomass change of tropical forests. A primer. Roma, IT, FAO. 55 p.
- CARBAL A. (2009). La Valoración Económica de bienes y servicios ambientales como herramienta estratégica para la conservación y uso sostenible de ecosistemas: Caso Ciénaga La Caimanera Coveñas Sucre Colombia. Universidad Libre, págs. 71 – 89, Bogotá Colombia.
- CARPENTER, S.R. Y C. FOLKE. 2006. Ecology for transformation. *Trends in Ecology and Evolution* 21(6):309-315.
- CARTSON, R. (2012). Contigent valuation. A COMPREHENSIVE BIBLIOGRAPHY AND HISTORY Edward Elgar Publishing Ltd ISBN-13: 978-1840647556. 464 p.
- CASAS, A; VASQUEZ, L y 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.
- 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 Am-

- biental y de Recursos Naturales, Facultad de Economía PEG. Universidad de los Andes, Bogotá D.C.
- CASTRO, R. y MOKATE, KAREN (2008). 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,
- 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 magister en Economía Ambiental y de Recursos Naturales, Facultad de Economía PEG. Universidad de los Andes, Bogotá D.C.
- CENTRO DE ESTUDIOS GANADERO Y AGRÍCOLA [CEGA], (1992). Amazonia colombiana, diversidad y conflicto.
- CHACÓN, M.L.; RÜGNITZ, M.T.; PORRO, R. (2008). Guía para la determinación de carbono en pequeñas propiedades rurales, 1.ª ed. (Consortio Iniciativa Amazónica, Centro Mundial Agroforestal, Belém, Brasil).
- CHAMBI, P. (2001). Valoración económica del secuestro de carbon mediante simulación aplicada. Simposio Internacional Medición y monitoreo de la captura de carbon en ecosistemas forestales (Octubre de 2001) Valdivia, Chile.
- CENTRO REGIONAL DE ESTUDIOS ECONÓMICOS BANCO DE LA REPÚBLICA [CREE]. (2003). Notas Económicas Regionales (Región Centro Sur). Bogotá, número 01 Noviembre de 2003.
- CRISTECHE, E. y PENNA, J. (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.
- COSTANZA, R., R. DARGE, R. DE GROOT, S. FARBER, M. GRASSO, et al. 1997. The value of the world's
- DAILY, G. (ed.). (1997). Introduction: What are ecosystem services. Island Press, Washington, D.C.
- DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA DANE (2015). Producto Interno Bruto Departamental. PIB. [http://www.dane.gov.co/inf\\_est/pib.htm](http://www.dane.gov.co/inf_est/pib.htm).
- ETTER, A., MCALPINE, C., PHINN, S., PULLAR, D., AND H. POSSINGHAM. 2006. Characterizing a tropical deforestation wave: a dynamic spatial analysis of a deforestation hotspot in the Colombian Amazon. *Global Change Biology*. 1409–1420.
- FIELD, BARRY (2003). Economía Ambiental, Una introducción. Mc Graw Hill, ISBN 958-600419-8, 587 pp.

- FISHER, MJ; RAO, IM; AYARZA, MA; LASCANO, CE; SANZ, JI; THOMAS, RJ; VERA, RR. 1994. Carbon storage by introduced deeprooted grasses in the South American savannas. *Nature* 371:236-238.
- FORERO, ALEXANDRA; PARDO, YELLY Y ANDRADE, MILTON (2016). Valoración económica de las coberturas boscosas en sistemas productivos en San Vicente del Caguán, Seminario Internacional de Investigación, Innovación y Competitividad, Una estrategia de desarrollo agroindustrial en Territorio de Paz (Uniamazonia, Octubre de 2016), Florencia, Caquetá.
- FREEMAN III, A MYRICK (2001). The measurement of environmental and resources values. Second edition. Resources for the future. United States of América
- 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.
- GARCÍA, R. 2006. Sistemas Complejos. Ed. Gedisa, México, D.F. México
- GÓMEZ, J. et al. (2001). Orientaciones para el ordenamiento y planificación de los recursos de la tierra de acuerdo con su aptitud de uso. (Programa Nacional de Transferencia Tecnológica Agropecuaria) Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria CORPOICA
- GÓMEZ, D. y GÓMEZ M.T (2013). Evaluación de Impacto Ambiental. Ediciones Mundiprensa, España. 747 pp.
- 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.
- HANSEN, M., DEFRIES, J., TOWNSHED, R., AND R. SOHLBERG. 2000. Global land cover classification at 1 km spatial resolution using a classification tree approach. *Int. J. Remote Sensing*. 21. (6, 7). 1331 - 1364.
- HUMBOLDT, CDA, Cormacarena, Corpoamazonia, Parques Nacionales Naturales, sistema de información de biodiversidad de Colombia.
- IBRAHIM, M; CHACÓN, M; MORA J; ZAMORA, S; GOBBI, J; LLANDERL, T; HARVEY, A; MURGUEITIO, E; CASASOLA, F; VILLANUEVA, C; RAMIREZ, E. 2005. Opportunities for carbon sequestration and conservation of water resources on landscapes dominated by cattle production in Central America. In Henry A. Wallace/CATIE Inter-American Scientific Conference Series, "Integrated management of environment services in human-



- dominated tropical landscape” (4, Costa Rica, 2005). Abstracts. Turrialba, CR, CATIE. p. 27 -34.
- IBRAHIM MUHAMMAD, GUERRA LEONARDO, CANSOLA FRANCISCO y NEELY CONSTANCE (2010). Importance of silvopastoral systems for mitigations of climate change and harnessing of environmental benefit, chapter X. Grassland carbón sequestration management, policy and economics.
- INSTITUTO AMAZÓNICO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS [SINCHI], (2001). Diagnostico de los sistemas productivos de la zona de colonización departamento del Caquetá y su impacto ambiental. Sede SINCHI Florencia.
- IPCC (1996). Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambios Climáticos (IPCC), Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) y Agencia Internacional de la Energía (AIE). Libro de Trabajo para el inventario de gases de efecto invernadero. Reino Unido.
- IPCC, 2007: Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (directores de la publicación)]. IPCC, Ginebra, Suiza, 104 págs.
- JANY, J. (1994). Investigación integral de mercados, un enfoque operativo. Mc Graw Hill, Colombia.
- LABANDEIRA, XAVIER; LEON, CARMELO y VAZQUEZ, MARÍA XOSÉ (2007). Economía Ambiental. Pearson educación SA, Madrid, 376 págs, ISBN 10:84-205-3651-2.
- LÓPEZ, M.O. (2007). Lineamientos conceptuales y metodológicos del sistema de indicadores ambientales para la Amazonia en el Programa regional de monitoreo ambiental. Proyecto Consolidación del Sistema de Información Ambiental Territorial SIAT Amazonia Colombiana. 978958-8317-15-1, 271 páginas, Minambiente, Sinchi,
- MEA (Millennium Ecosystem Assessment). 2004. Ecosystems and human well-being: our human planet. Washington, D.C. Island Press. EE.UU.
- MEA. 2005. Millenium Ecosystem Assessment, Ecosystems and human well-being: biodiversity synthesis. Washington, D.C. EE.UU. Nahlik, A. M., Kentula, M. E., Fennessy, M. S. y Landers, D. H. (2012). Where is the consensus? A proposed foundation for moving ecosystem service concepts into practice. *Ecological Economics*, (77). 27-35.
- 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

- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE MADS – PROGRAMA DE NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO PNUMA. (2014). V Informe nacional de biodiversidad de Colombia ante el convenio de diversidad biológica, Bogotá, D.C. 102 págs. Recuperado de: <http://www.co.undp.org/content/dam/colombia/docs/MedioAmbiente/undp-co-informe-biodiversidad-2014.pdf>
- MIRANDA T; MACHADO R; MACHADO H; BRUNET J. y DUQUENSE P. (2008). Valoración Económica de bienes y servicios ambientales en dos ecosistemas de uso ganadero. *Zootecnia Tropical* ISSN 187-189.
- 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.
- NEPSTAD, N.C., C.M. STICKLER, B. SOARES-FILHO, y F. MERRY. 2013. Interactions among Amazonian use, forest and climate: prospects for a near-term forest tipping point. *Phil. Trans. R. Soc. B* 363, 1737-1746. (doi: 10.1098/rstb.2008.0036).
- ODUM, H.T. y E.P. ODUM. 2000. The energetic basis for valuation of ecosystem services. *Ecosystems* 3:21-23.
- ODUM, E.P. (1989). *Ecology and our endangered life support system*. Sinauer Associates, Inc. Publishers, Sunderland, Massachusetts. EE.UU.
- ORJUELA-CHAVES, JOSÉ ALFREDO, ANDRADE HERNÁN y VARGAS YERALDINE (2014). Potential of carbon 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.
- ORJUELA, J.A. (2015). Valoración económica de servicios ecosistémicos. Propuesta de Tesis doctoral, Ciencias Naturales y Desarrollo Sustentable, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de la Amazonia.
- 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. (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, Y.Y (2016). Valoración Económica de coberturas en Predios agropecuarios de Belén de los Andaquíes, Caquetá. Memorias sobre el Simposio de

- Crecimiento Verde y Política Económica. Bogotá, Julio de 2017. Departamento Nacional de Planeación DNP. Recuperado en: [https://www.dnp.gov.co/Crecimiento-Verde/Documents/eventos/Simposio/Memorias\\_Simposio%20Crecimiento%20Verde\\_PDF.pdf](https://www.dnp.gov.co/Crecimiento-Verde/Documents/eventos/Simposio/Memorias_Simposio%20Crecimiento%20Verde_PDF.pdf)
- PARDO, YELLY YAMPARLI, ANDRADE, MILTON CESAR y 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, y 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 improvising eco-efficiency of tropical forage-based systems to mitigate greenhouse gas emissions. Centro Internacional de Agricultura CIAT, Cali, Colombia.
- PINDYCK, R. y RUBINFELD, D. (2009). Microeconomía, Pearson Educacion SA, Madrid págs. 208-209 ISBN 978-84-832-2706-0.
- POST, WM; KWON, KC. 2000. Soil carbon sequestration and land-use change: processes and potential. *Global Change Biology* 6:317-327.
- 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.
- RODRÍGUEZ, A.J (2008). Fundamentos del uso de instrumentos fiscales en la política ambiental. Oficina de Estudios Económicos DIAN, Colombia.
- RUIZ A., IBRAHIM M., LOCTELLI B., ANDRADE H., BEER J. 2004 F. Fijación y almacenamiento de carbono en sistemas silvopastoriles y competitividad económica de fincas ganaderas en Matiguás, Nicaragua. En: *Agroforestería en las Américas* N° 41-42 2004
- RUIZ, A. 2002. Fijación y almacenamiento de carbono en sistemas silvopastoriles y competitividad económica en Matiguás, Nicaragua. Turrialba, CR, CATIE. 111 p.
- SANJINES, J (2012). Métodos modernos y aplicaciones para la economía del medio ambiente: desde el paradigma de la inteligencia artificial. Editorial académica española. 156 págs. ISBN 978- 3659014093
- SEMARNAT. 2003. Introducción a los servicios ambientales. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y Hombre naturaleza, México, D.F. México.

- SEMARNAT. (2003). Introducción a los servicios ambientales. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y Hombre naturaleza, México, D.F. México.
- SEMARNAT. 2003. Introducción a los servicios ambientales. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y Hombre naturaleza, México, D.F. México.
- SOJA, A, NADEZDA M. TCHEBAKOVA B , NANCY H.F. FRENCH C , MICHAEL D. FLANNIGAN D , HERMAN H. SHUGART E,F, BRIAN J. STOCKS D , ANATOLY I. SUKHININ B , E.I. PARFENOVAB , F. STUART CHAPIN III F , PAUL W. STACKHOUSE JR. G. Climate-induced boreal forest change: Predictions versus current observations. *Science Direct Global and Planetary Change* 56 (2007) 274–296
- 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. y CARRIAZO, F. (2003). Introducción a la valoración ambiental y estudios de caso. CEDE – COLCIENCIAS – Ediciones, Uniandes. Bogotá, Colombia.

# Capítulo 2

## **ESTUDIOS DE VALORACIÓN ECONÓMICA DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS EN LOS SISTEMAS AGROPECUARIOS EN BELEN DE LOS ANDAQUÍES**

Para realizar la valoración económica de los servicios ecosistémicos (captura de carbono y protección a fuentes hídricas), conforme con los objetivos se realizó una caracterización de los sistemas productivos a partir de análisis descriptivo. Además de las características estructurales de las fincas, ambientales y las condiciones socioeconómicas de la comunidad inmersa en la zona de estudio, se complementó y profundizó el análisis de la caracterización a partir del cálculo de los niveles de pobreza y la relación entre los ingresos por actividades agropecuarias y los gastos de los hogares, en lo que se conoce como la propensión marginal al consumo PMgC.

Se presenta en este capítulo la estimación del carbono secuestrado en pasturas y en los cultivos de caucho como principales usos del suelo, para observar cómo se evidencia la dinámica de este servicio ambiental en los sistemas productivos; posteriormente se realizó la valoración de estos servicios ecosistémicos desde la perspectiva tanto de productores y propietarios de los sistemas productivos rurales como la percepción de los “consumidores” o beneficiarios de estos servicios ecosistémicos en la zona urbana del municipio de Belén de los Andaquíes.

Finalmente, se realiza la valoración de las coberturas boscosas, pasturas y cultivos, para determinar el costo de oportunidad de uso del suelo en las unidades productivas. Los resultados de la investigación se presentarán en las secciones 2.1 hasta 2.8.



## 2.1 CARACTERIZACIÓN DE SISTEMAS AGROPECUARIOS DE BELÉN DE LOS ANDAQUÍES, CAQUETÁ

*Yelly Yamparli Pardo Rozo<sup>1</sup>  
Parcival Peña Torres<sup>2</sup>*

### RESUMEN

En este apartado se presentan los resultados de la caracterización de los sistemas agropecuarios del municipio de Belén de Los Andaquíes, Caquetá. También se plantea esbozan algunos criterios de conformidad con algunos autores clásicos y experiencias de Instituciones de investigación científica en sistemas productivos del piedemonte amazónico. En una muestra de 55 fincas de la zona de estudio. Se empleó análisis descriptivo de aspectos tales como: extensión, número de personas en el hogar, tipo de coberturas, ingreso, actividades agropecuarias, extensión de las viviendas rurales, entre aspectos sociales, económicos, financieros y ambientales.

**PALABRAS CLAVES:** Sistemas productivos, fincas, servicios ambientales,

---

1 Estudiante Doctorado en Ciencias Naturales y Desarrollo Sustentable, Profesora Universidad de la Amazonia, Colombia, [y.pardo@udla.edu.co](mailto:y.pardo@udla.edu.co).

2 MSc en Administración, Especialista en Finanzas, Profersor Universidad de la Amazonia [p.peña@udla.edu.co](mailto:p.peña@udla.edu.co).

Agradecimientos a los auxiliares de investigación Andrés Felipe Cano y Yackeline Otálora (Ingeniero Agroecólogo y Administradora de Empresas de la Universidad de la Amazonía, respectivamente)

## **ABSTRACT**

In this section of the investigation, the results of the characterization of the agricultural systems of the municipality of Belén de Los Andaquíes, Caquetá, are presented. It also raises some criteria for the classification of conformity with some classic authors and experiences of scientific research institutions in productive systems of the Amazonian piedmont. A descriptive analysis of aspects such as: extension, number of people in the household, type of coverage, income, agricultural activities, extension of rural housing, among social, economic, financial and environmental aspects was used.

**KEY WORDS:** farms, environmental services, multivariate analysis.



## **INTRODUCCIÓN**

El objetivo es caracterizar las fincas ganaderas del municipio de Belén de los Andaquíes en Caquetá, empleando criterios socioeconómicos y ambientales mediante análisis descriptivo.

Caquetá es considerado una de las zonas más biodiversas de Colombia, la majestuosidad una selva milenaria, así como la riqueza hídrica y mineral lo convierten en uno de los lugares más promisorios del planeta, Belén de los Andaquíes, municipio verde de Colombia, presenta una oferta paisajística importante para el desarrollo de actividades turísticas e investigativas, además de la posibilidad de encontrar un alto potencial en fauna, flora, y recursos hidrobiológicos, actualmente cuenta con 10 áreas protegidas, hace parte del Parque Nacional Alto Fragua Indi Wasi y 9 iniciativas de conservación local.

Sin embargo, Caquetá hace parte de las zonas con mayor intensidad y persistencia de la deforestación según reportes del IDEAM, los bosques son transformados por pastos para la ganadería extensiva y éste perjudica las rondas hídricas de los grandes ríos, que pierden caudal porque quienes retienen el agua son los árboles. Como alternativa para contrarrestar las diferentes causas de la deforestación se puede dar paso al impulso de la producción y explotación de caucho y el aprovechamiento de los servicios ecosistémicos como la captura de carbono, como aporte a la mitigación del cambio climático.

## **REVISIÓN LITERARIA**

La caracterización de los sistemas productivos rurales comprende factores de diferente naturaleza, tales como aspectos económicos, sociales, culturales y ambientales. Entre los aspectos socioeconómicos se tienen la actividad económica, el nivel de ingresos, gastos, nivel educativo, grado de pobreza, número de personas que componen el hogar, inclusive el género. Conceptos relacionados pero que difieren sustancialmente frente a la caracterización de los predios productivos o fincas son la clasificación y tipificación.

Para Hart (1985) la finca o predio productivo rural como un sistema, funciona como una unidad en la que existen diferentes elementos en su estructura o la combinación de estas como el tamaño (en hectáreas), el número, tipo, riqueza e interacción de los agroecosistemas de una finca (coberturas, unidades de paisajes, actividades agropecuarias, productividad, entre otras).

Caracterizar un predio productivo involucra además de la descripción de cada una de las variables o factores socioeconómicos, políticos, ambientales y culturales, establecer un rasgo distintivo o la identificación de características determinantes que dividen o agrupan, donde se exponen estas en valoración y compara-

ción, sin entrar a observar las interrelaciones, sus causas y consecuencias como es el papel de la tipificación.

En el quehacer investigativo del Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI, la tipificación y la clasificación son definidas como arreglos espacio temporales de las actividades productivas y sus estructuras, lo que constituye un instrumento de análisis para la planeación y orientación de política pública rural. Las variables más relevantes halladas en los estudios del SINCHI son las relacionadas con las actividades productivas, relaciones de la producción, variables de tipo espacial y otras denominadas de control y validación, la orientación de la producción, los costos de producción, el destino de la producción, el origen de la mano de obra, nivel tecnológico, el apoyo institucional y el uso del suelo. Autores como Alfonso (1975), consideran que para caracterizar se deben involucrar la mayor cantidad de variables o atributos relevantes posibles, evitando correlaciones en los análisis que generen repeticiones o sesgos en los análisis.

Hart (1982) establece que algunos criterios de clasificación se relacionan sobre la tenencia, tipo de mano de obra, costo de los créditos, (familiar u otra) y el capital (costo real del crédito para el productor, no la tasa de interés bancario); iii) la productividad biológica (peso seco/unidad de área/unidad de tiempo), comparada con la productividad de los ecosistemas naturales en el mismo ambiente; iv) el valor total de la biomasa producida en la finca (ingresos brutos/unidad de área/unidad de tiempo), comparado con el valor de la finca de mayor producción en la región y v) el número y tipo de niveles de subsistemas (cultivos, ganados, procesamiento) y componentes encontrados en la finca.

Algunas fases de los estudios de caracterización son: elección de la zona de estudio, selección del tamaño de la muestra, diseño del instrumento (encuesta o entrevista), prueba piloto, organización y sistematización de la información, obtención y análisis de datos y finalmente la determinación de categorías o clases de sistemas productivos.

Además de la estadística descriptiva, existe el análisis multivariado que permite operativizar la clasificación y tipificación de las unidades productivas (Escobar & Berdegué, 1990) donde la utilidad de los métodos multivariantes es que permiten construir conjuntos a partir de varios factores que simultáneamente determinan dicha agrupación; entre los métodos más destacados se encuentra el análisis de conglomerados, componentes principales análisis correlacional entre otras formas, cuya elección está sujeta a la naturaleza de los factores.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El estudio es cualitativo y cuantitativo por la naturaleza del análisis de sus variables. La unidad objeto de estudio fueron las fincas ganaderas de la zona de estudio que comprende las veredas del municipio de Belén de los Andaquíes que tienen una influencia directa e indirecta a la quebrada la Mono; se empleó muestreo estratificado proporcional con una variabilidad  $S$  de 0,5 para las variables principales (ha) y un nivel de error  $\alpha = 10\%$ , se parte de una población de 300 predios ganaderos, con lo que se obtuvo una muestra de 55 fincas. El 31% de la muestra pertenecen a la vereda Aguadulce, el 24% a Fragua Delicias, 15% a La Mono, 11% a la vereda Azabache y el porcentaje restante a Sánchez.

Se utilizó la técnica de encuesta para la recolección de información primaria, aplicada a los productores y propietarios; para validar los datos, se realizó un taller participativo denominado Día de Escuela de Campo, donde se les socializó el proyecto y sus alcances, se les impartió una charla y se realizó una valoración de la percepción de los productores sobre el estudio. Se empleó análisis de clúster y componentes principales como método de clasificación de las fincas, y los criterios de Hart (1990) para la tipificación de los sistemas productivos. Como herramienta tecnológica se empleó el programa InfoStat versión académica 2016.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Descripción socioeconómica de los productores y propietarios de los sistemas productivos**

Se aplicaron 75 encuestas en el área de influencia microcuenca la Mono de las cuales 55 aplicaron con actividades de ganadería. Los encuestados fueron en su mayoría hombres con un 89% y el resto mujeres con un 11%, se determinó que el 45% de los jefes de hogar están en el rango de 41 a 60 años, seguido de un 35% entre 21 a 40 años, un 16% entre 61 a 80 años; sólo un 2% en el rango de 1 a 20 años y el 2% restante de 80 años en adelante, igualmente se pudo establecer que el 36% de los jefes de hogar viven en unión libre, el 29% son solteros, un 24% son casados y un 10% se encuentran divorciados o viudos, su labor es trabajar en la finca con un 95%, el 4% realiza labores en el hogar y el 2% son pensionados y el mayor porcentaje de los encuestados dedican un tiempo de 7 días a la labor en la finca con un 93%.

En cuanto al cargo que ocupan el 75% son propietarios de las fincas, el 20% son administradores de las propiedades, el 4% están avaluadas y un 2% las han tomado por medio de acto de posesión.

El 26% de los jefes de hogar encuestados no han terminado la primaria, seguido de un 24% que sí ha culminado su educación básica primaria. Un 9% finiquitó el ciclo de bachillerato y sólo un 5% ha estudiado una carrera técnica; del total de encuestados el 7% no posee educación formal alguna.

De igual forma se indagó sobre el cónyuge de los jefes de hogar y se concluyó que el 94% son de género femenino y un 6% son masculinos, la mayoría está en un rango de 21 a 60 años con un 91%, el 42% tienen un nivel de formación igual o inferior a la educación básica primaria, el 24% son bachilleres, el 3% son técnicos y el 6% no ha realizado ningún tipo de estudio.

Los hogares de los encuestados presentaron una media de 4 integrantes, el promedio de hijos por hogar fue de 2, donde la cantidad más usual es de 1 hijo y la máxima encontrada es de 7. Cabe resaltar que del total de la muestra 16 personas no dieron respuesta a esta variable.

*Tabla 1 Veredas de la zona rural en Belén*

<b>Veredas</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>% Relatividad</b>
Agua dulce	17	31%
Azabache	6	11%
El portal	1	2%
Fragua delicias	13	24%
Galán	1	2%
La Mono	8	15%
Puerto Londoño	3	5%
Sánchez	2	4%
Tortuga	3	5%
Tortuga estrella	1	2%
<b>TOTAL</b>	<b>55</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 1 se muestran de manera detallada las veredas que circundan la microcuenca La Mono y que fueron tomadas como muestra para la aplicación de las 55 encuestas; el 70% de la muestra estuvo concentrada en las veredas Agua Dulce, Fragua Delicias y La Mono.

*Tabla 2. Parámetros de la variable Ingresos mensuales del Jefe de Hogar*

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>
Promedio	812.364
Mediana	600.000
Moda	600.000
Desviación estándar	624.084
Max	3.000.000
Min	0
No de observaciones	55
Atípicos	

En la tabla 2 ingreso hogar, se mostró que el ingreso mensual de los jefes de hogar se encuentra en un promedio de \$812.364; la media aritmética no representa la realidad de los ingresos de la gran mayoría de los encuestados por cuanto la desviación estándar es alta ( $\pm$ \$624.084) respecto al promedio, lo cual nos indica que hay jefes de hogar que perciben ingresos alrededor de \$1.436.000, como hay otros que tan solo perciben alrededor de \$188.000.

La mitad de los encuestados perciben ingresos mensuales superiores a \$600.000 y el ingreso que más tiene mayor frecuencia absoluta es por un valor de \$600.000.

*Tabla 3. Ingresos mensuales diferentes de la actividad agropecuaria.*

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>
Promedio	187.273
Mediana	0
Moda	0
Desviación estándar	690.834
Max	4.000.000
Min	0
No de observaciones	53
No contesto	2
Total	55

En la tabla 3 se puede identificar que el promedio de ingresos no agropecuarios es de \$187.273, lo cual indica que los ingresos económicos en su gran mayoría provienen de la finca.

*Tabla 4. Ingresos mensuales del jefe de hogar.*

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>
Promedio	673.200
Mediana	555.000
Moda	#n/a
Desviación estándar	621.312
Max	4.650.000
Min	185.000
No de observaciones	55

En la tabla 4 se obtuvo los gastos mensuales que tiene las personas encuestadas en su hogar, en promedio fueron de \$673.200, en este modelo no existe moda debido a que todos los datos de la muestra tienen la misma frecuencia no hay un dato que sea mayor al resto, el punto medio de los gastos es de \$555.000 y hay hogares en donde los gastos ascienden a los \$4.650.000 como otros que tienen mínimo un gasto de \$185.000.

*Tabla 5 Tamaño de la finca en hectáreas.*

<b>Extensión Finca en Hectáreas</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>% Relatividad</b>
Hasta 50 hectáreas	29	53%
51 a 100 hectáreas	13	24%
101 a 300 hectáreas	12	22%
301 hectáreas en adelante	1	2%
<b>Total</b>	<b>55</b>	<b>100%</b>

La tabla 5 muestra que la mayor proporción de hectáreas que tiene la finca de los 55 encuestados son hasta 50 hectáreas con un 29% seguido de un 24% que está entre 51 a 100 hectáreas y un 22% cuentan con una extensión entre 101 a 300 hectáreas, tan solo un 2% tienen una extensión de 301 hectáreas en adelante.

En la tabla 6 se puede observar que el precio promedio de adquisición de una finca es de \$35.796.327, el valor más usual de compra es de \$8.000.000, los datos se encuentran desviados significativamente en \$68.520.486 con respecto al promedio debido a la antigüedad que tiene algunas fincas en su precio pues existen fincas con un precio máximo de \$400.000.000 y otras con un mínimo de \$8.000, de los 55 encuestados hubo 7 personas que no dieron información y otras 4 que fueron adquiridas ya sea a través de invasión, herencia o permuta.

*Tabla 6 Precio de compra de la Finca.*

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>
Promedio	35.796.327
Mediana	29.000.000
Moda	8.000.000
Desviación estándar	68.520.486
Max	400.000.000
Min	8.000.000
No de observaciones	44
No contesto	7
No aplica (invasión-herencia-permuta)	4
<b>Total</b>	<b>55</b>

*Tabla 7 Precio de compra por hectárea.*

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>
Promedio	3.967.176
Mediana	3.666.667
Moda	5.000.000
Desviación estándar	3.056.516
Max	15.000.000
Min	1.389.000

En la tabla 8 solo se tuvo en cuenta 41 observaciones debido a que 14 fincas no poseían cobertura en bosques. En promedio una finca posee 5 hectáreas de cobertura en bosques, con un máximo tienen 20 ha y un mínimo 0.5 ha.

*Tabla 8. Cobertura en bosques de las fincas.*

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>
Promedio	5
Mediana	4
Moda	2
Desviación estándar	4
Max	20
Min	0,5
No de observaciones	41

En la tabla 9 se puede determinar la distancia que existe del centro al poblado en minutos, en promedio una persona se gasta 50 minutos en llegar del centro al poblado, los datos se encuentran desviados en 27 minutos con respecto al promedio debido a que no todos cuentan con el mismo vehículo de transporte y no todas las fincas se encuentran concentradas en un mismo lugar, unas pueden estar más cerca y otras lejos del poblado; el tiempo máximo fue de 130 minutos y el mínimo 2 minutos. De los encuestados el 56% se transporta en moto, 18% en moto y mixto.

*Tabla 9 Distancia al centro poblado en tiempo.*

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>
Promedio	50
Mediana	45
Moda	60
Desviación estándar	27
Total	55

Respecto a las condiciones de las viviendas se logró evidenciar que la gran mayoría de las paredes de la vivienda están conformadas por madera con un 55%, el 42% son en material de cemento y un 4% están construidas con cemento y madera, en cuanto a los pisos de las viviendas el 85% son de cemento, el 9% en madera, un 4% son en tierra y el 2% su material de piso es en cemento y madera. El 96% de las viviendas cuentan con el servicio de energía eléctrica y tan solo un 4% no disfrutan de este servicio; el 96% de las viviendas no poseen el servicio de internet y solo un 4% lo han adquirido; el 82% de los hogares tienen señal de televisión en sus viviendas.

También se pudo determinar que el 82% de las viviendas poseen como única fuente de abastecimiento el aljibe y el resto de la población se abastece de alguna quebrada, laguna o río.

El tipo de población que más predomina entre los encuestados son desplazados con un 47%, el 53% no pertenece a ningún grupo vulnerable de minorías y especiales. Así mismo se encontró que el 89% de los entrevistados pertenecen al régimen de salud subsidiado, el 9% aportan al sistema contributivo y un 2% no dieron información de su sistema de salud.



*Tabla 10 Disponibilidad de agua y fuentes hídricas en el hogar.*

<b>Fuentes Hídricas</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>% Relatividad</b>
Aljibe, rio, quebrada y laguna	4	7%
Aljibe, laguna y nacimiento	1	2%
Aljibe y laguna	7	13%
Aljibe, quebrada y laguna	12	22%
Aljibe y quebrada	6	11%
Aljibe, quebrada, laguna y nacimiento	2	4%
Aljibe, quebrada y nacimiento	15	27%
Quebrada	2	4%
Quebrada, laguna y nacimiento	1	2%
Quebrada y laguna	3	5%
Quebrada y nacimiento	1	2%
Laguna y nacimiento	1	2%
<b>Total</b>	<b>55</b>	<b>100%</b>

De la tabla 10 se puede determinar que el 73% de los predios cuentan con fuentes de abastecimiento ya sea aljibe, laguna, quebrada o nacimientos.

En la tabla 11 se observa que el 54% de los predios poseen una alta permanencia de agua durante el tiempo de sequía, el 24% tienen un abastecimiento medio y el 22% restante es bajo o muy bajo la permanencia de agua en épocas de sequía.

*Tabla 11. Disponibilidad de agua en el predio en periodos de sequía.*

<b>Disponibilidad de Agua en Sequía</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>% Relatividad</b>
Nulo	1	2%
Muy bajo	4	7%
Bajo	7	13%
Medio	13	24%
Alto	26	47%
Muy alto	4	7%
<b>Total</b>	<b>55</b>	<b>100%</b>

Los datos recolectados en la tabla 12 se puede identificar que el promedio de bosques deforestados es de 24 ha lo cual refleja la realidad de los datos debido a que la desviación estándar es de 27 ha próximo al valor del promedio.

*Tabla 12. Número de ha deforestadas en el predio.*

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>
Promedio	24
Mediana	20
Moda	20
Desviación estándar	27
Max	102
Min	1
No de observaciones	21
No contesto	2
Total	23

De los 55 encuestados en la tabla 13 sólo se tuvo en cuenta 7 datos porque los 48 restantes no habían realizado ningún tipo de reforestación en sus predios lo cual alteraba los resultados sobre los que si habían realizados plantaciones, 5 dieron respuesta a la pregunta y dos no dieron información, de lo anterior se puede determinar que el promedio de hectáreas de bosques plantados por año es de 13 hectáreas.

*Tabla 13. Siembra anual en el predio de árboles en hectáreas.*

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>
Promedio	13
Mediana	8
Desviación estándar	12
Max	30
Min	0,2
No de observaciones	5
No contexto	2
Total	7

La tabla 14 determina que el 38% de los encuestados no han tenido ninguna vinculación con programas en sus proyectos productivos, el 24% han realizado proyectos en convenio con instituciones científicas y el 13% con la alcaldía.

*Tabla 14. Participación del productor en proyectos productivos.*

<b>Vinculación de Proyectos Productivos</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>% Relatividad</b>
Gobernación	1	2%
Alcaldía	7	13%
Institución científica	13	24%
Empresa privada	0	0%
Cooperación internacional	1	2%
ONG	5	9%
Alcaldía e institución científica	2	4%
Gobernación y alcaldía	2	4%
Institución científica y ONG	1	2%
Gobernación e institución científica	2	4%
Ninguna	21	38%
<b>Total</b>	<b>55</b>	<b>100%</b>

En la tabla 15 se puede observar que la gran mayoría de los encuestados (un 60%) conoce los problemas ambientales que genera la actividad agropecuaria frente al 40% que no tienen conocimiento acerca del tema.

*Tabla 15. Conocimiento del productor de problemas ambientales en la actividad agropecuaria.*

<b>Conoce los problemas ambientales</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>% Relatividad</b>
Si	33	60%
No	22	40%
<b>Total</b>	<b>55</b>	<b>100%</b>

En la tabla 16 se encuentra que el 69% de los encuestados no conocen que son los servicios ecosistémicos y el 31% si tienen conocimiento frente al tema.

*Tabla 16. Conocimiento de los productores sobre la definición de servicios ecosistémicos.*

<b>¿Conoce que son los SE?</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>% Relatividad</b>
Si	17	31%
No	38	69%
<b>Total</b>	<b>55</b>	<b>100%</b>

Frente a la importancia de los servicios ecosistémicos en la tabla 17 se identifica que el 69% de los encuestados no conocen la importancia de los servicios ecosistémicos y el 31% si reconoce su importancia.

*Tabla 17. Conocimiento de los productores sobre la Importancia sobre los Servicios Ecosistémicos.*

<b>Conoce la Importancia de los SE</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>% Relatividad</b>
Si	17	31%
No	38	69%
Total	55	100%

En la tabla 18 se puede determinar que el 73% de los encuestados dicen no conocer cuáles son los servicios ecosistémicos inmersos en sus tierras frente a un 27% que si admiten conocerlos. Lo anterior hace que los recursos naturales puedan ser destruidos por desconocimiento de su importancia conforme con su potencial natural y económico para el productor.

*Tabla 18. Conocimiento del productor sobre los servicios ecosistémicos en sus tierras.*

<b>Conoce los SE inmersos en sus Tierras</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>% Relatividad</b>
Si	15	27%
No	40	73%
Total	55	100%

Respecto del problema global sobre el calentamiento global, se indagó a los productores sobre su conocimiento frente a este fenómeno. En la tabla 19 se pudo identificar que la mayoría de los encuestados el 75% conoce sobre el fenómeno frente a un 25% que lo desconoce.

*Tabla 19. Conocimiento del productor sobre el calentamiento global.*

<b>Conoce que es el Calentamiento Global</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>% Relatividad</b>
Si	41	75%
No	14	25%
Total	55	100%

En la tabla 20, el 71% de los encuestados manifestaron no tener conocimiento sobre el almacenamiento de carbono y el 29% afirma no saber nada sobre el tema.

*Tabla 20. Conocimiento del productor sobre el Almacenamiento de Carbono.*

<b>Conoce que es el Almacenamiento de Carbono</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>% Relatividad</b>
Si	16	29%
No	39	71%
<b>Total</b>	<b>55</b>	<b>100%</b>

Frente a la importancia del almacenamiento de carbono en la tabla 21, el 71% mencionaron que es muy importante el tema y un 29% opinaron lo contrario.

*Tabla 21. Conocimiento de la importancia del servicio ecosistémico almacenamiento de carbono.*

<b>Conoce la Importancia del Almacenamiento de Carbono</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>% Relatividad</b>
Si	16	29%
No	39	71%
<b>Total</b>	<b>55</b>	<b>100%</b>

Luego de estas preguntas, a los encuestados se les capacitó en la temática mediante un taller de capo (ver apartado 2.8). De la tabla 22 el 93% de los encuestados mencionaron que estarían dispuestos a aceptar una compensación por conservar las coberturas de bosques en su finca para almacenamiento de carbono y solo un 7% no están en la disposición de aceptar un pago por servicio ambiental PSA.

*Tabla 22. Apreciación del productor sobre una Disponibilidad a aceptar DAA por un PSA por Almacenamiento de Carbono.*

<b>DAA por un PSA</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>% Relatividad</b>
Si	51	93%
No	4	7%
<b>Total</b>	<b>55</b>	<b>100%</b>

Posteriormente, se indagó sobre el monto del valor de la Disponibilidad a Aceptar. En la tabla 23 se presentan los parámetros obtenidos para esta variable. Los resultados fueron los siguientes:

*Tabla 23. Valor de la Disponibilidad a aceptar mensual del productor por hectárea por el servicio ecosistémico almacenamiento de carbono.*

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>
Promedio	1.785.192
Mediana	750.000
Moda	1.000.000
Desviación estándar	3.220.632
Max	15.000.000
Min	70.000
No de observaciones	52
No contesto	3
Total	55

El valor promedio que estaría una persona dispuesta aceptar por el PSA almacenamiento de carbono fue de \$1.785.192, la desviación estándar se encuentra por encima del promedio, los datos están muy dispersos como se puede observar en la tabla existe un valor mínimo que es de \$70.000 y el valor máximo de \$15.000.000, lo cual refleja la dispersión en \$3.220.632. El valor más usual fue de \$1.000.000. En total hubo 52 observaciones y sólo 3 personas no expresaron ningún valor aceptar.

La pregunta anterior se realizó de manera abierta, pero luego se les preguntó nuevamente sobre la DAA en unos rangos preestablecidos. En la tabla 24 se presentan los resultados.

*Tabla 24. Disposición a aceptar mensual por un PSA por almacenamiento de carbono por una ha.*

<b>Disponibilidad a pagar mensual</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>% Relatividad</b>
Hasta \$ 1,000,000	41	75%
\$ 1,000,001 a \$ 5,000,000	7	13%
\$ 5,000,001 a \$ 10,000,000	2	4%
\$ 10,000,001 a \$ 15,000,000	2	4%
Total	52	95%

El 75% de los encuestados opinaron que estarían dispuestos a aceptar un pago por servicios ambientales captura de carbono por hectárea al mes en un rango menor o igual a un \$1,000.000, el 13% entre \$1.000.001 a \$5.000.000 y un 8% más de \$5.000.001. En la tabla 25, el 96% de las personas encuestadas mencio-

naron que estarían dispuestos a participar en un programa de pago por servicios ambientales y sólo un 4% no estarían dispuestos a participar en el programa.

*Tabla 25. Participación del productor en un programa de Pagos por Servicios Ambientales.*

<b>Participación en Programa PSA</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>% Relatividad</b>
Si	53	96%
No	2	4%
<b>Total</b>	<b>55</b>	<b>100%</b>

En la tabla 26 se observa que de los 55 encuestados participarían en un programa de PSA con el fin de proteger el medio ambiente y los bosques, un 11% participaría por recibir beneficios económicos; a un 2% no les interesa el tema o no contestaron.

*Tabla 26. Motivaciones de los productores para participar en un PSA.*

<b>Motivaciones para participar en un PSA</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>% Relatividad</b>
Protección de bosques y fuentes hídricas	17	31%
Protección medio ambiente	30	55%
Recibir beneficios económicos	6	11%
No le interesa el tema	1	2%
No contesto	1	2%
<b>Total</b>	<b>55</b>	<b>100%</b>

## VARIABLES ESTRUCTURALES Y AMBIENTALES DE LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS

A continuación se presenta la descripción de las fincas por su tamaño, coberturas, actividades agropecuarias. En la tabla 27 se presenta la extensión de las fincas.

*Tabla 27. Tamaño de las fincas de la muestra.*

<b>Extensión</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>% Relatividad</b>
Hasta 50 (Microfincas)	29	53%
51 a 100 (Pequeñas)	13	24%
101 a 300 (Medianas)	12	22%
301 ha en adelante (Grandes)	1	2%
Total	55	100%

De las 55 fincas solo 41 (74,5%) tienen cobertura boscosa, con un promedio de 4 ha por finca. El máximo valor fue de 20 ha y el mínimo de 1 ha. De otro lado, el 81,17% de las fincas tienen pasturas y el 18,82% potreros y/o rastrojos. La distribución en hectáreas de pasturas es proporcional en las tres clases de predios, pues el 53% (que suman 720,95 ha en total de la muestra) se encuentran en las microfincas, el 24% (796 ha) del total de las pasturas se encuentran en fincas pequeñas; el 22% (735 ha) se encuentran en los predios medianos y un 2% en grandes extensiones de tierra. La extensión en pastos para las micro fincas tiene un promedio de 14,53 ha; 49 ha para fincas pequeñas y 122 ha para fincas medianas.

El promedio de pasturas en general es de 25,91 ha por finca. Los cultivos solo se presentan en el 61,17% de las fincas. En las microfincas se concentran el 84,61% de los cultivos, con un promedio de 4,57 ha. En la actividad agrícola los principales cultivos son: caucho, palma, cacao, yuca, plátano, caña, frutales amazónicos como arazá y copoazú, piña y borjón. Los principales productos del campo son la leche, huevos, carne de cerdo y otras carnes.

En lo referente a la disponibilidad de agua en fuentes hídricas en temporadas de sequía, se observó que el 54% de los predios poseen una alta permanencia de agua durante el tiempo de sequía, el 24% tienen un abastecimiento medio y el 22% restante es bajo o muy bajo la permanencia de agua en épocas de sequía, lo que puede afectar sus actividades productivas, pero no las domésticas. En materia de deforestación de 41 propietarios que tienen bosque solo 7 personas, han realizado actividades de reforestación, con un promedio de 3 hectáreas de bosques plantados por año; para esta zona la tasa de deforestación fue de 0,65 ha año<sup>-1</sup>.



**Identificación florística en la zona.** El alto impacto de la deforestación de bosques, gracias a la siembra de cultivos agrícolas y establecimientos de pasturas sin la prestación de un control en cuanto a las condiciones específicas de la región, ha propiciado grandes problemas ambientales y económicos (Zarco *et al.*, 2010).

Según Guayara, 2010, para la región Amazónica Colombiana perdieron eficacia ante la rápida degradación de las pasturas y el daño respecto a fertilidad por causa del sistema inadecuado de manejo de los suelos.

Para el departamento del Caquetá, la producción ganadera se ha convertido en el principal sector económico, razón por la cual actualmente los bosques están siendo talados en laderas muy inclinadas generando graves problemas en cuanto a deslizamientos y afectación en los recursos hídricos (Zapata *et al.*, 2013).

Específicamente el municipio de Belén de los Andaquíes, siendo un lugar con una gran biodiversidad gracias a su ubicación geográfica, tamaño, estructura y composición de la vegetación, sin embargo los procesos de deforestación por la producción agrícola y agropecuaria, genera cambios en la cobertura del suelo lo que crea condiciones de susceptibilidad en cuanto a la pérdida de su diversidad florística (Corpoamazonía, 2011).

Los colonos que habitan en el lugar y desarrollan actividades de ganadería y agricultura tradicional en economías de subsistencia (Guayara, 2010), reportan diversas especies arbóreas, de ahí radica la importancia que ellos tienen en conocimiento ha permitido la identificación de especies importantes que necesitan la conservación de su hábitat. Esto crea la necesidad de ejecutar un plan de gestión ambiental que conlleve a la conservación y recuperación de estos especímenes.

En virtud de lo anterior se presentan los resultados de este estudio cuyo objetivo fue determinar las especies de plantas que han sido reconocidas por los productores agropecuarios en bosques cercanos a su área de producción y la identificación taxonómica de dichos ejemplares.

A continuación se presenta la flora asociada a los bosques en sistemas productivos agropecuarios.

Tabla 28. Listado de plantas identificadas por los productores.

Nombre común	Especie	Familia
Golondrino	<i>Guatteria megalophylla</i> Diels	Annonaceae
Juan cerindo	<i>Rhigospira quadrangularis</i> (Müll. Arg.) Miers	Apocynaceae
Perillo	<i>Couma macrocarpa</i> Barb. Rodr.	Apocynaceae
Caimo	<i>Tabernaemontana macrocalyx</i> Müll. Arg.	Apocynaceae
Árbol de palmito	<i>Iriarteia</i> sp.	Arecaceae

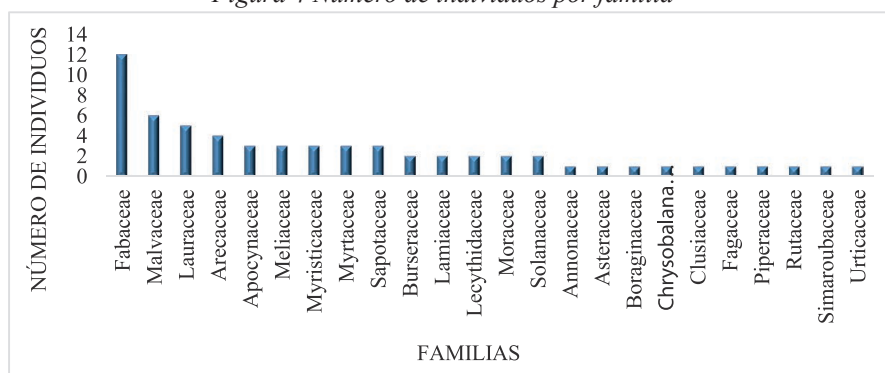
Palma guajo	<i>Bactris simplicifrons</i> Mart.	Arecaceae
Chontaduro	<i>Bactris gasipaes</i> Kunth	Arecaceae
Palma Africana	<i>Elaeis guineensis</i> L.	Arecaceae
Boca de indio	<i>Piptocoma discolor</i> (Kunth) Pruski	Asteraceae
Nogal	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Cham	Boraginaceae
Laurel colorado	<i>Dacryodes amplexans</i> Daly & MC Martínez	Bursaceae
Laurel negro	<i>Dacryodes chimantensis</i> Steyerem. & Maguire	Bursaceae
Guamo cerindo	<i>Licania heteromorpha</i> Benth	Chrysobalanaceae
Cucharo	<i>Chrysochlamys membranacea</i> Planch. & Triana	Clusiaceae
Palocruz	<i>Brownea coccinea</i> Jacq.	Fabaceae
Patudo	<i>Bauhinia tarapotensis</i> Benth. ex J.F. Macbr.	Fabaceae
Achapo	<i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke	Fabaceae
Carbon	<i>Zygia cataractae</i> (Kunth) L. Rico	Fabaceae
Guamo	<i>Inga marginata</i> Kunth	Fabaceae
Guarango	<i>Parkia velutina</i> Benoist	Fabaceae
Cachimbo	<i>Erythrina fusca</i> Lour.	Fabaceae
Escobo	<i>Fissicalyx fendleri</i> Benth.	Fabaceae
Granadillo	<i>Platymiscium pinnatum</i> (Jacq.) Dugand	Fabaceae
Guamo blanco	<i>Tachigali pilosa</i> van der Werff	Fabaceae
Guamo colorado	<i>Macrobium acaciifolium</i> (Benth.) Benth.	Fabaceae
Guamo piedra	<i>Inga edulis</i> Mart.	Fabaceae
Roble	<i>Quercus humboldtii</i> Bonpl.	Fagaceae
Melina	<i>Gmelina arborea</i> Roxb.	Lamiaceae
Ahumado	<i>Vitex excelsa</i> Moldenke	Lamiaceae
Amarillo real	<i>Ocotea argyrophylla</i> Ducke	Lauraceae
Comino	<i>Aniba perutilis</i> Hemsl.	Lauraceae
Laurel amarillo	<i>Nectandra turbacensis</i> (Kunth) Nees	Lauraceae
Laurel comino	<i>Ocotea</i> sp.	Lauraceae
Guacharaco	<i>Cinnamomum triplinerve</i> (Ruiz & Pav.) Kosterm.	Lauraceae
Abarco	<i>Cariniana pyriformis</i> Miers	Lecythidaceae
Arrayan	<i>Eschweilera coriacea</i> (DC.) S.A. Mori	Lecythidaceae
Tehobroma de monte	<i>Theobroma glaucum</i> H. Karst.	Malvaceae

Nombre común	Especie	Familia
Valso	<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb.	Malvaceae
Zapote	<i>Matisia lomensis</i> (Cuatrec.) Cuatrec.	Malvaceae
Balso	<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb.	Malvaceae
Cadillo	<i>Triumfetta mollissima</i> Kunth	Malvaceae
Guacimo	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Malvaceae
Vilivil	<i>Guarea cinnamomea</i> Harms	Meliaceae
Bilibil	<i>Guarea trichilioides</i> L.	Meliaceae
Cedro	<i>Cedrela odorata</i> L.	Meliaceae
Pierna de pisco	<i>Batocarpus orinocensis</i> H. Karst.	Moraceae
Granadillo	<i>Brosimum rubescens</i> Taub.	Moraceae
Arracacho	<i>Osteopholen platyspermun</i>	Myristicaceae
Otobo	<i>Dialyanthera gracilipes</i> A.C. Sm.	Myristicaceae
Sangre toro	<i>Virola sebifera</i> Aubl.	Myristicaceae
Pomo monte	<i>Syzygium</i> sp.	Myrtaceae
Pomo roso	<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	Myrtaceae
Berraquillo	<i>Calyptranthes speciosa</i> Sagot	Myrtaceae
Indio viejo	<i>Piper peltatum</i> Ruiz & Pav.	Piperaceae
Limón	<i>Citrus × limon</i> (L.) Osbeck	Rutaceae
Bizcocho	<i>Micropholis guyanensis</i> (A. DC.) Pierre	Sapotaceae
Caimo piedra	<i>Pouteria guianensis</i> Aubl.	Sapotaceae
Hojiancho	<i>Pouteria</i> sp.	Sapotaceae
Aceituno o cedrillo	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	Simaroubaceae
Pepito	<i>Solanum mammosum</i> L.	Solanaceae
Pepo	<i>Solanum cyathophorum</i> M. Nee & Farruggia	Solanaceae
Yarumo	<i>Cecropia angustifolia</i> Trécul	Urticaceae

Se determinaron 62 especies reconocidas en los bosques por los productores (ver tabla 28), varios de los especímenes son pertenecientes a la región y tiene una función específica para los ecosistemas, otros por el contrario son especies introducidas con fines económicos.

En la figura 4, la familia que presentó mayor número de individuos reconocidos por los productores fue la familia FABACEAE (14 individuos).

Figura 4 Número de individuos por familia



En los resultados obtenidos con las especies determinadas, se encontró que algunos especímenes (ver tabla 29), se hallaban dentro de las categorías de amenaza de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Para el departamento del Caquetá se considera unas de las mayores tasas de deforestación en el país Trujillo *et al.*, (2015), esto se debe al impacto que ha generado las actividades humanas como la sobreexplotación, fragmentación de hábitat para actividades productivas, la introducción de especies exóticas, entre otras, son las principales causas que amenazan directamente a las especies que habitan en ese territorio, estos factores provocan la reducción del tamaño de las poblaciones e incremento del riesgo de extinción florístico.

Tabla 29. Especies de plantas amenazadas del municipio de Belén de los Andaquíes (LC en preocupación menor; CR en peligro crítico; EN en peligro; CR en peligro crítico y VU vulnerable).

Nombre común	Familia	Especie	Categoría
Palma guajo	Arecaceae	<i>Bactris simplicifrons</i> Mart.	LC
Abarco	Lecythidaceae	<i>Cariniana pyriformis</i> Miers	CR
Comino	Lauraceae	<i>Aniba perutilis</i> Hemsl.	CR
Cedro	Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.	EN
Roble	Fagaceae	<i>Quercus humboldtii</i> Bonpl.	VU

Para el municipio la importancia de darle prestigio respecto a la preservación de los ecosistemas y la gran biodiversidad que presenta, crea la necesidad de implementar planes de protección de áreas debido a que la estimación de estas áreas almacena al menos el 15% del carbono terrestre (Camacho, 2016).

Estos planes de gestión ambiental sirven como herramienta de planificación que surge del constante compromiso de cumplimiento normativo y se realice estudios donde analicen los factores detonantes de las amenazas, estima la evaluación integral en el tiempo (Plan municipal de gestión de riesgos y desastres Belén de los Andaquíes, 2012).

### **Percepción del propietario sobre la problemática ambiental y el potencial de los servicios ambientales**

Se indagó sobre el conocimiento de estos sobre el calentamiento global y cambio climático y se encontró que solo un 75% saben de qué se trata frente a un 25% que desconoce el tema y sus implicaciones. De hecho, solo el 60% conocen cuales son los problemas ambientales que genera la actividad agropecuaria en el medio ambiente.

De igual forma, solo un 31% conocen que son los servicios ecosistémicos y su importancia, frente a un 69% que desconocen estos temas. Sin embargo solo el 27% identifican cuales de estos servicios pueden estar inmersos en sus predios; de estos el 29% mencionaron el almacenamiento de carbono y su importancia contra cambio climático. Luego de las jornadas de sensibilización y socialización del proyecto de investigación, se les brindó un taller (denominado Día de Escuela de Campo), en el cual se habló a los productores sobre la importancia, oportunidades, normatividad, ventajas y desafíos de los sistemas productivos de la zona. Se mencionaron mecanismos como los Pagos por Servicios Ambientales, como una oportunidad, debido a la riqueza hídrica de la zona.

Con ello se les preguntó la disponibilidad a aceptar por hectárea para proteger un recurso hídrico o un servicio ambiental que estuviese inmerso en sus tierras (protección de fuentes hídricas y almacenamiento de carbono), donde el 93% contestaron que si estarían dispuestos a recibir una compensación por cuidar un recurso que brinda servicios ambientales frente a un 7% que contestaron que no estarían dispuestos a pagar, pues no cambiarían su actividad actual.

Sin embargo cuando se preguntó si estarían interesados en participar en un programa de PSA, el 98% respondió que sí lo harían y un 4% sostuvo que no están interesados. Según el 97% de los propietarios y productores, las motivaciones para participar se relacionan con: proteger el medio ambiente (55%); proteger los bosques (31%); para recibir beneficios económicos (11%) y un 4% no les interesa el tema.

El valor de la disponibilidad a aceptar por un PSA mensual fue \$750.000 según las medidas de tendencia central mediana y moda, valor que se aproxima a un salario mínimo colombiano. La Tabla 30 de frecuencia presenta el comportamiento:

*Tabla 30. Valores de la disponibilidad a aceptar de productores y propietarios.*

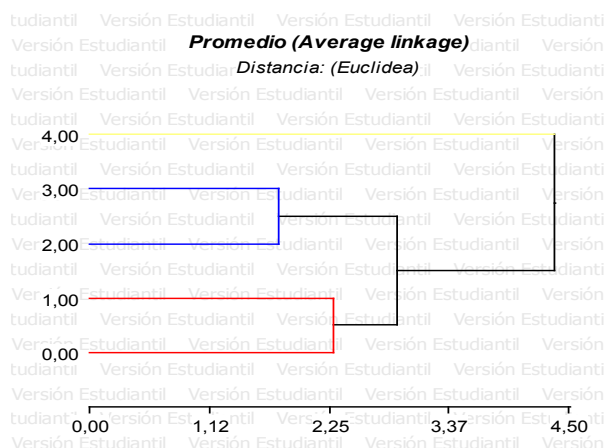
<b>Disponibilidad a aceptar mensual</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>% Relatividad</b>
Hasta \$ 1,000,000	41	75%
\$ 1,000,001 a \$ 5,000,000	7	13%
\$ 5,000,001 a \$ 10,000,000	2	4%
\$ 10,000,001 a \$ 15,000,000	2	4%
Total	52	95%

En la Tabla 30, el 75% de los encuestados opinaron que estarían dispuestos a aceptar un pago por servicios ambientales por hectárea al mes en un rango menor o igual a un \$1,000.000, el 13% entre \$1.000.001 a \$5.000.000 y un 8% más de \$5.000.001. Finalmente, se les preguntó sobre la vinculación de los productores y de sus fincas con algún programa o proyecto de instituciones públicas o privadas; el 38% de los encuestados respondió que no han tenido ninguna vinculación con programas en sus proyectos productivos; solo el 24% han realizado proyectos en convenio con instituciones científicas y el 15% con la administración pública. Las instituciones científicas son el SINCHI, la Universidad de la Amazonia, SENA, CORPOICA y ONG nacionales y otras internacionales.

**Identificación de grupos empleando análisis multivariado.** De acuerdo con Pardo, Castro y Otálora (2016)

“..en el análisis de conglomerados se observó que el nivel de ingresos, los gastos mensuales y las coberturas en pastos, cultivos y bosque, pueden agruparse conforme al nivel educativo de los propietarios; se generan tres grupos como se presenta en la figura 5. El grupo 1 las fincas de productores con primaria y sin estudio en rojo; el grupo 2 con los productores bachilleres y con un estudio técnico en azul; y el grupo 3 se refiere a los productores que tienen un nivel de formación universitaria. Con esto se evidencia que el nivel de ingresos, gastos y las hectáreas de cobertura están asociados al nivel educativo (pues se eligen los clúster conformados hasta el 50% de la distancia, es decir, antes de 1,87). De otro lado, se toman las variables: cobertura en pastos, bosques y cultivos y como criterio de clasificación se utiliza el nivel educativo de los productores.”

Figura 5 Dendograma.



Fuente: Pardo, Castro y Otálora (2016)

Los autores en mención, plantean que los sistemas ganaderos tradicionales en pasturas están más asociados a los productores con bajos niveles educativos (que también son el grupo con edades superiores a los cincuenta y cinco años de edad) mientras que los cultivos presentan mayor asociación con los productores de niveles educativos más altos: bachilleres, técnicos, universitarios; con ello los autores establecen la siguiente tipificación preliminar de los sistemas de fincas de la zona (Tabla 31).

Tabla 31. Tipificación de predios en sistemas productivos de Belén de los Andauquies.

<b>Tipos</b>	<b>Frecuencia (% relativo)</b>	<b>Tipo</b>	<b>Frecuencia (% relativo)</b>
Agropecuaria familiar	37 (67%)	Agroforestal semiempresarial	1 (1%)
Ganadera familiar	4 (7%)	Agrícola Familiar subsistencia	1 (1%)
Agrícola familiar	10 (18%)	Familiar pecuario	3 (5%)

De acuerdo con los autores en estas seis categorías se concreta la tipificación de los predios teniendo en cuenta las variables de estructura (tamaño, extensión de coberturas, tenencia, condiciones de las vías de acceso); la actividad productiva (nivel de tecnificación, procesos sostenibles o tradicionales, productividad por hectárea, actividad económica del sector primario) y aspectos socioeconómicos (tales como edad, nivel educativo, generación de empleos, nivel de pobreza NBI, tipo de mano de obra, condiciones de la vivienda, percepción frente a los apoyos del sector financiero, público, privados y cooperación internacional).

## **CONCLUSIONES**

En la caracterización de sistemas agropecuarios en el municipio de Belén de los Andaquíes en el Caquetá, se propone el ejercicio fundamentado en métodos cualitativos y cuantitativos. Las implicaciones de estos resultados en materia económica se relaciona con la evidencia del atraso en el campo y la necesidad de transición de estos sistemas hacia modelos ambiental y económicamente sostenibles; en materia de política se evidencia la ineficacia de esta para el desarrollo del sector tanto económico como ambiental y en materia de calidad de vida, la población tiene necesidades básicas insatisfechas que deben atenderse para poder buscar desarrollo en las esferas financieras y económicas.

Los productores campesinos de la zona muestreada, conocen sobre la existencia de plantas nativas a través de nombres comunes, pero desconocen la importancia ecológica que tienen estas plantas para los ecosistemas de la región. Es necesario implementar un plan de gestión ambiental que conlleve a la conservación y recuperación de los ecosistemas con un enfoque de sostenibilidad.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALFONSO, A. (1975). Algunas técnicas de conglomeración, su naturaleza y posibilidades de tipificación de empresas. In Reunión Técnica sobre Tipificación de Empresas Agropecuarias. Montevideo, Uruguay. IICA.
- CAMACHO, F. 2016. Adaptación basada en ecosistemas: El caso de las áreas naturales protegidas Consultado 18 febrero 2017. Recuperado de Consultado 18 febrero 2017. Recuperado de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/171784/20160628\\_adaptacion\\_CONANP\\_F\\_Camacho.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/171784/20160628_adaptacion_CONANP_F_Camacho.pdf)
- CORPOAMAZONIA. (2011). Clima. Corpoamazonia.gov.co. Consultado 18 febrero 2017. Recuperado de [http://www.corpoamazonia.gov.co/region/Caquetá/Municipios/Caq\\_Belen.html](http://www.corpoamazonia.gov.co/region/Caquetá/Municipios/Caq_Belen.html)
- ESCOBAR, G., y BERDEGUÉ, J. (1990). Tipificación de sistemas de producción agrícola. 282 Págs. [En línea]. Disponible en <https://idl-bnc-idrc.dspace-direct.org/bitstream/handle/10625/3969/49675.pdf?sequence=1>  
Consultado: Junio 2017.
- GUAYARA, A. 2010. EVALUACIÓN DEL POTENCIAL FORRAJERO PARA RUMIANTES DE *Acalypha macrostachya* Jacq. y *Urera caracasana* (Jacq.) Griseb., EN LA AMAZONIA COLOMBIANA. Florencia- Caquetá, Colombia. 107 p. Consultado 18 febrero 2017. Recuperado de [file:///C:/Users/Usuario%20TI/Downloads/Tesis%20Yelly%20Septiembre%202016%20\(6\)%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Usuario%20TI/Downloads/Tesis%20Yelly%20Septiembre%202016%20(6)%20(1).pdf)
- HART, R. D. (1982). An Ecological System Conceptual Framework far Agricultura! Research and Development. In: W.W. Shanner, P.F. Phillip, W.R. Schmehl (Ed.) Readings in Farming Systems Research and Development, pp 44-58. Westview Press, Boulder Colorado.

- HART, R.D (1985). Agroecosistemas. Conceptos básicos. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE. Costa Rica
- HART, R. D. (1990). Tipificación de sistemas de producción agrícola. I Elementos conceptuales y metodológicos. Componentes, sistemas y propiedades del sistema de finca como base para un método de clasificación. Red Internacional de Metodología de Investigación de Sistemas de producción RIMISP. 45 – 62 pág.
- INSTITUTO AMAZÓNICO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS SINCHI, 2015. Línea base para el monitoreo de la sostenibilidad de los sistemas productivos agropecuarios en el departamento de Caquetá. ISBN 978-958-8317-242PP. (1 Eds.). Bogotá, Colombia.
- PARDO, Y.Y; CASTRO, A.F y OTÁLORA, Y. (2016). Tipificación de sistemas ganaderos de Belén de los Andaquíes, Caquetá. Revista Momentos de Ciencia, 13(2) 12.
- Plan municipal de gestión de riesgos y desastres Belén de los Andaquíes, 2012. Consultado 18 febrero 2017. Recuperado de file:///C:/Users/Usuario%20TI/Downloads/Bel%C3%A9n%20de%20los%20Andaqu%C3%ADes\_Caquetá%20(2).pdf
- TRUJILLO, W.; TOVAR, K.; VARGAS, V. y TRUJILLO, E. 2015. Estudios florísticos y taxonómicos en el Piedemonte Andino del departamento del Caquetá. Rev. Momentos de Ciencia. ISSN 1692-5491. 46-53 pp.
- ZAPATA, C.; ORJUELA, J. y GUAYARA, A. 2013. IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS NUTRICIONAL DE ESPECIES FORRAJERAS EN SISTEMAS DE VEGETACIÓN NATURAL DEL PIEDEMONTE AMAZÓNICO, universidad de la Amazonia. Caquetá-Colombia, 7 p. Consultado 18 febrero 2017. Recuperado de file:///C:/Users/Usuario%20TI/Downloads/332-1518-1-PB.pdf
- ZARCO, W.; VALDEZ, J.; ÁNGELES, G. y CASTILLO O. 2010. ESTRUCTURA Y DIVERSIDAD DE LA VEGETACIÓN ARBÓREA DEL PARQUE ESTATAL AGUA BLANCA, MACUSPANA, TABASCO. Programa Forestal Colegio de Postgraduados. México. 18 p. Consultado 18 febrero 2017. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/uc/v26n1/v26n1a1.pdf>

## 2.2. PROPENSIÓN MARGINAL AL CONSUMO EN SISTEMAS AGROPECUARIOS DE BELEN DE LOS ANDAQUÍES EN CAQUETA

*Yelly Yamparli Pardo Rozo<sup>3</sup>*

*Parcival Peña Torres<sup>4</sup>*

### RESUMEN

La propensión marginal al consumo (PMgC) es un argumento de la teoría Keynesiana que provee información para análisis y diseño de política económica que permite comprender el comportamiento del consumo en el agregado de los hogares, para observar su sensibilidad frente al Ingreso de las personas, con el propósito de vislumbrar posibilidades de ahorro en una economía de mercado. En los sistemas agropecuarios en el piedemonte amazónico en Belén de los Andaquíes, Caquetá, es necesario comprender la estructura del gasto familiar para reflexionar sobre mejoras potenciales en la administración del predio e identificar una transición relevante hacia la acumulación de capital para el mejoramiento tecnológico. Se propuso un modelo matemático con enfoque microeconómico, a través del análisis de regresión lineal, donde se identificaron las variables socioeconómicas que determinan el Gasto, estas fueron: el ingreso, género y número de personas en el hogar. Se encontró que la PMgC en los sistemas agropecuarios fue de \$0,597 en el modelo lineal simple, lo que sugiere un ahorro potencial del 40.3% del ingreso proveniente de las actividades del campo. En el modelo de regresión lineal múltiple la PMgC fue de \$0,384 lo que indica un potencial de ahorro del \$0,616.

---

3 Estudiante Doctorado en Ciencias Naturales y Desarrollo Sustentable, Profesora Universidad de la Amazonia, Colombia, y.pardo@udla.edu.co.

4 MSc en Administración, Especialista en Finanzas, Profersor Universidad de la Amazonia p.peña@udla.edu.co.

**PALABRAS CLAVES:** Propensión marginal al consumo, teoría de Keynes, modelo econométrico.

### **ABSTRACT**

The marginal propensity to consume (PMgC) is an argument of the Keynesian theory that provides information for analysis and design of economic policy that allows to understand the behavior of the consumption in the aggregate of the homes, to observe their sensitivity to the Income of the people, with the purpose of glimpsing possibilities of saving in a market economy. In agricultural systems in the Amazonian foothills of Belén de los Andaquíes, Caquetá, it is necessary to understand the family expenditure structure to reflect on potential improvements in land management and to identify a relevant transition towards capital accumulation for technological improvement. It was proposed a mathematical model with a microeconomic approach, through the linear regression analysis, where the socioeconomic variables that determine the expenditure were identified, these were: income, gender and number of people in the household. It was found that MgC in agricultural systems was \$ 0.597 in the simple linear model, suggesting a potential saving of 40.3% of the income from field activities. In the multiple linear regression model the PMgC was \$ 0.384 which indicates a potential savings of \$ 0.616.

**Key Word:** Marginal Propensity for Consumption, Keynes's Theory, Econometric Model.

## INTRODUCCIÓN

El consumo es el principal componente del Producto Interno Bruto (PIB), razón por la cual es de interés estudiar su comportamiento, con el propósito de generar insumos para orientación de política pública; conocer el comportamiento en la zona rural es vital pues en el ámbito colombiano aporta cerca del 6,11% del PIB del país y en el caso caqueteño contribuye con el 14% de su PIB departamental DANE, (2014).

Este documento presenta la estimación de la Propensión Marginal al Consumo (PMgC) como un ejercicio empírico para aplicar la teoría Keynesiana, que permita comprender el comportamiento del gasto en la economía rural de los sistemas agropecuarios en la zona de piedemonte amazónico caqueteño. Para ello fue necesario identificar los rubros o la estructura de los gastos familiares y la dinámica del ingreso proveniente de las actividades agropecuarias; a diferencia de lo establecido en ecuaciones macroeconómicas para determinar el gasto, este artículo busca identificar las variables socioeconómicas determinantes del consumo de naturaleza microeconómica para posteriormente calcular la Propensión Marginal al Consumo PMgC en los hogares rurales del municipio de Belén de los Andaquíes en Caquetá. La pregunta de investigación es ¿Cuál es el potencial de ahorro que tienen los sistemas agropecuarios de Belén de los Andaquíes en Caquetá?

El comportamiento de consumo en las familias en el campo, tiene un rol importante en el ahorro, pues es un determinante del nivel de la actividad económica, el tipo de bienes y servicios, el nivel de la producción (por el ejemplo las transferencias que esto permite para la adquisición de tecnologías, calidad en semillas, fertilizantes, pesticidas), de forma que el comportamiento del consumo se relaciona con el desarrollo económico de las fincas, pago de deudas, las respuestas de los cambios en la agricultura o en lo agropecuario respecto de la política económica (Muhammad, Sarfraz y Kashif, 2015).

La importancia de este tipo de estudios, son los análisis que se pueden derivar para la construcción de política económica, relativas a la demanda agregada, a la tasa de crecimiento económico, al ahorro, entre otras variables políticas en el corto plazo; por ejemplo, en la experiencia e historia de algunos países, algunas de las medidas empleadas para controlar el gasto público se encuentran los impuestos, los cuales buscan reducir el consumo e incentivar al ahorro agregado Mankiw, (1998). El estudio se limita a la verificación empírica del cumplimiento de la teoría keynesiana, empleando la metodología econométrica fundamentada en la teoría macro y microeconómica que se ha desarrollado para estos temas.

## REVISIÓN LITERARIA

En una economía de mercado, los agentes están integrados por productores y consumidores y eventualmente el Gobierno para regular algunos aspectos normativos, jurídicos y administrativos dados en el intercambio de bienes y servicios (Pyndick y Rubinfeld, 1998). Los consumidores obtienen el ingreso por su trabajo o por otro tipo de fuentes (que pueden ser permanentes o transitorias), lo que le permite adquirir dichos bienes y servicios para satisfacer sus necesidades; este consumo puede tener dos destinos: comprar bienes y servicios o ahorrar con un propósito de inversión futura o gasto futuro; en el comportamiento general se considera que a mayor nivel de ingreso mayores gastos (Caro, 2012).

Según Fernández (2009), la vida económica se puede comprender a través de dos aspectos: el consumo y la inversión; cuando el ingreso aumenta las personas desean y pueden comprar bienes y servicios que satisfacen necesidades para mejorar la calidad de vida, más ropa, un vehículo más eficiente, una vivienda con mejores condiciones, los aumentos de ingreso suponen mayores niveles de gasto, asociados con bienes y servicios para mejorar el bienestar y calidad de vida de los hogares; de igual forma las empresas aprovechan oportunidades rentables hacia el futuro: adquisición de activos, tecnologías, capacitación para el talento humano; de forma que la dinámica entre el consumo y la inversión en el agregado del aparato de producción y consumo determina la macroeconomía de un país.

La naturaleza del consumo se explica por tres razones: el nivel de ingresos de los individuos para realizar compra de bienes y servicios; el deseo, satisfacción o la motivación de la persona en la adquisición de estos bienes y servicios; y la oportunidad y acceso que le proporciona el mercado para adquirir dichos bienes y servicios (Vargas, 2015). Ante los cambios sociales, tecnológicos, ambientales, el consumo es una decisión que dinamiza la economía. Como lo establece la teoría del consumidor, las decisiones de las personas dependen de muchos factores, pero el principal es el ingreso disponible (Nicholson, 1990)

En el corto plazo las variables gasto en inversión y consumo crecen aceleradamente lo cual genera aumentos en la producción y en el empleo; pero cuando hay factores de mucho riesgo, el gasto disminuye, por lo tanto la demanda agregada también desciende y se experimenta una recesión económica (Varian, 1998).

Desde el punto de vista de la macroeconomía el principal determinante del consumo agregado de un país depende del ingreso disponible (entendido como el ingreso total más las transferencias menos los impuestos); otro determinante es la tasa de interés, que cobran los bancos, (la cual puede decirse que es el costo del dinero o de la deuda para luego gastarlo en bienes y servicios). La tasa de interés también representa el costo de oportunidad del consumo, a mayor tasa de interés, menor consumo (Roca, 2006).

Otro determinante del gasto es la disponibilidad crediticia, pues el acceso al crédito fácil estimula el aumento en el consumo, esto de acuerdo con el aparato y dinámica del sistema bancario, cooperativo o financiero que tenga el país. Las expectativas son otro aspecto que impulsa o reduce el consumo; si el futuro se percibe positivamente en el presente habrá más consumo, pero si se percibe negativamente habrá más disponibilidad frente al ahorro, a este postulado se conoce como teoría keynesiana (Jiménez, Hernández y Chahín, 2008).

**Teoría Keynesiana.** En el contexto en el que nace esta teoría el problema era solucionar el creciente desempleo; de forma que los planteamientos de Keynes se enfocan hacia el nivel de empleo en una economía, quien identificó que los aspectos más relevantes en el empleo son la inversión y el consumo o gasto, siendo el segundo un componente más estable que la inversión. Keynes menciona que los factores o aspectos determinantes del consumo pueden ser objetivos o subjetivos.

Entre los primeros cita cómo el cambio en el ingreso proveniente del salario, el cambio en el valor de los bienes de capital, cambio en las tasas de descuento, cambios de la política fiscal y las expectativas de las personas frente a estos cambios. Entre las variables subjetivas que afectan el gasto o consumo el autor citó las reservas para imprevistos, contingencias, las necesidades futuras de cada hogar (Muhammad et al., 2015).

Con lo anterior la teoría del consumo desarrollada por John Maynard Keynes en 1936, establece que por la ley psicológica fundamental, los individuos por regla general (en promedio), están dispuestos a incrementar su consumo en la medida que su ingreso aumenta, pero no en la misma cuantía del aumento en su ingreso; es decir que por un aumento generado en el nivel de ingreso, el cambio en el gasto generado será menos que proporcional a éste, donde esta relación no es lineal.

Sin embargo, la no linealidad expresada por Keynes, fue revalorada por Hansen & Hicks (1989) quienes propusieron una relación lineal entre el gasto y el ingreso a partir de una expresión matemática que se compone de un parámetro autónomo que representa el consumo independiente o autónomo que no depende del ingreso sino de las demandas de satisfacción de necesidades propias de cada ser y no dependen de la existencia del ingreso, y un segundo parámetro que indica la proporción del ingreso disponible que será destinada para el consumo ante un cambio frente a las variaciones del ingreso, el cual es denominado como la Propensión Marginal al Consumo (PMgC).

El Ingreso disponible se entiende como el Ingreso total menos los impuestos. En términos matemáticos generales, el modelo de Keynes replanteado por Hansen & Hicks propone la siguiente ecuación 9, una función matemática que representa este comportamiento mediante una línea recta, donde la variable Gasto o Consumo (en unidades monetarias) depende del consumo autónomo y la pro-

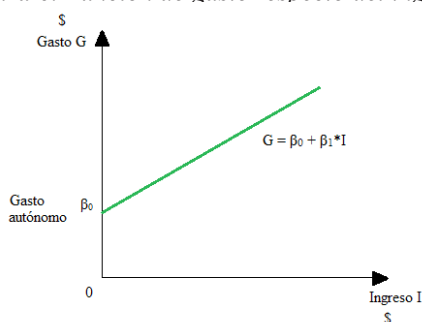
pensión marginal al consumo ante aumentos de la renta, ingreso o riqueza que percibe una persona.

$$\text{Ecuación 9. } G = \beta_0 + \beta_1 * I$$

Donde el parámetro  $\beta_0$  de la ecuación representa el gasto mínimo que no depende del ingreso (consumo autónomo) y la pendiente de la recta, es decir  $\beta_1$  será la PMgC, la cual es positiva. Allí se establece que dado aumentos en el nivel de ingreso, también se experimentan aumentos en los gastos pero en cuantías inferiores a aumento del ingreso, de forma que una proporción puede destinarse hacia el ahorro o por lo menos una parte de esta será susceptible a gastarse o ahorrar.

La figura 6 presenta este comportamiento si la función fuese lineal.

*Figura 6. Función de gasto respecto del ingreso.*



Fuente: Los autores fundamentados en Gujaratti & Porter (2010).

En escritura matemática equivale a decir que la PMgC será mayor que cero, pero menor que 1 ( $0 < \text{PMgC} < 1$ , Gujarati & Porter, 2010), el cual puede calcularse a partir de la primera derivada de la función de gasto respecto del cambio en el ingreso:

$$\text{Ecuación 10. } \text{PMgC} = dG/dI = \beta_1$$

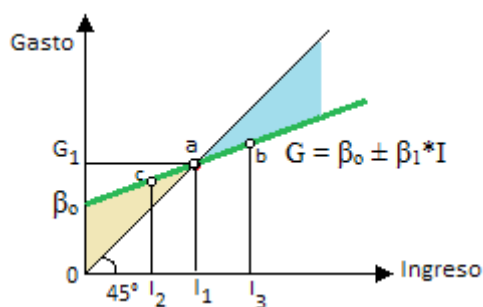
Lo anterior ocurre porque los niveles de inversión o de ahorro en los individuos vendrán luego de alcanzar la satisfacción de sus estándares de comodidad, los cuales son subjetivos a cada hogar, por lo que el gasto crece pero de forma no lineal respecto del ingreso disponible. Bajo esta forma funcional, se plantean tres supuestos: 1) el consumo depende del ingreso disponible, 2) el consumo o gasto



aumenta si el ingreso disponible aumenta, pero en cuantías menores al propio aumento del ingreso, 3) en la medida que crece el ingreso en el tiempo, los consumidores dedicarán una mayor parte del ingreso al ahorro, pero de acuerdo con Hernández y Chahín (2008) este último no se cumple en Colombia, pues la tasa de ahorro permanece constante.

Para realizar una comparación entre el ingreso y el consumo, en la figura 15 se traza una recta de 45°. Allí se observa que en el punto **a** en el cual el consumo es igual a la recta comparativa, indica que el gasto es igual al ingreso por tanto el nivel de ahorro es cero ( $G_1 = I_1$ ). En el punto **b** ocurre que el nivel de gastos supera los ingresos por tanto se experimenta un “desahorro” que puede entenderse como un endeudamiento en el corto plazo, esto ocurre en  $I_2$ ; y en el punto **c** donde los gastos están por debajo del ingreso se puede interpretar como un punto en el que se genera ahorro con un  $I_3$ .

Figura 7. Comparación de la propensión marginal al consumo PMgC.



Fuente: Los autores.

**Otros enfoques para el análisis del comportamiento del consumo.** Casas & Gil, (2011) mencionan que algunos enfoques teóricos sobre la teoría keynesiana son el ciclo vital, la hipótesis de Hall y la renta permanente. Los autores citan a Milton Friedman en 1957 quien busca complementar el postulado de Keynes, pues considera que el consumo o gasto no solo depende de la renta disponible o corriente, también del ingreso que la persona reciba de cualquier fuente en el transcurso de su vida; para lo cual clasifica los consumos y los ingresos en permanentes y transitorios; a este planteamiento se le denomina Hipótesis del ingreso permanente.

Otra hipótesis fue propuesta en 1954 por Franco Modigliani, denominada “Ciclo Vital”, donde establece que el consumo depende del ingreso disponible en el corto plazo pero también de las expectativas que las personas tienen sobre maximizar sus ingresos en el futuro o en el transcurso de la vida, visión que depende

de la etapa en la que se encuentre el individuo, lo que le hace considerar el ahorro de formas diferentes.

El autor a diferencia de Friedman dio mayor peso a la evolución del ciclo de vida del consumo familiar de las personas desde que inicia su vida laboral hasta que termina con su jubilación. Entre los supuestos de este modelo se encuentran: el mercado opera en competencia perfecta, la función de utilidad y la tasa de descuento es igual y constante para todos los hogares, el ingreso esperado es proporcional al ingreso corriente, el horizonte de la planeación es todo el ciclo de vida. Con esto el gasto o consumo dependen del ingreso corriente, del ingreso disponible esperado, de la riqueza neta del periodo anterior y de la tasa de interés; ello implica que la tasa de ahorro del país es independiente del ingreso per cápita.

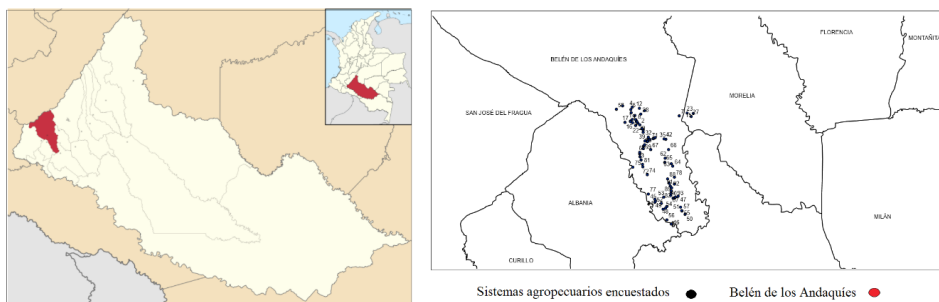
Otras variables que han sido empleadas como determinantes en el consumo son la esperanza de vida y la edad del retiro del trabajo. Según Casas & Gil, la función del consumo de Keynes suministra la PMgC y la propensión marginal al ahorro en el corto plazo, mientras que la Hipótesis del Ingreso permanente, arroja la PMgC y al ahorro hacia el largo plazo.

De otro lado, León (2017) menciona que la masificación de consumo tecnológico generó un cambio en las preferencias sobre el consumo, donde los bienes no obsoletos, sufren la pérdida de su valor funcional por lo cual dejan de ser atractivos; la dinámica de la toma de decisiones familiares sobre la salud, los bienes de primera necesidad, gastos diarios del hogar, entre otros, dependen del nivel de ingreso, donde a menor ingreso menor consumo, y esto conlleva a menos ahorro; sin embargo, otras variables como connotación del género es importante a la hora de decidir sobre el consumo y el ahorro.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Esta investigación es positiva en cuanto a la naturaleza de los resultados; descriptiva e inferencial desde los métodos de investigación para el análisis de los datos y es cuantitativa y cualitativa por la naturaleza de sus variables (Hernández y Baptista, 2014). La información primaria se obtuvo mediante la aplicación de la técnica de encuesta dirigida a los propietarios y productores de un muestreo por conveniencia de 55 sistemas agropecuarios (correspondientes a una población de 300 predios de acuerdo con Fedegan, 2016), ubicados en la zona rural del municipio de Belén de los Andaquíes, Caquetá considerado como piedemonte amazónico (figura 8).

Figura 8 Zona de estudio, Belén de los Andaquíes.



Fuente: a. IGAC y b. los autores.

Para caracterizar la estructura de los gastos e ingresos al igual que aspectos socioeconómicos de los encuestados se empleó estadística descriptiva. Para construir la función de consumo se empleó estadística inferencial, usando análisis de regresión bajo el método de estimación de Mínimos Cuadrados Ordinarios, en un modelo matemático, que en coherencia con Gujarati (1998), se analizará teniendo en cuenta la metodología econométrica mediante los siguientes pasos:

**a. Planteamiento de la hipótesis.** Se desea comprobar si en los sistemas agropecuarios de la zona de estudio se cumplen las siguientes hipótesis:

i) Se cumple la teoría keynesiana, esto es si el gasto depende del Ingreso de las personas.

ii) Se cumple la teoría keynesiana en cuanto al valor de la propensión marginal al consumo de forma que  $0 < PMgC < 1$ .

iii) Existen otras variables socioeconómicas que determinan el comportamiento del gasto, tales como el género, la edad, el estado civil, el nivel educativo, el número de personas en el hogar y el tipo de actividad agropecuaria.

**b. Especificación del modelo matemático y empírico de la teoría.** Fundamentado en la teoría keynesiana del consumo, presentado en Vargas (2015) y Gujarati & Porter (2010), se propuso el siguiente modelo matemático lineal simple y múltiple (ecuación 10 y 11 respectivamente).

$$\text{Ecuación 10. Modelo simple } G = \beta_0 \pm \beta_1 * I + \mu_{ij}$$

$$\text{Ecuación 11. Modelo múltiple } G = \beta_0 \pm \beta_1 * I \pm \beta_2 * Ge \pm \beta_3 * NE \pm \beta_4 * PH + \mu_{ij}$$

Donde G representa el gasto familiar mensual en pesos colombianos de 2017; I es el Ingreso familiar mensual en pesos colombianos y se incluyen otras variables socioeconómicas como: el Ge género (que toma el valor de 1 si es masculino

y 0 si es femenino); el nivel educativo (el cual es una variable categórica que toma los siguientes valores 0 = ninguno; 1 = primaria; 2 = bachillerato; 3 = técnico; 4 = universitario o profesional; 5 = Especialista); y el número de personas en el hogar.

La variable estocástica  $\mu_{ij}$  es el término de error del modelo. Los parámetros  $\beta_i$  son los cambios marginales del modelo;  $\beta_0$  representa el consumo autónomo que no depende de ninguna variables y el  $\beta_2$  será la PMgC, donde se espera en coherencia con la teoría este sea un valor positivo entre 0 y 1.

En el modelo econométrico se tiene en cuenta, que debido a que se tomará una muestra para corroborar la teoría, entonces se introduce el término de error o de perturbación, para indicar la holgura del modelo generada por la omisión de variables y otros errores en que se puede incurrir.

**c. Obtención de datos.** Los datos son de corte transversal (las variables son tomadas en el mismo periodo de tiempo y espacio, año 2017 de 55 hogares de los predios productivos que fueron organizados en hoja plana Excel.

**d. Estimación de los parámetros del modelo econométrico.** Debido a que la variable dependiente del modelo es continua, se empleó el método de estimación de Mínimos Cuadrados Ordinarios (OLS por sus siglas en inglés) para calcular los parámetros del modelo los cuales fueron:  $\hat{\beta}_i, \hat{\sigma}, e(\hat{\beta}_i)R^2, F_c, t_c$  (coeficientes, desviación estándar, error estándar, coeficiente de determinación, F Fisher y t student.

**e. Pruebas de hipótesis.** Para analizar la validez estadística y teórica de los datos y resultados obtenidos se realizaron pruebas de hipótesis de parcialidad, de globalidad y para verificar el cumplimiento de supuestos en los datos se realizaron pruebas de Normalidad (Jarque Bera), de multicolinealidad, heteroscedasticidad y autocorrelación.

También se presenta el Coeficiente de Determinación  $R^2$  normal y ajustado. Las pruebas de hipótesis presentan los siguientes pasos:

- |         |  |
|---------|--|
| Paso 1  | Planteamiento de hipótesis: $H_0: \beta_i = 0; H_a: \beta_i \neq 0$                  |
| Paso 2  | Nivel de significancia $\alpha = 5\%$  |
| Paso 3  | Elección del estadístico de prueba.  |
| Paso 4  | Criterio de decisión: Con respecto a $H_0$ .   |
| Paso 5  | Conclusión: Frente a la hipótesis, su validez teórica (signos y magnitud esperados). |
| Paso 6. | Graficar: Ubicar los puntos de la muestra y la recta de regresión.                   |

**f. Uso del modelo.** Con fines de pronóstico o predicción para el gasto y uso del modelo con fines de control o de política.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Estadística descriptiva de las variables socioeconómicas

El 89% de los encuestados son hombres y el 11% son mujeres. Las tablas 1 y 2 presentan la estadística descriptiva de las variables. El 67% son casados, 20% viven en unión libre y el 13% son solteros. La edad promedio de la población es de 48 años, la mediana y la moda es de 50 años, el más joven tiene 20 años y el más adulto tiene 80.

El promedio, la moda y la mediana de personas por hogar fueron tres, con un mínimo de 1 y un máximo de 8 personas. Con lo anterior el estudio indicará el ingreso de cerca de 327 personas en total. De otro lado, el nivel educativo se presenta en la tabla 32.

*Tabla 32. Nivel educativo de los productores.*

<b>Nivel educativo</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>% Relativo</b>
Ninguno	14	25,5
Primaria	23	41,8
Bachillerato	10	18,2
Técnico	6	10,9
Profesional	2	3,6
<b>Total</b>	<b>55</b>	<b>100</b>

Se observa que el 41,8% tienen Primaria y un 25,5% no tienen ningún nivel educativo, sin embargo saben leer y escribir, sumar, restar, multiplicar y dividir.

En materia económica la tabla 33 muestra las variables ingreso y gasto mensual. Los gastos familiares se destinan en su orden a: alimentos, bienes de primera necesidad, transporte, salud, educación y esparcimiento. Referente al ingreso mensual, se observa que en el promedio el valor es muy cercano a un salario mínimo mensual legal vigente (smmlv) en Colombia, aunque los valores de la mediana y moda indican que existe una simetría negativa hacia un valor de \$600.000; sin embargo la desviación estándar sugiere un gran dispersión en los datos, lo cual se evidencia en el mínimo y máximo. El gasto mensual también se encuentra muy dispersos.

Tabla 33. Estadística descriptiva del Ingreso y gastos mensuales.

Parámetro	Ingreso mes	Gastos mes
Media	822.000,00	673.200,18
Mediana	600.000,00	555.000,00
Moda	600.000,00	No aplica
Desviación estándar	615.339,11	621.311,67
Mínimo	100.000,00	185.000,00
Máximo	3.000.000,00	4.650.000,00

La estructura de los gastos o su distribución en el promedio fue la siguiente: 40% en alimentos; 20% transporte; 18% vestuario; 10% salud, 7% educación, imprevistos y ocio 6%. En lo concerniente a la vinculación del predio con proyectos productivos el 38% de los encuestados no han tenido ninguna vinculación con programas en sus proyectos productivos, el 24% han realizado proyectos en convenio con instituciones científicas y el 13% con la alcaldía.

### Modelos econométricos de Consumo en función del Ingreso.

Para identificar las variables que determinan el comportamiento del Gasto o del Consumo, se analizó mediante un modelo lineal simple y múltiple bajo el método de estimación de MCO y se tienen los siguientes resultados presentados en la tabla 34 y 35 respectivamente.

El análisis de la validez estadística de los modelos, puede iniciar a partir de la comparación de los coeficientes de determinación y autocorrelación. Se observa que entre los dos modelos es preferido el modelo múltiple, si se tiene en cuenta el coeficiente de determinación que para el modelo simple fue del 82% y 89% para el modelo múltiple.

Tabla 34 . Modelo de regresión lineal simple al origen.

Estadísticas de la regresión				
Coefficiente de correlación múltiple	0,917664091367897			
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0,842107384586067			
R <sup>2</sup> ajustado	0,823588866067549			
F calculado	288,004595075159			
Test de White	7,815			
Jarque Bera	2,65228976492519			
Variable	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad
I Ingreso mes	0,59703203272735	0,0351801692597633	16,9706981316374	2,66302623632615E-23

El coeficiente de determinación  $R^2$  indica que la variable de Ingreso mensual (variable independiente) explica el comportamiento del Gasto mensual (variable dependiente) en un 82%; es decir, este coeficiente representa la bondad de ajuste de la recta hallada por la regresión frente a los datos reales.

Tabla 35. Modelo de regresión lineal múltiple con constante cero o regresión al origen.

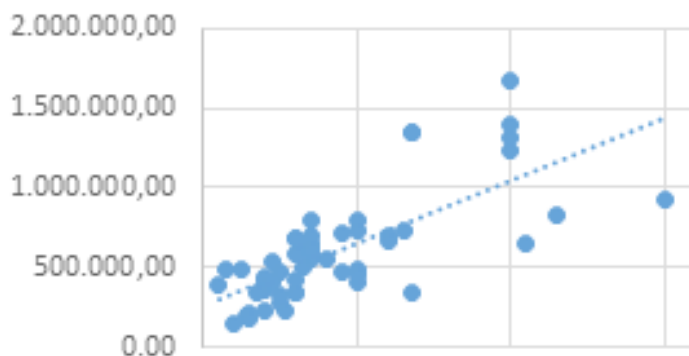
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0,957470771205876
Coefficiente de determinación $R^2$	0,916750277713575
$R^2$ ajustado	0,890090299930661
F calculado	110,120520830021
Jarque Bera (Normalidad)	1,24273982214777
Test de White (homocedasticidad)	12,91
Durbin Watson (no autocorrelación)	1,24273982214777
Test de Ramsey (especificación)	1,24273982214777

<i>Variable</i>	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>
Ingreso mes I	0,384303496	0,04492223	8,55486304	2,3338E-11
Nivel Educativo NE	14160,59884	26713,6935	0,53008764	0,59839746
Personas en el Hogar PH	39002,24914	15355,6992	2,5399201	0,01424185
Género Ge	164894,7681	85439,5742	1,92995775	0,05929488

La figura 9 presenta el comportamiento de los datos y la recta estimada para el gasto.

Figura 9. Dispersión de los datos reales y la recta estimada para Gasto.



Fuente: Los autores.

Se comprobó la normalidad de los errores mediante la prueba JB con  $v$  igual a 6 y nivel de confianza  $\alpha = 0,05$  para ambos modelos. El análisis de varianza utilizando la prueba F permite reconocer la globalidad de los datos. En cuanto al análisis parcial empleando la T student, las variables que determinan el comportamiento del gasto en el modelo múltiple fueron: el ingreso, el número de personas que conforman el hogar y el género del propietario de la finca. La variable nivel educativo no es estadísticamente significativa o no define el nivel de gasto en este ejercicio.

El sentido positivo de todas las variables indica la relación directa con el gasto, esto quiere decir que a mayor ingreso y número de personas en el hogar los gastos aumentan; y de forma comparativa el gasto de los hombres es superior al gasto de las mujeres propietarias de fincas agropecuarias.

Ambas regresiones se realizaron al origen, es decir sin el intercepto que en este caso puede representar el Consumo Autónomo. La razón de la omisión se debe a que este valor era negativo y además de no fue representativo estadísticamente, con lo cual no se pudo determinar el gasto mínimo en los datos ante la ausencia de los ingresos.

En lo referente a la validez teórica de los modelos, se logró comprobar la teoría de Keynes en ambos modelos, pues el ingreso es un factor determinante en el consumo, y la PMgC fue de \$0,597 para el modelo 1 y de \$0,384 para el modelo múltiple. Para el primer modelo la interpretación indica que por cada \$1 o unidad monetaria que aumente el ingreso, los consumidores gastarán \$0,597. También puede decirse que por cada aumento de mil pesos (\$1000) en el ingreso, el gasto aumentará en \$597. Para el segundo modelo la interpretación será: por cada \$1000 pesos que aumenta el ingreso, la persona gastará \$384.

Luego también se comprobó que la PMgC se encuentra entre 0 y 1 tal cual se especificó en la teoría. Otras variables socioeconómicas que fueron estudiadas y determinan el gasto en la muestra de estudio fueron: el género y el número de personas en el hogar. Lo anterior indica que por cada persona adicional que integre el hogar, genera un gasto mensual de \$39.002,25.

En materia de género, al mes los hombres gastan \$164.894,77 más que las mujeres. Si el nivel educativo hubiese sido significativo se podría haber interpretado que a mayor nivel educativo del propietario el gasto aumentaría en \$14.160,59 mensuales.

Lo anterior indica que ante un aumento de \$1 en el ingreso, se destinarían \$0,597 para el consumo y un \$0,403 tiene un potencial de ahorro, como lo plantea tal como lo plantea Keynes. La importancia de corroborar la relación positiva entre ingresos y gastos, permite suponer que la producción de bienes y servicios también aumentará y esto se relaciona con la oferta de empleo para un país.



Estos resultados son coherentes con el estudio de Casas & Gil (2011) para el periodo comprendido entre 2000 y 2011 para Colombia donde la PMgC fue de \$0,61, es decir que se supone un ahorro de \$0,39. Sin embargo, Vargas (2015), autor que confronta el comportamiento del consumo total de los hogares y el Producto Interno Bruto PIB colombiano entre el periodo de 2006 a 2012, obtiene una PMgC que indica que el consumo de Colombia es sensible a los cambios de la renta en el país, donde el 85% del ingreso se destina a gastos y el 15% al ahorro, lo cual evidencia una disminución en el potencial de ahorro.

De otro lado, el estudio de León (2017) encontró la influencia del género en las decisiones de consumo y ahorro de las familias pertenecientes a una zona rural desde la perspectiva Keynesiana, donde concluye que el análisis desde la equidad de género en las familias influye en el impacto tanto del gasto como del ahorro en la microeconomía, y al igual que en este estudio, los resultados del gasto dependen en mayor medida del jefe de hogar del género masculino; donde el nivel de ahorro de las familias es inferior al 10%.

Según Pardo, Catro y Otálora (2016), en los predios productivos en la zona de Belén de los Andaquíes, la tipificación de sistemas agropecuarios evidencia el atraso en el campo y la necesidad de transición de estos sistemas hacia modelos financiera, económica y ambientalmente sostenibles; en materia de política agropecuaria se evidencia la ineficacia de esta para el desarrollo del sector rural en esta zona, la población tiene necesidades básicas insatisfechas que deben atenderse para poder buscar desarrollo mediante el avance tecnológico.

De igual forma en la misma zona el estudio de identificación de las necesidades básicas insatisfechas (NBI) estimadas en Andrade & Pardo (2017), los resultados obtenidos representan una aproximación a las condiciones de pobreza de los hogares rurales clasificándolos en un 89% como pobres y un 11% como pobres extremos. Por lo anterior se hace necesario la identificación de políticas, programas y proyectos que permitan a esta población afectada superar estas necesidades en el marco de un desarrollo económico y sustentable.

La PMgC demuestra que hay posibilidades de ahorro y de capitalización, pero para ello es necesario que el gobierno realice apoyo de transferencia tecnológica, y existan políticas flexibles para financiar las iniciativas del campo con bajas tasas de interés, pues el productor tiene capacidad de pago.

## CONCLUSIONES

Los datos demuestran que ante un aumento de \$1 en el ingreso, el consumo aumentaría entre \$0,385 a \$0,597 (que es la PMgC) en los habitantes de la zona rural de Belén de los Andaquíes en el Caquetá, de acuerdo con los modelos 1 y 2 que tuvieron bondad de ajuste superiores al 82%, indicando que el ingreso determina el comportamiento del gasto. A nivel del consumo doméstico, otras variables como el número de personas en el hogar y el género pueden afectar el gasto.

Por cada persona que integra el núcleo familiar, se genera un gasto adicional de \$39.000. La variable nivel educativo no fue estadísticamente relevante, lo que implica que para esta zona no explica el comportamiento del gasto mensual. Aunque existe un potencial de ahorro, no se observa que el destino de este sea para el mejoramiento tecnológico del campo.

Futuros estudios deben indagar sobre la eficiencia de los recursos de las administraciones locales y el sistema financiero para promover la adquisición de tecnologías y mejoras en la calidad de vida de los productores y hogares en la zona rural.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, M.C Y PARDO, Y.Y. (2017). Estimación del Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas, en Valoración económica del servicio ambiental almacenamiento de carbono en sistemas productivos del municipio de Belén de los Andaquíes. Universidad de la Amazonia, Vicerrectoría de Investigaciones y Posgrados, Florencia, Caquetá (sin publicar).
- CARO, Y. P. (2012). Análisis de la función del consumo de los hogares en Colombia para el período 1993-2005. <http://bibliotecadigital.usbcali.edu.co/jspui/handle/10819/1025>.
- CASAS, J.A. Y GIL, J.M. (2011). Evidencia empírica de la teoría del consumo en Colombia (2000 – 2010). Apuntes del CENES, Bogotá. Volumen 30 No. 52, Pags 59 – 86.
- DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL de ESTADÍSTICA DANE (2014). Producto Interno Bruto Departamental. PIB. Recuperado de: <http://www.dane.gov.co/index.php/cuentaseconomicas/cuentas-departamentales>
- FERNÁNDEZ, E. (2009). Ensayos Teoría del Consumo. Centro de Estudios Monetarios Latinoamericanos. Centre for Central Banking Studies Bank of England.
- GUJARATI, D. Y PORTER, D. (2010). Econometría Básica. 5 ed. McGraw Hill, Santafé de Bogotá.
- HERNÁNDEZ, G. y CHAHÍN, D. (2008). Apuntes de teoría de consumo. Bogotá. Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas.
- HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, L. (2014). Metodología de la Investigación. Quinta Edición, México.
- HICKS, J (1989) A Market Theory of Money. Oxford: Clarendon.

- JIMÉNEZ, G., HERNÁNDEZ, D. Y CHAHÍN, D.M. (2008). Apuntes de teoría de consumo. Universidad Javeriana Bogotá,  
[http://www.javeriana.edu.co/fcea/area\\_economia/inv/documents/Teoriadeconsumo.pdf](http://www.javeriana.edu.co/fcea/area_economia/inv/documents/Teoriadeconsumo.pdf).
- LEÓN, L.A. (2017). Gender equity in the consumption and saving decisions of families of the retiro parish, province of el Oro Eco. *Revista Ciencias Pedagógicas e Innovación*, Vol. No. 1, Junio 2017, pp. 81-89. Universidad Técnica de Machala (UTMACH), Ecuador
- MANKIW, G. (2014). *Introducción a la economía*. 8 edición, España.
- MUHAMMAD, S.J; SARFRAZ, H. y KASHIF, M.S (2015). Marginal Propensity to Consume: An Application to Small Farmers of Punjab, Department of Agricultural Economics, University of Agriculture, Faisalabad-38040, Pakistan, *JOURNAL OF AGRICULTURE y SOCIAL SCIENCES* 1813-2235/2005/01-3-231-234 <http://www.ijabjass.org>.
- NICHOLSON, W. (1990). *Teoría microeconómica*. University of Chicago Press. Mexico.
- PINDYCK, R. y RUBINFELD, D. (2009). *Microeconomía*. Pearson Educacion SA, Madrid. págs. 208-209.
- PLAN DE DESARROLLO DEL CAQUETÁ, con Usted Hacemos más (2016 – 2018)
- PARDO, Y.Y; CASTRO, A.F Y OTÁLORA, Y. (2016). Tipificación de sistemas ganaderos de Belén de los Andaquíes, Caquetá. *Revista Momentos de Ciencia*, 13(2) 12.
- ROCA, R. (2006). *Teorías del Consumo y el Ahorro*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Pontificia Universidad Católica del Perú (2008). [http://economia.unmsm.edu.pe/Docentes/RRo caG/Publi/Roca-Macro2-08](http://economia.unmsm.edu.pe/Docentes/RRo%20caG/Publi/Roca-Macro2-08)
- VARGAS, G.G. (2015). Propensión Marginal al Consumo Para Colombia. The marginal propensity to consume for Colombia. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. [https://www.researchgate.net/publication/286625971\\_PROPENSION\\_MARGINAL\\_AL\\_CONSUMO\\_PARA\\_COLOMBIA\\_The\\_marginal\\_propensity\\_to\\_consume\\_for\\_Colombia](https://www.researchgate.net/publication/286625971_PROPENSION_MARGINAL_AL_CONSUMO_PARA_COLOMBIA_The_marginal_propensity_to_consume_for_Colombia) [accessed Aug 30, 2017].
- VARIAN, H. (2011). *Microeconomía intermedia*. Un enfoque actual, 8 edición.

## 2.3 DETERMINACIÓN DE LAS NECESIDADES BÁSICAS INSATISFECHAS EN LA POBLACIÓN RURAL

*Yelly Yamparli Pardo Rozo<sup>5</sup>  
Parcival Peña Torres<sup>6</sup>*

### RESUMEN

El índice de Necesidades Básicas Insatisfechas INBI ha sido un instrumento de amplio uso en América Latina empleados por el Banco Interamericano de Desarrollo BID para clasificar los niveles de pobreza en el contexto de la Región. Aspectos como las condiciones de la vivienda, el acceso a la salud y la educación, entre otros, son tomados en cuenta para su estimación. En este estudio las necesidades primordiales de los predios rurales en el municipio de Belén, en su orden fueron: el servicio de acueducto y alcantarillado; la dependencia económica, asistencia escolar y hacinamiento crítico. El INBI estimado clasifica estos hogares en un 89% como pobres y un 11% como pobres extremos. Se deben orientar políticas de desarrollo agropecuario para que estas familias en sus sistemas productivos puedan convertirse en sistemas sostenibles en las esferas que esto implica: en materia financiera, económica, social y ambiental.

**PALABRAS CLAVES:** Pobreza, hacinamiento, condiciones de vivienda, sistemas productivos, necesidades básicas

---

5 Magister en Economía del Ambiente y Recursos Naturales Profesora Universidad de la Amazonia. y.pardo@udla.edu.co

6 MSc en Administración, Especialista en Finanzas, Profersor Universidad de la Amazonia. p.peña@udla.edu.co

## **ABSTRACT**

The Index of Unsatisfied Basic Needs INBI has been an instrument of wide use in Latin America used by the IDB Inter-American Development Bank to classify poverty levels in the context of the Region. Aspects such as housing conditions, access to health and education, among others, are taken into account for their estimation. In this study, the primary needs of rural properties in the municipality of Belén, in their order were: the aqueduct and sewage service; economic dependence, school attendance and critical overcrowding. The estimated INBI classifies these households as 89% as poor and 11% as extreme poor. Agricultural development policies should be oriented so that these families in their productive systems can become sustainable systems in the areas that this implies: in financial, economic, social and environmental matters.

**KEY WORDS:** Poverty, overcrowding, housing conditions, productive systems, basic needs

## INTRODUCCIÓN

La pobreza es una variable multidimensional cuya definición desde el punto de vista económico se ha relacionado con las carencias o necesidades de los hogares para poder subsistir en condiciones consideradas como dignas. Spicker (1999) encontró doce sentidos específicos de interpretación del concepto de pobreza algunos de ellos superpuestos y otros excluyentes. Una de esas definiciones está vinculada con la ausencia de bienes y servicios materiales, es decir, con la existencia de necesidades las cuales cambian con el tiempo y en el espacio.

Organismos como las Naciones Unidas han definido la pobreza como “la condición caracterizada por una privación severa de necesidades humanas básicas, incluyendo alimentos, agua potable, instalaciones sanitarias, salud, vivienda, educación e información. La pobreza depende no sólo de ingresos monetarios sino también del acceso a servicios” (ONU, 1995, p. 57). Esta definición es coherente con el enfoque de necesidades identificado por Spicker.

De acuerdo con el Banco Mundial, la mayor concentración de la pobreza se encuentra en las zonas rurales: el 80 % de los pobres se encuentran en estas regiones. De igual forma este informe señala que el 64% de los pobres se dedican a la agricultura.

## REVISIÓN LITERARIA

**Uso del NBI como indicador de la pobreza.** De acuerdo con el enfoque de necesidades, la Comisión Económica para América Latina CEPAL (2001) propone el INBI (Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas) como indicador que mide la pobreza de manera directa al identificar como pobres a aquellos hogares cuyo consumo no permite alcanzar la satisfacción de necesidades consideradas como básicas. Dentro de estas necesidades se encuentran: Las condiciones de la vivienda, el acceso a servicios de acueducto y disposición de excretas, dependencia económica, la asistencia escolar de los niños y el nivel educativo. Este indicador es agregativo y clasifica a los hogares como pobres y no pobres (si a todas las necesidades se les otorga igual ponderación, el rango de posibles valores del NBI está entre 1 y 5). Dentro de los hogares pobres se hace una distinción: pobres y pobres extremos (o en condición de miseria). Los hogares pobres son aquellos que reportan exactamente una necesidad básica insatisfecha, los hogares en condición de pobreza extrema son aquellos que poseen más de una necesidad básica.

El cálculo del INBI en Latinoamérica ha sido promovido utilizando la disponibilidad de información censal construyéndose mapas de pobreza que presentan la distribución de los hogares y su clasificación de acuerdo con las necesidades existentes. Lo anterior ha posibilitado, en la mayoría de estos países, focalizar las

políticas y programas de lucha contra la pobreza y definir bases de asignación y distribución de recursos para su ejecución.

Para Colombia, el DANE ha definido los respectivos estándares para cada variable del indicador de la siguiente manera:

1. Condiciones físicas de vivienda: Una vivienda es inadecuada si es móvil o refugio natural o sin paredes, o si éstas son de tela o desechos o si tiene el piso de tierra (en el caso de zonas urbanas). En zona rural, si el piso es de tierra, para considerarse una necesidad insatisfecha, las paredes deben ser de material semipermanente o percedero.
2. Acceso a servicios básicos: En zonas urbanas, una vivienda se considera sin servicios básicos cuando carece de sanitario y no tiene acceso directo a una fuente adecuada de agua. En las zonas rurales se priva de esta necesidad si tienen inodoro sin conexión, letrina o bajamar, o no se cuenta con servicio sanitario; y que obtienen el agua para preparar los alimentos de pozo sin bomba, agua lluvia, río, manantial, pila pública, carro tanque, aguatero u otra fuente ( Diagnóstico de la pobreza rural Colombia 2010-2014).
3. Niveles de hacinamiento: En el área urbana son clasificados como hogares con hacinamiento crítico a aquellas viviendas que reporten 3 o más personas por cuarto, incluyendo sala y comedor. En el área rural deben haber más de 3 personas por cuarto.
4. Dependencia económica: Se definen como hogares con alta dependencia económica a aquellos con más de 3 personas por miembro ocupado y, simultáneamente, en los que el jefe del hogar tenga un nivel de escolaridad menor a 3 años.
5. Asistencia escolar: Aquellos hogares en los que al menos un niño, comprendido entre los 7 y 11 años de edad, no acceda a educación formal será considerado como un hogar con ausentismo escolar.

Uno de los beneficios de usar el NBI es que brinda información directa sobre ciertas carencias específicas que puede servir para el diseño de políticas de asistencia social puntuales. Por tanto, en el caso de la población rural, el NBI, puede brindar una directriz para focalizar programas y proyectos.

Es claro que el NBI tiene limitaciones. La principal es que se basa en juicios de valor para determinar el nivel mínimo de condiciones para llevar una vida digna. Adicionalmente, no incorpora necesidades no materiales como autorrealización, libertad, participación política, entre otras, las cuales influyen en el bienestar. Por tanto, según el DANE, el NBI solo permite una aproximación a la pobreza.

De acuerdo con Fresnoza (2007) la evolución del INBI en Colombia en el periodo comprendido entre 1973 y 1985 se caracterizó por una disminución del 2,1% promedio anual, producto de la reducción en los indicadores de inasistencia escolar,



materiales inadecuados de la vivienda y en el caso rural de la alta dependencia económica. En el periodo 1985-1993 se presentó una reducción del 1,3 proveniente del decrecimiento en la necesidad de servicios básicos en las zonas rurales. Entre 1993 y 2003 la reducción fue de 1,4 puntos resultado de la reducción del hacinamiento crítico en las ciudades y de la inasistencia escolar en las zonas rurales.

En el censo del año 2005, en el departamento del Caquetá, en el área urbana, la proporción de personas pobres alcanzó el 33,48% y las personas en condición de miseria (pobreza extrema) el 11,5%. De manera específica las necesidades más apremiantes son la asistencia escolar (16,89%) y las condiciones de vivienda (16,08%). En la zona rural la pobreza alcanzó un índice del 59,2% y la pobreza extrema 24,5% siendo las necesidades que más contribuyeron al indicador el acceso a servicios (31,96%) y las condiciones de la vivienda (21,4%). Comparando los datos disponibles en el DANE del año 1993 hubo una reducción en la proporción de personas en situación de pobreza del 24,68%. A continuación se presentan los resultados del cálculo del INBI para el estudio.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Condiciones de la vivienda.** Con relación a las condiciones estructurales de la vivienda, ninguno de los predios rurales podría clasificarse como pobre de acuerdo a los criterios descritos por esta necesidad básica. El material de construcción utilizado está dentro de las condiciones mínimas de la necesidad establecida para el sector rural por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE).

Figura 10 Material de las paredes de la vivienda.

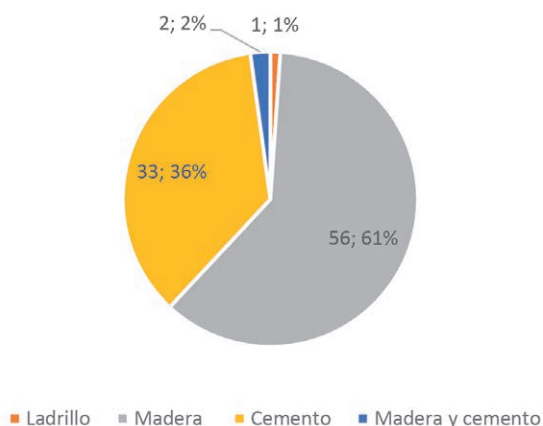


Figura 11 Material del piso de la vivienda.

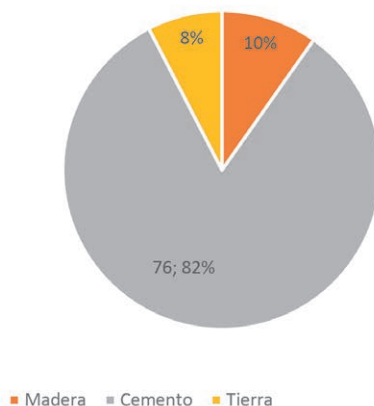
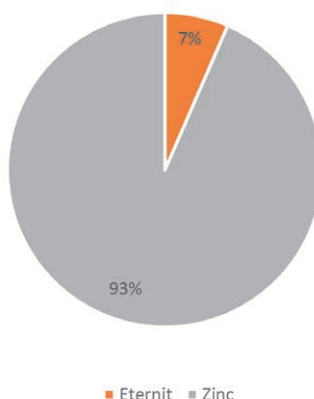


Figura 12. Material del techo de la vivienda.

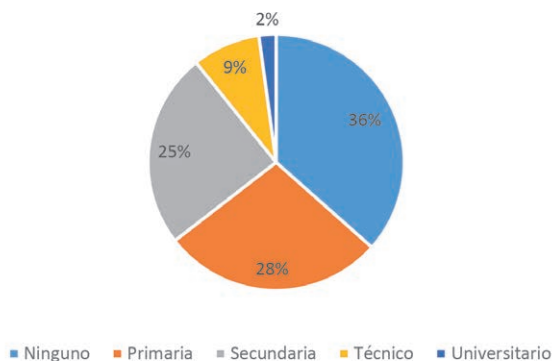


**Servicios Públicos.** De acuerdo a los datos obtenidos, solamente un predio cuenta con acceso al servicio de acueducto, los demás obtienen el agua de fuentes subterráneas y superficiales. Ningún predio cuenta con conexión a alcantarillado y el 96 % posee pozo séptico. Por lo anterior todos los predios cuentan con esta necesidad.

**Hacinamiento.** En promedio las viviendas están habitadas por cuatro personas y el número promedio de cuartos es de 6. De acuerdo a la información recolectada y el criterio establecido por el DANE solo un hogar se identificó con hacinamiento crítico.

**Dependencia Económica.** Con relación a este subíndice, siete hogares (7,5%) encuestados poseen dependencia económica. De igual forma se constató que el nivel de analfabetismo es del 36%.

Figura 13. Nivel de Escolaridad del Jefe de Hogar.



**Asistencia escolar.** La población infantil de los predios objeto de estudio, en las edades de 6 a 12 años de edad, es de 51, es decir, hay un promedio de un niño en esta edad por hogar. Con referencia a la asistencia escolar se encontró que cuatro hogares contaban con niños en el grupo etario de 6 a 12 que no estaban asistiendo a alguna institución educativa.

Con las variables anteriores, se puede determinar que las necesidades básicas insatisfechas en la población de estudio, presenta el siguiente comportamiento presentado en la siguiente figura:

Figura 14. Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas INBI.

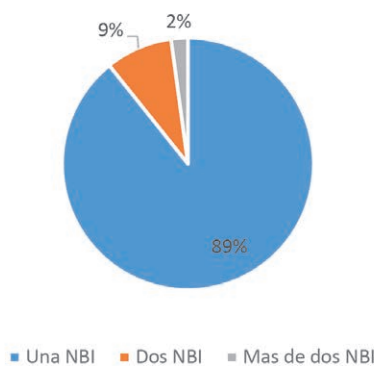
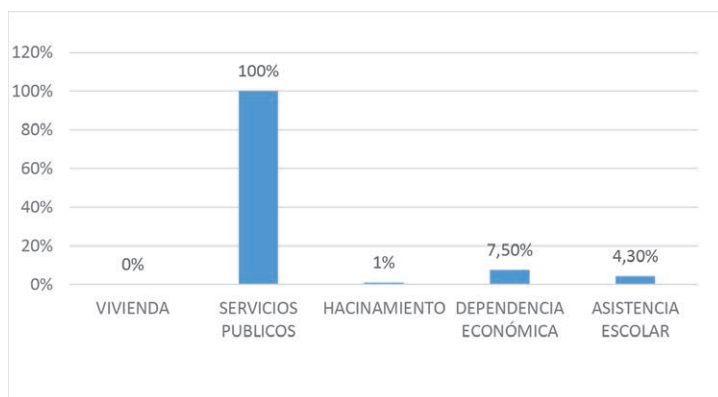


Figura 15 . Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas INBI desagregado.



## CONCLUSIONES

Se puede concluir que la necesidad primordial de los predios rurales incluidos en el estudio en el municipio de Belén es la de acceso a servicios públicos tanto en lo relacionado con el tema de acueducto como conexión a alcantarillado. Al existir esta necesidad en todos los hogares lo convierte en pobres. Le siguen en su orden las necesidades de dependencia económica, asistencia escolar y hacinaamiento crítico. La vivienda se puede considerar como digna dentro de los parámetros establecidos por el subíndice. Los resultados obtenidos representan una aproximación a las condiciones de pobreza de los hogares rurales clasificándolos en un 89% como pobres y un 11% como pobres extremos. De esta manera deben identificarse y priorizarse proyectos y programas que permitan a esta población afectada superar estas necesidades en el marco de un desarrollo sustentable.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BANCO MUNDIAL (2016). La pobreza y la prosperidad compartida 2016: Abordar la desigualdad.
- FRESNADA, O. (2007). La medida de necesidades básicas insatisfechas (INBI) como instrumento de medición de la pobreza y focalización de programas. Naciones Unidas.
- FERES, J., MANCERO, J. (2001). Enfoques para la medición de la pobreza. Breve revisión de la literatura. Naciones Unidas.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS (1995). The copenhagen declaration and programme of action.
- SPICKER, P. (1999). Definiciones De Pobreza: Doce grupos De significados. Recuperado de [http://dds.cepal.org/infancia/guide-to-estimating-child-poverty/bibliografia/capitulo-/Spicker%20Paul%20\(1999\)%20Definitions%20of%20poverty%20eleven%20clusters%20of%20meaning.pdf](http://dds.cepal.org/infancia/guide-to-estimating-child-poverty/bibliografia/capitulo-/Spicker%20Paul%20(1999)%20Definitions%20of%20poverty%20eleven%20clusters%20of%20meaning.pdf)



## 2.4 CARBONO ALMACENADO EN ARBOLES DISPERSOS EN PASTURAS DE SISTEMAS PRODUCTIVOS EN BELÉN DE LOS ANDAQUÍES, CAQUETÁ

*Yelly Yamparli Pardo Rozo<sup>7</sup>  
José Alfredo Orjuela Chávez<sup>8</sup>*

### RESUMEN

Las principales estrategias mundiales para combatir cambio climático son la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero GEIS y el aumento de los sumideros de carbono, por ello en la actualidad el almacenamiento de carbono en las diferentes unidades del paisaje es uno de los servicios ecosistémicos más importantes. Teniendo en cuenta que en América latina los sistemas agropecuarios ostentan gran responsabilidad por la remoción y emisión de GEIS, es relevante determinar el potencial de almacenamiento de carbono en los sistemas productivos del piedemonte amazónico, estimaciones realizadas a partir de modelos alométricos construidos en investigaciones previas. Se estimó que el promedio de carbono almacenado  $C_A$  por hectárea (ha) 8,0879 t. en arboles dispersos en pasturas y 94,2042 tn en cultivos de caucho (*Hevea brasiliensis*). Los datos fueron tomados en Belén de los Andaquíes en Caquetá, localidad declarada como municipio verde de Colombia por su riqueza hídrica y biodiversidad.

---

7 Estudiante Doctorado en Ciencias Naturales y Desarrollo Sustentable, Profesora Universidad de la Amazonia, y.pardo@udla.edu.co.

8 Magister en Agroforestería, Coordinador de Innovación Regional Corpoica, orjuela@uniamazonia.edu.co

**PALABRAS CLAVES:** almacenamiento de carbono, servicio ecosistémico, modelos alométricos, piedemonte amazónico, caucho *heveas brasiliensis*

## **ABSTRACT**

The main global strategies to combat climate change are the reduction of greenhouse gas emissions (GHG) and the increase of carbon sinks, so the storage of carbon in the different units of the landscape is currently one of the most ecosystem services important. Considering that agricultural systems in Latin America have a great responsibility for the removal and emission of GHG, it is relevant to determine the potential for carbon storage in the Amazonian foothill production systems, estimates based on allometric models constructed in previous research. It was estimated that the average carbon stock per hectare (ha) was 5,654.0195 tons (tn) in forested coverings; 8.0879 tn in trees dispersed in pastures and 94.2042 tn in rubber crops (*Hevea brasiliensis*). At an average deforestation rate of 0.6491 ha year<sup>-1</sup> in the study area, the emission of 13,415.6367 tn CO<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup> is expected. The data were taken in Belén de los Andaquíes in Caquetá, a town declared as a green municipality in Colombia because of its water richness and biodiversity.

**KEYWORDS:** carbón fixed, ecosystem services, allometrics models, amazonic foot hill, *heveas brasiliensis*



## INTRODUCCIÓN

El calentamiento global es el aumento de la temperatura promedio del planeta, (0,8 grados centígrados en el último siglo); constituye el primer problema ambiental que le está costando a la humanidad su adaptación a la redistribución climática, esto es, nuevos patrones de vientos, corrientes marinas, lluvias y sequías que traen consigo la proliferación de vectores y aparición de nuevas enfermedades y otras que se creían controladas, lo cual ha afectado los servicios ecosistémicos SE en el planeta y con ello la salud humana, la biodiversidad y los sistemas socioeconómicos (Pardo et al, 2016). Tiene como origen la emisión de gases de efecto invernadero GEIS a consecuencia de las formas antrópicas de producción y de consumo a partir de la masiva e inadecuada extracción de recursos naturales y uso tecnologías contaminantes.

El Acuerdo de París en 2015 y la nueva agenda de Naciones Unidas a 2030, planteó como principales estrategias de política mundial contra cambio climático la reducción de emisiones de GEIS y el aumento de los sumideros de carbono (ODS, 2015). La industria de los combustibles fósiles es responsable de la emisión del 80% de los GEIS mientras que los sistemas agropecuarios aportan cerca de un 14% a 18%, en esencia por la emisión de gas metano  $\text{CH}_4$ , óxidos nitrosos  $\text{NO}_3$  (debido a la fermentación entérica del ganado) y dióxido de carbono  $\text{CO}_2$  por la deforestación para la introducción de pasturas, cultivos o actividad forestal.

Las actividades agropecuarias tradicionales de tumba y quema en ecosistemas estratégicos como la cuenca amazónica en América latina obedece a la importancia socioeconómica y cultural, ya que representa el sustento de dos mil millones de personas (FAO, 2013). Por ello la importancia de conocer cómo los actuales sistemas agropecuarios en el piedemonte amazónico impactan en el SE de almacenamiento de carbono (C) en sus principales coberturas.

Esta investigación estimó el almacenamiento de carbono a partir de los cambios en el uso del suelo para observar los efectos en uno de los principales componentes de los sumideros naturales: los árboles del bosque húmedo tropical. Lo anterior permite sumar experiencias investigativas que fomenten y evidencien la necesidad de instaurar procesos sostenibles de producción en zonas rurales. La cuantificación de almacenamiento y fijación de carbono C provee información para planear y tomar decisiones sobre usos del suelo y definir políticas económicas, agrarias y ambientales que conlleven a un desarrollo sustentable.

Se emplearon modelos alométricos existentes para estimar el carbono almacenado  $\text{C}_A$  en paisajes de bosques, pastos y cultivos de caucho (*heveas brasiliensis*) en coherencia con la vocación agroforestal de la zona. Según ordenanza No. 024 del 28 de noviembre de 2013, Belén de los Andaquíes fue declarado como municipio verde de Colombia y protector de agua en el Caquetá, de allí la conveniencia de este tipo de estudios en la región. Esta investigación constituye

uno de los propósitos específicos del proyecto “Valoración de la sostenibilidad en sistemas agropecuarios del piedemonte amazónico” del programa doctoral en Ciencias Naturales y Desarrollo Sustentable de la Universidad de la Amazonia (Pardo, 2016).

## REVISIÓN LITERARIA

**Los servicios ecosistémicos SE** son mecanismos naturales complejos y dinámicos que garantizan la disponibilidad de materias primas, energía, elementos y su ciclaje para satisfacer las necesidades y condiciones para el desarrollo de las diversas formas de vida; el bienestar biofísico y psicosocial del hombre depende completamente de los ecosistemas del planeta y de los servicios que estos proporcionan; los SE han sido clasificados en servicios de apoyo, servicios de aprovisionamiento, de regulación y servicios culturales (González, 2012; González & Riascos, 2007).

Entre los servicios de regulación se citan: la formación de alimentos, el ciclaje de elementos, la polinización, regulación de la erosión, purificación y tratamiento de aguas, regulación de enfermedades y desastres naturales, la regulación climática y el almacenamiento o secuestro de carbono (Pardo & Sanjinés, 2014). No obstante, el cambio climático y la tensión hídrica por el aumento demográfico y sus implicaciones han disminuido la cantidad y la calidad de los SE esenciales para la conservación de la vida y la salud humana (Pardo et al, 2017).

Sin embargo entre los principales SE inmersos en sistemas productivos rurales en América latina se encuentran la conservación de agua y de la biodiversidad y otros servicios más específicos son aquellos asociados a la conservación de bosques como la purificación del aire, conservación de suelos, reducción de la erosión; humedad, flora y fauna, retención de agua en el subsuelo; control de plagas, disfrute paisajístico por belleza escénica; productividad hídrica -referida a la provisión y regulación- y el almacenamiento o los sumideros de carbono (Somarriba et al., 2013, García, 2013; Ortiz, 2013; MAG, 2013). Este último SE se define como la absorción del CO<sub>2</sub> de la atmósfera y posterior almacenamiento en los cuerpos vegetativos mediante la fotosíntesis.

A estos mecanismos de los denomina sumideros de C los cuales son depósitos naturales o artificiales que absorben el C atmosférico reduciendo así la cantidad de CO<sub>2</sub> presente en el aire; en el periodo de Carbonífero, los principales sumideros fueron los procesos biológicos de producción de carbón, petróleo, gas natural, los hidratos de metano y las rocas calizas, pero en la actualidad los principales sumideros son los océanos y la vegetación (árboles, arbustos, hierbas y pastos); las bacterias fotosintéticas, la cadena alimentaria y los bosques en crecimiento también son considerados como grandes sumideros de C en la plataforma conti-

mental, por eso el bosque amazónico es considerado como un ecosistema estratégico para el mundo (Bahamón, 2015). Un sumidero de carbono no tiene por objeto reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>, sino de disminuir su concentración en la atmósfera (Ruíz, 2011).

En América Latina, los sistemas agropecuarios producen serios impactos al paisaje de bosques, donde la actividad forestal lícita e ilícita ha generado la disminución de los recursos naturales y cambios en la calidad de los servicios ambientales como la regulación microclimática e hídrica, en especial las zonas tropicales y subtropicales donde se deforesta para dar espacio a la introducción de pasturas para la ganadería extensiva (Peters et al., 2013; Morton et al., 2006). Por ejemplo, el Caquetá registra la segunda tasa de deforestación más alta en AL, 145.000 ha año<sup>-1</sup>, situación explicada por la importancia económica y su arraigo cultural (Forero et al., 2016; Pardo, 2016; FAO, 2013).

Los primeros aportes en la estimación de secuestro de C en la Amazonia colombiana inician desde 2000 con los estudios Ibrahim et al., (2007) y Amézquita et al., (2008), quienes demostraron que los bosques nativos secuestran 30 tn de C más por hectárea (tn ha<sup>-1</sup>) que cualquier otro uso del suelo (como pasturas y cultivos); y que en topografía plana la proporción de fijación de carbono fue 58,53% en el suelo y 41,50% en la biomasa aérea.

Además, los mismos autores evidenciaron que el mejoramiento de pasturas y el aumento de coberturas arbóreas permiten fijar altos valores de C, donde el potencial de las fincas ganaderas se puede lograr mediante el incremento de plantaciones forestales y la liberación de tierras no aptas para la producción agropecuaria, para la regeneración natural de bosques secundarios. Este tipo de estudios estiman la huella ecológica de los sistemas agropecuarios, el cual es un indicador de la presión antrópica en los ecosistemas y la biodiversidad (Ibarra & Monroy, 2014; Doménech, 2010).

En la actualidad se han desarrollado modelos alométricos para estimar el C<sub>A</sub> en las principales especies forestales en América latina y el mundo. Los modelos alométricos, son herramientas para determinar los volúmenes, tasas y porcentajes de fijación de C dentro de un sistema de producción, a través de ecuaciones que permiten estimar medidas dasométricas como el volumen biomasa carbono (VBC) de árboles, arbustos y palmas, mediante variables establecidas como el diámetro a la altura del pecho (Dap) y la altura total, con las cuales se cuantifica la capacidad del sistema para almacenar, fijar y liberar el CO<sub>2</sub> (Andrade et al., 2014).

Segura & Andrade (2008) resumen el proceso de construcción de modelos alométricos de volumen, biomasa y carbono mediante los siguientes pasos: i) la selección del sitio y de las especies, ii) estimación del tamaño de la muestra iii) selección de los individuos a muestrear; iv) corte, medición y pesaje v) selección de los mejores modelos alométricos vi) prueba de los modelos genéricos y vii) selección de los mejores modelos alométricos.

Para diseñar un modelo alométrico de especies en particular es necesario realizar muestreo destructivo, donde una vez definida la especie y la zona de estudio, se deben establecer parcelas temporales o permanentes para el muestreo, determinar su forma y tamaño conforme a la densidad vegetativa de la muestra; luego se procede a tomar información dasométrica (diámetro altura pecho  $D_{ap}$ , altura  $h$  del árbol, área basal, densidad de madera, gravedad de expansión, altura de copa, peso de fuste, ramas, hojas, raíces) y con ello se establece la biomasa aérea y subterránea; posteriormente, se aplica análisis de regresión y se encuentra la forma funcional matemática y estadísticamente eficiente que permita modelar los datos reales obtenidos en la biomasa por encima del suelo y subterránea, como una función ya sea de la circunferencia o diámetro altura pecho ( $cap$ ,  $dap$ ) o en algunos casos del volumen o la altura (Segura y Andrade, 2008; Andrade y Ibrahim (2008).

En el contexto latinoamericano, las formas funcionales de mayor uso y consistencia han sido las lineales y las logarítmicas, la tabla 36 presenta algunos modelos para bosques tropicales.

En el caso de Colombia se han validado modelos pantropicales empleados para la estimación de la biomasa aérea para los bosques naturales del país; entre los principales autores están Chambers et al., (2001), Álvarez et al., (2012), Zapata et al., (2003) y Brown (2005); la conclusión en este estudio es la posibilidad de encontrar ecuaciones publicadas en la literatura científica que permiten una estimación precisa de la biomasa aérea de los árboles en Colombia sin realizar muestreo destructivo, donde se recomienda la utilización de las ecuaciones presentadas en la tabla 37 a escala nacional y regional para bosque húmedo.

Tabla 36. Modelos alométricos empleados de Biomasa aérea  $B_a$  y biomasa de raíces  $B_R$ .

En bosque húmedo tropical	Modelo	Autor, año	Ecuación
$B_a$ total 7 especies	$B_{at} = e^{(-7,3+2,1LnDap)}(1000)$	Segura & Kanninem (2005)	1
$B_a$ zona húmeda tropical	$ln B_a = (-2.00 + 2.32 * ln(Dap))$	Brown (1997)	2
$B_a$ humedad normal	$B_{at} = 21,297 - 6,953Dap + 0,74 dap^2$	Schroeder (1999)	3
Árboles en Potrero	$Log_{10} B_a = -2,18 + 0,08Dap - 0,0006dap^2$	Ruiz (2002)	4
$B_R$ de raíces	$B_R = e^{(-1,0587 + 0,88 Ln Ba)}$	IPCC (2003)	5
$B_a$	$Ba = -2,235282155 + 2,37 Ln(Dap)$	Álvarez et al., (2012)	6

Fuente: Construcción de autores según revisión literaria.

Estas ecuaciones están en función a la Dap para bosques de acuerdo con la zona de vida, donde el cálculo de biomasa de árboles con  $Dap \geq 10$  cm, donde la Dap es el diámetro medido a 1,30 m desde el suelo en centímetros (cm),  $\beta_0$  y  $\beta_1$  son parámetros y  $R^2$  es el ajuste del modelo.

Tabla 37. Ecuaciones alométricas recomendadas para el cálculo de biomasa aérea  $Ba$  (kg) en bosques colombianos.

Variable dependiente:  $Ba$ ; variable independiente: diámetro altura del pecho Dap (cm);  $\text{Ln}(Ba) = \beta_0 + \beta_1 \text{Ln}(Dap)$

Bosque	$\beta_0$	$\beta_1$	$R^2$	Descripción
bh-M	-2,6164	2,37	0,932	Bosque húmedo montano, con temperaturas $T^\circ$ entre 6 a 12 grados, precipitación media anual pma 500 a 1000 mm (milímetros de lluvia)
bh-MB	-1,6630			Bosque húmedo bajo montano, temperaturas superiores a 12 grados y pma de 1000 y 2000 mm.
bh-PM	-1,8660			Bosque húmedo premontano, $T^\circ$ 18 – 24 grados, pma 1100 y 1200 mm.
bh-T	-1,5442			Bosque húmedo tropical, $24^\circ\text{C}$ , pma 2000 a 4000 mm
bp-T	-1,9084			Bosque húmedo pluvial tropical, pma mayor a 8000 mm

Fuente: Construcción de los autores con datos de Álvarez et al., IDEAM, 2011.

Los análisis, evidencian que para realizar la estimación de carbono sin llegar al muestreo destructivo se pueden emplear estos modelos alométricos generalizados, su uso permite evidenciar la dinámica del almacenamiento de carbono en los diferentes tipos de coberturas en predios agropecuarios, por ejemplo, observar la diferencia en la fijación de carbono entre sistemas tradicionales agropecuarios y sistemas sostenibles de producción (como los agroforestales SAF, agrosilvopastoriles ASP o silvopastoriles SP, entre otras prácticas), para generar orientaciones de política contra cambio climático y evitar el agotamiento de los sumideros existentes al reducir la presión sobre los bosques Orjuela et al., (2014), Chambi et al., (2001).

El reto de las investigaciones sobre este SE, es la consolidación de los mercados de carbono ya sea a través de mecanismos de desarrollo limpio MDL o mercados voluntarios de carbono MVC, alternativas instauradas desde el protocolo de Kioto en los países vía desarrollo como Colombia según la Agenda 21, de forma que los incentivos sean reales para la población de productores y se refleje en el mercado de tierras o a través de política ambiental vía precios o incentivos económicos. Sin embargo, entre otras alternativas tecnológicas para afrontar el cambio climático diferentes al secuestro de C se encuentran: la disminución de la demanda de energía a través de la dispositivos más eficientes; la descarbonatación del suministro de energía, el aumentando el uso de fuentes de energía renovables y la reducción de otros GEIS distintos del  $\text{CO}_2$  (IPCC, 2003).

## MATERIALES Y MÉTODOS

La zona de estudio es el piedemonte amazónico definido como el paisaje cercano al montañoso, con superficies de aspecto ondulado, entre los 290 y 530 metros sobre el nivel del mar (msnm), en el área de influencia de la quebrada La Mono, en las veredas Agua Dulce, La Mono, La Tortuga, Azabache, Sánchez y Fragua Delicias en Belén de los Andaquíes, Caquetá. La población objeto de estudio corresponde a 300 predios agropecuarios en Belén de los Andaquíes (según el censo bovino 2016), donde el 50,66% de ellos tienen una extensión entre 1 a 50 has; 24,00% entre 51 a 100 has; 24,33% entre 101 a 500 has; y existe un 1,01% predios mayores a 500 has. El tipo de muestreo fue el estratificado con afijación proporcional presentada en la ecuación 12.

$$\text{Ecuación 12. } n = [Z^2 S^2 N] / [e^2 (n - 1) + (Z^2 S^2)] = 85$$

Donde:  $n$  = Tamaño de la muestra,  $N$  = Número de predios de cada estrato / número total de predios ( $N = 297$ ),  $S$  = Desviación estándar para cada estrato de la variable, área en ha (0,5) máxima varianza para variables de interés.  $EE$  = Error de estimación (9%)  $Z_{w/2}$  = Valor  $Z$  (distribución normal estándar) 1,96 (Casanova<sup>9</sup>, Hernández et al., 2014). Se realizó un trabajo de campo donde se empleó la técnica de encuesta especializada dirigida a productores de la zona y allí en cada predio agropecuario se instauraron dos parcelas temporales de muestreo PTM (en bosques, pasturas y cultivos) para medir el diámetro altura pecho Dap del componente leñoso. La información fue de corte transversal y las fases del estudio para estimar almacenamiento de  $C$  en las tres coberturas fueron: a) establecimiento de las PTM y medición del Dap; b) elección y estimación de la Biomasa total a partir de la aplicación de modelos alométricos generalizados; c) Cálculo de  $C$  y  $CO_2$  equivalente, d) Comparación de resultados, discusión y análisis. Para la estimación de carbono almacenado  $C_A$  en componente leñoso se aplica la ecuación 13.

$$\text{Ecuación 13. } C_A = A_T * B_T * R_C$$

Donde  $C_A$  es el carbono almacenado en biomasa total (en tn),  $A_T$  es el área total de bosques (en ha),  $B_T$  es la biomasa total por área ( $tn\ ha^{-1}$ ) y  $R_C$  es la fracción de carbono en biomasa igual a 0,5; de igual forma, para hallar el carbono equivalente  $CO_2$  se multiplica el  $C_A$  por la fracción 44/12 de acuerdo con Segura & Andrade (2014), Chambi et al., (2000), IPCC (1999).

9 Asesoría con el PhD en Biometría Fernando Casanova, Profesor del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE de Costa Rica en el mes de mayo de 2016 en la Universidad de la Amazonia en Florencia).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Distribución de coberturas y actividad agropecuaria en la zona.** Los sistemas agropecuarios analizados son descritos a partir de variables como su extensión, coberturas, actividad agropecuaria y reconocimiento florístico. El 74,12% de las fincas se concentra en extensiones entre 0 a 50 ha llamadas micro para efectos de este estudio; el 18,83% eran fincas entre 50 a 100 ha (pequeñas) y un 7,05% corresponde a fincas mayores de 100 ha y menores a 300 ha (medianas) (ver tabla 38).

Tabla 38. Clasificación de fincas por extensión en hectáreas (n= número de predios).

Tamaño	n y % relativo	Tamaño	Promedio	Desviación estándar
Micro	63 (74,12)	X < 50	21,49	16,68
Pequeño	16 (18,83)	50 < X < 100	71,13	17,02
Mediano	6 (7,05)	X > 100	164,33	75,41
Total	85 (100,00)	General	40,91	42,26

En cuanto a bosques el 70,58% de los predios cuenta con cobertura boscosa. Existen 4,89 has de bosque en promedio en los 60 predios agropecuarios de los 85 encuestados (un 70,58%), es decir que el porcentaje restante no tiene coberturas boscosas. De otro lado, el 81,17% de las fincas tienen pasturas y el 18,82% carece de ellas. La distribución en hectáreas de pasturas es proporcional en las tres clases de predios, pues el 32,01% (720,95 ha) se encuentran en las microfincas, el 35,34% (796 ha) del total de las pasturas se encuentran en fincas pequeñas y el 32,64% (735 ha) se encuentran en los predios medianos. La extensión en pastos para las micro fincas tiene un promedio de 14,53 ha; 49 ha para fincas pequeñas y 122 ha para fincas medianas. El promedio de pasturas en general es de 25,91 has por finca.

Y en lo que respecta a cultivos solo se presentan en el 61,17% de las fincas. En las microfincas se concentran el 84,61% de los cultivos, con un promedio de 4,57 ha. En la actividad agrícola los principales cultivos son: caucho, palma, cacao, yuca, plátano, caña, frutales amazónicos como arazá y copoazú, piña y borojó. Los principales productos del campo son la leche, huevos, carne de cerdo y otras carnes.

**Carbono almacenado en árboles dispersos en pasturas.** En las fincas con pasturas se establecieron dos PTM rectangulares de 250 m<sup>2</sup> cada una, donde se realizó el conteo de los árboles para estimar la densidad arbórea y medir la Dap. De la zona de estudio 45 fincas cuentan con pasturas que sumaron 90 PTM. Para la estimación de la B<sub>T</sub> en componentes leñosos se emplearon las mismas ecua-

ciones usadas en bosques. Se obtuvieron los siguientes resultados presentados en la tabla 39 y 40.

*Tabla 39. Biomasa total de árboles en pastos BT, Carbono almacenado CA y Carbono Equivalente CO<sub>2</sub> (kilogramos por hectárea kg ha<sup>-1</sup>, diámetro altura pecho Dap cm del Modelo 1).*

Parámetro	B <sub>T</sub> por árbol (kg)	Bt por ha (kg ha <sup>-1</sup> )	C (kg ha <sup>-1</sup> )	CO <sub>2</sub> (kg ha <sup>-1</sup> )	Dap (cms)
Promedio	121,021408	15613,9164	7806,95822	28.625,5135	12,7310928
Desviación	1278,90108	230202,195	115101,097	422037,357	46,0115865
Mínimo	1,44443259	202,220562	101,110281	370,737697	2,62605042
Máximo	264,12888	38649,8247	19324,9124	70858,012	9,39598555

*Tabla 40. Biomasa total de árboles en pastos BT, Carbono almacenado CA y Carbono Equivalente CO<sub>2</sub> (kilogramos por hectárea kg ha<sup>-1</sup>, diámetro altura pecho Dap cm del Modelo 2).*

Parámetro	B <sub>T</sub> por árbol (kg)	Bt por ha (kg ha <sup>-1</sup> )	Carbono (kg ha <sup>-1</sup> )	CO <sub>2</sub> (kg ha <sup>-1</sup> )
Promedio	129,70	16.737,83	8.368,91	30.686,02
Desviación	1.334,92	240.284,70	120.142,35	440.521,95
Mínimo	1,74	243,79	121,90	446,96
Máximo	276,18	40.358,00	20.179,00	73.989,66

La densidad arbórea en pasturas fue de 133,89 árboles ha<sup>-1</sup> en promedio, con un comportamiento de Dap promedio de 12,73. Los valores de la biomasa total por árbol oscilan entre 121,02 y 129,70 kg. Luego se estimó para cada predio, la biomasa total B<sub>T</sub> por hectárea, valor que se encuentra entre 15.613,9164 y 16.737,83 kg. De acuerdo con los modelos, el componente leñoso en cada hectárea de pastura de los sistemas productivos en promedio puede contener en C<sub>A</sub> entre 7.806,95822 y 8.368,91 kg. En consecuencia el CO<sub>2</sub> equivalente por ha en leñosos dispersos en pasturas se encuentra entre 28.625,5135 y 30.686,02 kg.

Estos resultados permiten suponer que por introducción de una hectárea de pastura se pierden alrededor de 1.283,11 individuos, además del efecto en otros servicios ecosistémicos como albergue a la biodiversidad, protección a fuentes hídricas y corredor paisajístico de especies.

Las 85 fincas de la zona de estudio suman 293,25 ha en bosque y 1.617,7 ha en potreros que contienen cerca de 6.160 árboles que aportan 7,8 tn de C<sub>A</sub> ha<sup>-1</sup> para un total de 48.090,1 tn de C<sub>A</sub> en la zona.



## CONCLUSIONES

A través del empleo de modelos alométricos provenientes de investigaciones en bosques húmedos tropicales y coberturas en piedemonte amazónico, se estimó el contenido de carbono almacenado en componentes leñosos en Belén de los Andaquíes, discriminado bosques, pastos y cultivos de caucho dada la importancia económica para la zona. Los árboles en bosque acumulan mucho más carbono que en los árboles dispersos en potreros, lo cual evidencia que la introducción de pasturas equivale a reducir los sumideros de carbono como principal servicio ecosistémico, además de otros tales como regulación hídrica y conservación de la biodiversidad; si estos bosques llegan a perderse para establecer cultivos o pasturas, se pasaría de cerca de  $360 \text{ tC ha}^{-1}$  a  $8,3 \text{ tC ha}^{-1}$ . De la misma forma se observa un amplio potencial de estudio en la zona para diseñar políticas de gestión ambiental o establecer y evaluar la viabilidad de los esquemas por servicios ambientales ya sea por protección de fuentes hídricas o por su función como sumideros de carbono según el decreto 0953 de 2013 y el proyecto de ley 1758 de 2015.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ÁLVAREZ, E., DUQUE, A., SALDARRIAGA, J., CABRERA, K., DE LAS SALAS, G., DEL VALLE, I., y otros. (2012). Tree above-ground biomass allometries for carbon stocks estimation in the natural forest of Colombia. *Forest Ecology and Management*, 267, 297-308. Disponible en: <http://ctfs.arnarb.harvard.edu/Public/pdfs/ToDelete/Alvarez%20et%20al%202012.pdf>
- ÁLVAREZ, E., SALDARRIAGA, J.G., DUQUE, A.J., CABRERA, K.R., YEPES, A.P., NAVARRETE, D.A., y PHILLIPS, J.F. (2011). Selección y validación de modelos para la estimación de la biomasa aérea en los bosques naturales de Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales-IDEAM-. Bogotá D.C., Colombia. 26 p.
- AMÉZQUITA, M. C.; AMÉZQUITA, E.; CASASOLA, F.; RAMÍREZ, B.; GIRALDO, H.; GÓMEZ, M; LLANDERAL, T.; VELÁSQUEZ, J. y IBRAHIM, M. A. (2008). Chapter 3. C Stock and sequestration. en: t'Mannetje, L.; Amézquita, M. C.; Buurman, P.; y Ibrahim, M. A. (Eds.). *Carbon sequestration in tropical grassland ecosystems*. Wageningen Academic Publishers, Holanda. P 49-67.
- ANDRADE, HERNÁN y IBRAHIM, MUHAMMAD (2003). ¿Cómo monitorear el secuestro de carbono en sistemas silvopastoriles. *Agrofestería en las Américas*. Vol. 10 N° 39-40.
- ANDRADE, H; MARÍN, L. 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; MARÍN, D; y GÓMEZ 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).
- BAHAMÓN, OSCAR. (2015). Valoración económica de la huella de carbono en sistemas de produccion de caucho (*hevea brasiliensis*) como servicio ambien-

- tal en la Amazonía caquetëña. Universidad de la Amazonia, Tesis de maestría en Sistemas Sostenibles de Producción, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Florencia, Caquetá.
- BROWN, S. 1997. Estimating biomass and biomass change of tropical forests. A primer. Roma, IT, FAO. 55 p.
- BROWN J C., KOEPPE M; COLES, B. y PRICE, K. P. 2005. Soybean production and conversión of tropical forest in the Brazilian Amazon: the case of Vihelna, Rodoña Ambio 34 462 – 9.
- CHAMBERS, J.Q., DOS SANTOS, J., RIBEIRO, R.J., y HIGUCHI, N. (2001). Tree damage, allometric relationships, and above-ground net primary production in Central Amazon forest. *Forest Ecology and Management* 152: 73-84.
- CHAMBI, P. (2001). Valoración económica del secuestro de carbono mediante simulación aplicada. Simposio Internacional Medición y monitoreo de la captura de carbon en ecosistemas forestales (Octubre de 2001) Valdivia, Chile.
- DOMÉNECH, Q. J. L. (2010). Huella ecológica y desarrollo sostenible. España: AENOR - Asociación Española de Normalización y Certificación. Recuperado de <http://www.ebrary.com>
- FORERO, ALEXANDRA; PARDO, YELLY y ANDRADE, MILTON (2016). Valoración económica de las coberturas boscosas en sistemas productivos en San Vicente del Caguán, Seminario
- GARCÍA, H. (2013). Valoración de bienes y servicios ambientales provistos por el páramo de Santurbán. Informe presentado a Abt Associated INC. Fedesarrollo Centro de Investigación Económica y Social, Bogotá Colombia.
- GONZÁLEZ, M. A. (2012) Pagos por Servicios Ambientales en la Lucha contra la Desertificación: Esquemas de Pagos por Servicios Ambientales. Editorial Académica Española.
- GONZÁLEZ Á. y RIASCOS E. (2007). Panorama Latinoamericano del pago por Servicios Ambientales. *Revista Gestión y Ambiente* Volumen 10, Número 2, Universidad Nacional de Colombia, (129 – 144 págs) Bogotá D.C.
- HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, L. (2014). Metodología de la Investigación. Quinta Edición, México.
- IBARRA, JOSÉ MANUEL Y MONROY, ARCADIO (2014). Cuestionario para calcular la Huella Ecológica de estudiantes universitarios mexicanos. *Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, vol. 17, núm. 2, diciembre, 2014, pp. 147- 154 Universidad Nacional Autónoma de México Distrito Federal, México.
- IBRAHIM, M.; CHACÓN, M.; CUARTAS, C.; NARANJO, J.; PONCE, G.; VEGA, P.; CASASOLA, F. y ROJAS, J. (2007). Almacenamiento de carbono en los suelos y biomasa arbórea en sistemas de uso de la tierra en paisaje ganadero de Colombia, Costa Rica y Nicaragua. *Revista Agroforestería en las Américas* No. 45.

- IPCC, 1999, Nakićenović, N., and Swart, R., ed., Special Report on Emissions Scenarios: A special report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change (book), Cambridge University Press
- IPCC. 2003. Intergovernmental Panel of Climate Change. Good practice guidance for land use, land-use change and forestry. Institute for Global Environmental Strategies (IGES). Japan.
- IPCC. 2006. Guidelines for National Green House Inventories. Volumen 4. Capítulo 11.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA MAG (2013). Ganadería sostenible y cambio climático. Aportes para el proceso de construcción de NAMA (2013). IICA, PNUD, Low Emission Capacity building Programme, GIZ, (pp 23), Costa Rica.
- MORTON, D.; SHIMABUKURO, E.; y ANDERSON, L.; FREITAS, R. y MORISSETTE J. (2006). Cropland expansion changes deforestation dynamics in the southern Brazilian Amazon Proc. Natl. Acad. Sci USA.
- NACIONES UNIDAS. (2015). Objetivos de Desarrollo Sostenible. Asamblea General, 12 de agosto de 2015. Recuperado en: [www.un.org/es/comun/docs/?symbol=A/69/L.85](http://www.un.org/es/comun/docs/?symbol=A/69/L.85). NACIONES UNIDAS (2015).
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y ALIMENTACIÓN, FAO. (2013) Enfrentando el cambio climático a través de la ganadería: Una evaluación global de las emisiones y oportunidades de mitigación.
- ORJUELA, JOSÉ ALFREDO; ANDRADE C., HERNÁN J.; VARGAS, YERALDINE (2014). Potential of carbon storage of rubber (*Hevea brasiliensis* MÜLL. ARG.) plantations in monoculture and agroforestry systems in the colombian amazon Tropical and Subtropical Agroecosystems, vol. 17, núm. 2, 2014, pp. 231-240 Universidad Autónoma de Yucatán Mérida, Yucatán, México
- ORTÍZ, J. (2013). Evaluación del impacto ambiental derivado por procesos de expansión de la frontera agropecuaria y su mitigación mediante la implementación de sistemas agroforestales en condiciones ecológicas del bosque tropical seco. Universidad del Tolima, Facultad de Ingeniería Forestal, Ibagué, Tolima, Colombia.
- PARDO, YELLY y SANJINÉS, GIMMY. (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. Florencia, Caquetá.
- PARDO, YELLY; ARTUNDUAGA, LADY y ESCOBAR, YISELL (2017). Valoración económica de coberturas en predios agropecuarios de Belén de los Andaquíes, Caquetá. Ponencia en el 7° Congreso Internacional por el Desarrollo Sostenible y Medio ambiente, Universidad de Manizales, Colombia.
- PARDO, YELLY. (2016). Valoración de la sostenibilidad en sistemas agropecuarios del piedemonte amazónico. Universidad de la Amazonia, Vicerrectoría de

- Investigaciones y Posgrados, Programa de Doctorado en Ciencias Naturales y Desarrollo Sustentable, Florencia, Caquetá.
- PETERS, M.; HERRERO, M.; FISHER, M.; KARL-HEINZ, E.; IDUPULAPATI, R.; GUNTUR, V.; CASTRO, A.; ARANGO, J.; CHARA, J.; MURGUEITIO, E. y SEARCHINGER, T. (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.
- República de Colombia, Decreto 0953 de 2013. El cual reglamenta el Artículo 111 de la Ley 99 de 1993. República de Colombia. Mayo de 2013.
- RUIZ, RICARDO (2011). Los bosques y su efecto sumidero de carbono. En: situación actual de los bosques: retos y oportunidades: UIMP. Santander).
- RUIZ, A. (2002). Fijación y almacenamiento de carbono en sistemas silvopastoriles y competitividad económica en Matiguás, Nicaragua. (Tesis de M. Sc.) Escuela de posgrado: Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza CATIE, Turrialba.
- SEGURA M, H ANDRADE. 2008. ¿Cómo hacerlo? ¿Cómo construir modelos alométricos de volumen, biomasa o carbono de especies leñosas perennes? *Agroforestería de las Américas* 46: 89-96.
- SEGURA M, M KANNINEN. 2005. Allometric models for tree volume and total aboveground biomass in a tropical humid forest in Costa Rica. *Biotrópica* 37(1): 2-8.
- SCHROEDER, PAUL; BROWN, SANDRA; MO, JIANGMING; BIRDSEY, RICHARD; CIESZEWSKI, CHRIS (1999). Biomass Estimation for Temperate Broadleaf Forests of the United States Using Inventory Data. *Forest Science*, Volume 43, Number 3, 1 August 1999, Publisher: Society of American Foresters pp. 424-434(11)
- SOMARRIBA et al (2013). Carbon stocks and cocoa yields in agroforestry systems of Central América. *Agriculture, Ecosystems and Environmental*, Elsevier 173; 43-57.
- ZAPATA, M., DEL VALLE, J.I., ORREGO, S.A. y MORENO, F.H. 2003. Estimación de la biomasa, p. 8-44. En C.A. Sierra y M. Zapata (Eds.). *Formulación del plan de manejo de la vegetación en el área de influencia de la central hidroeléctrica Porce III*, Contrato 3/DJ/1367/17-Acta No. 28, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín-Empresas Públicas de Medellín E. S. P. Departamento de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia.

## 2.5 ESTIMACION DE LA RENTABILIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE LECHE, CAUCHO, PALMA Y CACAO EN BELEN DE LOS ANDAQUÍES, CAQUETÁ

*Yelly Yamparli Pardo Rozo<sup>10</sup>  
Parcival Peña Torres<sup>11</sup>*

### RESUMEN

Los sistemas productivos rurales en la zona de piedemonte amazónico sustentan cerca de un cuarto de la población del departamento del Caquetá. Por ubicarse en zonas cercanas a ecosistemas estratégicos y parques naturales nacionales y municipales, sus actividades agropecuarias y forestales deberían propender por adoptar modelos sostenibles de producción o como mínimo modelos viables desde la perspectiva financiera. Este estudio desarrollado en la zona rural de Belén de los Andaquíes, Caquetá, estimó la rentabilidad de los sistemas productivos actuales y los compara con los nacionales para observar e identificar el potencial de mejora hacia los modelos más rentables. Se halló la utilidad anual de las fincas, el valor presente neto VPN, la razón beneficio costo RBC y la tasa interna de retorno TIR. El 95% de los sistemas productivos son rentables, donde las principales actividades agropecuarias son: la ganadería de leche, caucho, palma y cacao, con VPN promedios de \$1'134.144, \$807.373,63, \$431.025 y \$331.130,70 respectivamente, con bajos niveles tecnológicos.

---

10 Estudiante Doctorado en Ciencias Naturales y Desarrollo Sustentable, Profesora Universidad de la Amazonia, y.pardo@udla.edu.co

11 MSc en Administración, Especialista en Finanzas, Profesor Universidad de la Amazonia. p.pena@udla.edu.co

**PALABRAS CLAVE:** Valor presente neto, Tasa Interna de Retorno, Razón Beneficio Costo, Cultivos de Caucho y palma

## **ABSTRACT**

The rural production systems in the Amazon foothill area support about a quarter of the population of the Department of Caquetá. Because they are located in areas close to strategic ecosystems and national and municipal natural parks, their agricultural and forestry activities should tend to adopt sustainable models of production or at least viable models from the financial perspective. This study, developed in the rural area of Belén de los Andaquíes, Caquetá, estimated the profitability of the current production systems and compared them with the national ones to observe and identify the potential for improvement towards the most profitable models. The annual utility of the farms, the NPV net present value, the RBC cost benefit ratio and the IRR internal rate of return were found. 95% of productive systems are profitable, where the main agricultural activities are: dairy, rubber, palm and cocoa, with average NPV of \$ 1'134.144, \$ 807.373,63, \$ 431,025 and \$ 331,130.70 respectively, with low levels technological

**KEY WORDS:** Net Present Value, Internal Rate of Return, Reason Cost Benefit, Rubber and Palm Crops



## INTRODUCCIÓN

Con la actual política mundial en los objetivos de desarrollo sostenible, los sistemas de producción en el campo deben buscar armonizar la actividad económica con los equilibrios del ambiente y recursos naturales que directa e indirectamente impactan. Sin embargo en Colombia, esta responsabilidad se le confiere a la administración local, para fomentar y buscar medios, recursos e infraestructura para que los productores en las zonas rurales tengan incentivos hacia la transición de actividades productivas y comerciales sostenibles.

La rentabilidad de los sistemas productivos está asociado a factores internos tales como el nivel de conocimiento del empresario, la inversión y adopción de tecnologías, y a factores externos como las condiciones de la infraestructura, servicios públicos, comunicaciones, comportamiento de los mercados y ventajas comparativas, tasas de interés, entre otras (Silva, 2013; Fontaine, 1999). En economías simples o precarias como las de la zona de estudio ubicadas en el piedemonte amazónico, otros factores como el orden público, la corrupción y los bajos niveles de escolaridad e ineficiencia de las políticas del campo han rezagado el desarrollo rural, confinando pequeñas y medianas extensiones de tierra al aprovechamiento no sostenible.

A pesar de la bonanza cauchera en la década de los ochenta y noventa en Belén de los Andaquíes, que ocupó uno de los primeros lugares en producción en el país, en la actualidad debido a la aparición de cultivos con mayor tecnificación en otras zonas del país, la baja inversión en los cultivos de la zona y el mal manejo de plagas y agentes patógenos en los cultivos, la producción paso a ser muy costosa y quedaron muchas hectáreas con plantaciones abandonadas.

El desconocimiento del productor en los aspectos financieros y contables de su sistema productivo, hace que la economía de los hogares rurales carezca de planeación y el uso del suelo sea incipiente respecto de su potencial. Pese a los actuales escenarios de posconflicto pactados desde 2017, aún se considera una etapa muy temprana para observar los verdaderos efectos del cese al fuego en el desarrollo rural.

Este estudio presenta la construcción de los flujos de fondos para determinar la rentabilidad de las principales actividades económicas de la zona rural de Belén de los Andaquíes, desde la perspectiva de los productores, para posteriormente analizar el potencial de mejora frente a modelos convencionales y sostenibles. Se halló la utilidad anual y el valor presente neto al igual que la tasa interna de retorno.

Los indicadores de rentabilidad son herramientas básicas para la comprensión de los beneficios de una unidad productiva, que pueden involucrar el costo de oportunidad del dinero en su mejor uso alternativo y evidencia la viabilidad financiera de cualquier actividad económica (Baca, 2008; Castro y Mokate, 2008).

Conocer la rentabilidad de estas actividades, permite postular orientaciones de política y temáticas para fortalecer a la comunidad campesina en el manejo de la información sobre sus ingresos, costos y gastos, y les permita observar que aspectos podrían mejorar para obtener mayor rentabilidad en sus sistemas productivos y la importancia de involucrar el criterio de la sostenibilidad.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio es de naturaleza descriptiva, de tipo cuantitativa y cualitativa en razón a las variables financieras. La muestra corresponde a 90 sistemas productivos de Belén de los Andaquíes en Caquetá de una población de 300 fincas agropecuarias. Se realizó un trabajo de campo aplicando la técnica de encuesta donde se indagó sobre las actividades económicas en la finca, los precios de venta del producto, la cantidad anual producida, las ventas, la inversión en herramientas y tecnologías, las ventas y los costos de producción anuales y otros ingresos en otras actividades económicas de la familia.

Como indicadores de rentabilidad de acuerdo con Méndez (2008), se emplearon los criterios de evaluación financiera integrales; estos son: el valor presente neto VPN, la tasa interna de retorno TIR y la razón beneficio costo RBC. Según Sapag y Sapag (1995), la utilidad anual puede estimarse de la diferencia entre ingresos y costos, entendidos los ingresos como todos aquellos dineros provenientes de las ventas según el objeto social de la empresa; de igual forma los costos de producción son aquellos pagos efectuados para la elaboración o fabricación directa de los bienes y servicios, esto es, la mano de obra, las materias primas, insumos y materiales que intervienen directamente en el proceso productivo y dicho pago es recuperable a través del precio del producto.

El VPN es la diferencia entre los ingresos y egresos de un proyecto expresados en moneda actual; para hallarlo se elaboró un flujo de fondos y se aplicó la siguiente fórmula (Sapag y Sapag, 1995).

$$VPN = C_0 + \sum_t \left[ \frac{(Ingresos - Costos)}{(1+i)^t} \right] \quad \text{Ecuación 14}$$

Donde el  $C_0$  es el costo inicial que representan los costos del periodo 0 o periodo de iniciación;  $t$  es el número de periodos (años, meses) que conforman el flujo de fondos;  $i$  representa la tasa de interés de oportunidad con que se descuenta el flujo de fondos. Por lo anterior cuando el VPN sea positivo ( $VPN > 0$ ) se dice que el proyecto o la actividad es viable; si de forma contraria el VPN es negativo ( $VPN < 0$ ) el proyecto o negocio no es viable. El VPN compara los beneficios de un proyecto con el costo de oportunidad del dinero invertido en el mismo;

es decir que, es la cantidad de dinero que se debe invertir hoy para asegurar una suma de dinero en el futuro durante uno o más periodos teniendo en cuenta los siguientes supuestos (Méndez, 2008):

- Los beneficios netos generados por el proyecto se reinvierten a la tasa de interés de oportunidad TIO.
- La diferencia entre la inversión en el proyecto y el capital total disponible para invertir en general, se invierte a la tasa de oportunidad utilizada en el proyecto.

De otra mano, la tasa de interés de oportunidad TIO, representa el interés que se tiene para un negocio en específico. Se empleará una tasa de interés del 12% que corresponde a los proyectos sociales en Colombia (Castro y Mokate, 2008). En complemento al VPN, se calculará la Tasa Interna de Retorno TIR en los flujos de fondos para conocer la rentabilidad propia del proyecto la cual se compara con la TIO.

La TIR o Tasa interna de Rendimiento Financiero también se define como la tasa de descuento intertemporal a la cual los ingresos netos del proyecto cubren los costos de inversión, de operación y de rentabilidades sacrificadas, es decir que, se considera como la tasa de interés de oportunidad a la cual el proyecto sería apenas aceptable (Sapag y Sapag, 1995).

El criterio de rentabilidad financiera establece que cuanto la TIR es superior a la TIO ocurre que el VPN es positivo; cuando la TIR es inferior a la TIO el VPN es negativo. Por tanto se espera que los sistemas productivos cumplan con la primera condición.

Un tercer indicador es la relación beneficio costo RBC, la cual se calcula trayendo a valor presente los ingresos brutos y este valor se divide por el valor presente de los costos (Serrano, 2007). Este indicador es sensible a la clasificación de los ingresos y de los costos, y la regla de decisión es la siguiente: si la  $RBC > 1$ , se debe aceptar el proyecto, pues el valor presente de los beneficios es mayor que el de los costos; si la  $RBC < 1$  se debe rechazar el proyecto, pues indica que el valor presente de los beneficios es inferior al valor presente de los costos; si la  $RBC = 1$ , es indiferente la realización o el rechazo del proyecto, pues los beneficios netos apenas compensan los costos netos (Baca, 2008; Méndez, 2008).

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Las principales actividades agropecuarias identificadas fueron: la ganadería en el 64,51% de las fincas; donde el 90% tienen ganadería de leche y el 10% levante y ceba. Entre los cultivos forestales se encuentran el caucho y la palma de aceite; el 35,48% de las fincas producen caucho y un 17,20% tienen cultivos de palma. La actividad productiva de las especies menores, la conforman Gallinas

(29%), Porcinos (18,28%), pollos (3,22%) y peces (2,15%); en materia agrícola se destacan los cultivos de plátano y cacao (11,82% cada uno), cultivos de caña para producción de panela (8,60%); Copoazú (7,53%), Yuca (6,45%), frutales como arazá, piña (3,22% cada uno) y borojó (1,075%).

Ante la dificultad de la recolección de la información, se construyeron flujos de fondos con periodos mensuales para observar el comportamiento en un año para cada productor por cada una de sus actividades productivas. Se indagó a los productores sobre los precios de los productos y la cantidad producida por cada mes del año; de igual manera se obtuvieron los costos mensuales en materiales, suministros, mano de obra, mantenimientos y adecuaciones necesarias dependiendo la naturaleza de la actividad.

El 95% de los sistemas productivos arrojaron una utilidad anual y el 5% restante arrojaron pérdidas. Para quienes obtuvieron utilidad anual, el promedio fue de \$14'766.350, con un valor máximo de \$51'328.450, y un valor mínimo de \$11.500. Para los productores que registraron pérdidas el promedio fue de \$1'794.760, donde el valor máximo de pérdidas fue de \$5'101.000 y el valor mínimo fue de \$271.000.

De otro lado, se calculó el VPN, donde el 85,55% de los sistemas productivos arrojaron un valor positivo y el 14,45% restante tuvieron un valor negativo. Para los valores positivos, el VPN en promedio fue de \$1'243.287, con un valor máximo de \$4'343.985,09 y un valor mínimo de \$3.608,62.

En correspondencia con el VPN, la razón Beneficio Costo RBC superior a 1, la obtuvieron el 85,55% de los encuestados con un valor promedio de 9,06; donde el valor máximo fue de 56,42 y el valor mínimo fue de 1,01. Así, el 14,45% restante tuvieron una RBC inferior a 1, con un valor promedio de 0,56, un valor máximo de 0,98 y un mínimo de 0,13. La RBC puede interpretarse en términos monetarios de la siguiente forma: por cada \$1.000 pesos que se pagan por el costo de producción, se generan \$9.800 pesos de ingreso. Para el 61% de las fincas la RBC tuvo valores entre 1 y 10 con un promedio de 4,34; valor que indica que por cada \$1.000 de costos de producción se generan \$4.340 pesos de ingreso. El 24% restante tuvieron una RBC superior a 10. Una RBC de 0,56 quiere decir que por cada \$1.000 pesos que se destinan como costos de producción, se recuperan únicamente \$560 en el ingreso por ventas, es decir que se registran pérdidas.

Para observar la rentabilidad discriminada por actividad económica, se presentan los indicadores de las principales: ganadería, caucho, palma y cacao. También se presentan los datos de la producción nacional, precios y cantidades.

**Rentabilidad por actividad económica.** En el caso de los sistemas productivos ganaderos, el Caquetá cuenta con más de 9 millones de hectáreas, de las cuales el 13% son empleadas en la producción bovina y el 4% se destinan a acti-

vidades agrícolas (Torrijos, et al., 2018). En la muestra de estudio el 81% de las fincas ganaderas presentaron rentabilidad; obtuvieron un VPN positivo o RBC superior a 1; por el contrario, el 19% de los sistemas productivos arrojaron VPN negativos y RBC inferiores a 1; es decir, no fueron viables financieramente.

El promedio para la RBC para sistemas ganaderos fue de 16,12, con una utilidad anual promedio de \$13'644.275,86 y un VPN de \$1'134.144,00. La Tabla 41 presenta los indicadores de rentabilidad discriminados por actividad económica.

Respecto de los cultivos de caucho (*Hevea brasiliensis*), únicamente el 37% de las fincas lo producen, siendo rentable para el 94% de los productores frente a un 6% que no les es rentable, porque no se encuentran en etapa de producción o porque no se les hace manejo técnico. El promedio para la RBC para sistemas de producción de caucho en coágulo y lámina fue de 11,98 con un máximo de 44,9 y un mínimo de 1,11; la utilidad anual promedio fue de \$7'927.633,33 y VPN en promedio de \$807.373,63, con un mínimo de \$67.854,80 y un máximo de \$3'599.417,70.

Tabla 41. Indicadores de rentabilidad en Sistemas Productivos de Belén de los Andaquíes

Actividad económica	VPN \$	UTILIDAD \$	RBC	TIR E.A.
Caucho	807.373,63	7'927.633,33	11,98	16,31%
Cacao	331.130,70	4'128.000,00	4,72	11,98%
Ganadería	1'134.144,00	13'644.275,86	16,12	17,44%
Palma de aceite	431.025,44	5'039.650,00	7,36	66,69%

Los cultivos de palma están presentes en el 13,33% de los sistemas productivos, con una RCB de 7,36; un VPN de \$431.025,44 y una utilidad anual de \$5'039.650,00. En el 11% de las fincas existen cultivos de cacao con una RBC de 4,72%, un VPN de \$331.130,70 y una utilidad anual de \$4'128.000. Lo anterior evidencia los sistemas productivos más rentables fueron: la ganadería lechera, la producción de caucho, palma de aceite y cacao en su orden; este último apenas logra superar la TIO para el sector rural (Ver Tabla 42), lo que significa que es decisión del productor trabajar el dinero al mismo costo que depositarlo al mejor uso alternativo en el mercado bancario.

Tabla 42. Comparativo entre la TIR y la TIO.

Actividad productiva	TIO	Relación	TIR Fincas	Viabilidad financiera
Caucho	12%	<	16,31%	Viable
Cacao	12%	<	11,98%	Indiferente
Ganadería	12%	<	17,44%	Viable
Palma de aceite	12%	<	66,69%	Viable

En materia de precios, se comparan con la media nacional y los precios del departamento en la Tabla 43. En este caso, los productos de las fincas con precios bajos no representan ventajas competitivas, el valor agregado se está quedando en la comercialización, luego se produce a un precio muy bajo, respecto de lo que gana un productor en la finca en otra zona del país.

Tabla 43. Precios promedio y cantidades producidas en 2017

Producto	Precio en fincas	Precio Caquetá	Precio nacional
Leche (Litro)	\$650	*\$990	*\$1.027
Cacao (kg)	\$3.700	**\$5.100	**\$5.600
Caucho (Lámina kg)	4.600	***\$5.000	***\$4.200
Palma (kg)	\$1.900	****\$2.000	****\$2.108

Producto / Cantidad Q	Q en fincas	Q Caquetá	Q nacional
Leche (Litro año)	869.850	480'000.000	3.250'000.000
Cacao (t año)	10,40	43.600	60.000
Caucho (t año)	88,52	800,00	5.500,00
Palma (t año)	368	525	1'143.480

Fuente: Los autores con datos del estudio y de Torrijos, Beltrán y Eslava (2018) y DANE, 2018\*; Ministerio de Agricultura (2018)\*\*; Charry et al., (2017)\*\*\*; Resolución (2017)\*\*\*\*.

En materia de producción de caucho, existen 65.600 ha cultivadas en Colombia, donde 6.000 ha son del Caquetá; la zona de estudio arroja un total de 142,4 ha en cultivos de caucho. Como lo muestra la Tabla 43 la producción anual es de 5.500 t de caucho, de las cuales el Caquetá produce el 14,5% lo que equivale al 11% de la producción departamental y al 1,6% de la producción nacional. La muestra de estudio produce cerca de 88,52 t (56,4% en lámina, 26,6% lámina, 17% coágulo).

Por otro lado, las plantaciones de cacao representan el 0,4% del área agrícola en Colombia y representa cerca del 0,16% del PIB agropecuario (DANE, 2017; FEDACACAO, 2017). El departamento de Caquetá cuenta con aproximadamente 4.312 ha de cacao, ubicadas su mayoría en los municipios de El Doncello,

Florencia, Belén de los Andaquíes, Puerto Rico, El Paujil y San José del Fragua. En Belén se producen cerca de 1.600 t de Cacao, donde la muestra de estudio produce 10,4 t.

La producción de leche en el país al año alcanzó los 3,250 millones de litros, donde el Caquetá participó con 480 millones que equivalen a un 14,6% y las fincas de la muestra registran una producción anual de 869.850 litros (0,18% de la producción departamental). En la producción de palma, el Caquetá reporta una participación del 0,046% de la producción nacional.

La Tabla 44 expone los costos por unidad de producto y el rendimiento por ha.

*Tabla 44. Rendimiento y costo de producción de cacao, palma, caucho y leche.*

Aspecto de la producción	Palma t	Caucho t	Cacao Kg	Leche l
Rendimiento nacional por ha	1,4	1,4	2,3	4 litro vaca día
Rendimiento fincas por ha	1,1	1,0	1,9	3,5 litro vaca día
Costo por unidad nacional	\$245.000		\$1.200	\$812
Costo por unidad en fincas	\$172.000		\$1.400	\$690

Se observa que tanto el precio de venta como los costos de producción por unidad son inferiores a la media nacional, lo cual puede indicar que: a) la calidad de la producción de las fincas podría ser inferior; ó b) los costos de producción no se registran en su totalidad pues el 90% de la muestra no lleva ningún tipo de registro contable; o c) los centros de acopio, agroindustria y comerciantes son quienes se quedan con el mayor margen de utilidad de la cadena.

En cuanto al manejo ambiental, el 96% de los sistemas productivos no emplean prácticas sostenibles; solo el 5% ha implementado prácticas y técnicas sostenibles tales como arreglos agroforestales de Caucho y copoazú, un esquema de sistema silvopastoril, adopción de cercas vivas, abono orgánico y compost. Desde la perspectiva del productor, los modelos sostenibles son muy costosos (para el 94%) porque consideran que son rentables en el largo plazo y quieren inversiones con recuperación en el mediano y corto plazo. Pese a que un 46% de los productores ha participado en proyectos y programas de capacitación con el Instituto SINCHI, la Universidad de la Amazonia entre otros, la instauración de modelos sostenibles es considerada como costosa. Por lo anterior imperan los monocultivos de caucho, palma y cacao y la ganadería tradicional de tala y quema.

## **CONCLUSIÓN**

Los sistemas productivos agropecuarios de la zona de estudio son en esencia rentables, pero presentan bajos niveles tecnológicos; los productores no llevan un adecuado registro de sus transacciones o carecen de estos para reportar costos, gastos e ingresos y el nivel de la rentabilidad no permite el crecimiento y capitalización de los sistemas productivos, lo que da como resultado economías de subsistencia. El desarrollo rural deberá llevar acompañamiento técnico, financiero y comercial para hacer una transición de empresas familiares a semiempresas o pequeñas empresas. El papel de los centros de acopio sigue sin organizar a los productores lo que dificulta la cadena productiva en favor de todos sus eslabones. Los réditos se encuentran en la agroindustria de la cual adolece el departamento.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BACA, Gabriel (2006). Evaluación de Proyectos. Mc Graw Hill, Quinta edición, México.
- CASTRO, Raúl y MOKATE, Karen (2008). Evaluación económica y social de proyectos de inversión. Alfaomega, Colombia.
- CHARRY A; JÄGER M; HURTADO JJ; ROSAS G; ORJUELA JA; RAMOS PF; GIRALDO E; Romero M; Sierra L; Quintero M. 2017. Estrategia Sectorial de Cacao en Caquetá, con Enfoque Agroambiental y Cero Deforestación. Publicación CIAT No. 449. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 96 p.
- FEDERACIÓN NACIONAL DE CACAOTEROS (2017). Fondo de estabilización de los Precios del Cacao, Informe de gestión año 2016. Bogotá. Recuperado en <http://www.fepcacao.com.co/wp-content/uploads/2017/06/INFORME-DE-GESTION-VIGENCIA-2016.pdf>
- FONTAINE, Ernesto (1999). Evaluación Social de Proyectos, ALFAOMEGA, Ediciones Universidad Católica de Chile, 12 edición, Colombia.
- MÉNDEZ, Rafael (2008). Formulación y evaluación de proyectos. Enfoque para emprendedores. Icontec Internacional, quinta edición, Colombia.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2018). Resolución No. 000282, Precios de referencia para la liquidación de la cuota de fomento de la Agroindustria de palma de aceite para el primer periodo de 2018.
- Ministerio de Agricultura (2017). Informe Cadena de Caucho Natural, Indicadores e Instrumentos.
- SAPAG, Nassir y SAPAG, Reinaldo (1995). Preparación y evaluación de proyectos. Mc Graw Hill, Tercera edición, Colombia.

- Secretaria de Agricultura del Caquetá (2017). Informe Consenso Evaluaciones Agropecuarias Departamento del Caquetá 2016. Gobernación del Caquetá. Recuperado en:
- SERRANO, Javier (2007). Matemáticas financieras y evaluación de proyectos. Alfaomega, Ediciones Uniandes, Colombia.
- SILVA, Jorge (2013). Emprendedor. Hacia un emprendimiento sostenible. Alfaomega, segunda edición, Colombia.
- TORRIJOS, Rafael; BELTRAN, Yesid y ESLAVA, Felipe (2018). Cifras de Contexto Ganadero Caquetá 2017. Comité departamental de Ganaderos del Caquetá. Recuperado en: [https://issuu.com/rafaeltorrijos/docs/contexto\\_ganadero\\_2017](https://issuu.com/rafaeltorrijos/docs/contexto_ganadero_2017)

## **2.6 ESTIMACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD A PAGAR POR SERVICIOS ECOSISTÉMICOS EN LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS DE MUNICIPIO DE BELÉN DE LOS ANDAQUÍES**

*Yelly Yamparli Pardo Rozo<sup>12</sup>  
Parcival Peña Torres<sup>13</sup>  
Jose Alfredo Orjuela Cháves<sup>14</sup>*

### **RESUMEN**

Los Servicios Ecosistémicos son materiales, energía o condiciones que se encuentran en el entorno natural y proporcionan sustento a la vida en el planeta. Los sistemas productivos rurales en Belén de los Andaquíes se encuentran inmersos en ecosistemas de gran valor por su riqueza hídrica y belleza escénica, entre otros aspectos. Sin embargo el precio de la tierra no refleja el valor de los beneficios provenientes de los servicios del ambiente. Bajo el enfoque de los métodos de valoración económica ambiental, (valoración contingente y precios hedónicos) se determinó la disponibilidad a pagar por parte de los habitantes de la zona urbana

---

12 (C)PhD Ciencias Naturales y Desarrollo Sustentable, Magister en Economía del Ambiente y Recursos Naturales, Profesora Titular Universidad de la Amazonia, y.pardo@udla.edu.co .

13 MSc en Administración, Especialista en Finanzas, Profesor Universidad de la Amazonia. p.pena@udla.edu.co

14 Magister en Agroforestería de la Universidad de la Amazonia, Coordinador de Innovación Regional Caquetá AgroSavia Sede Florencia, Profesor asociado Universidad de la Amazonia, Investigador GIADER, j.orjuela@udla.edu.co.

Agradecimientos a los auxiliares de investigación Lady Savine Artunduaga Barragán y Yisell Lucía Escobar Caicedo, Graduas en la Maestría en Tributación de la Universidad de la Amazonia.

en Belén de los Andaquíes Caquetá, por los servicios ecosistémicos que ofrece el bosque: la protección a fuentes hídricas y la captura de carbono. Los beneficios se cuantifican en \$9.360 al año por hogar.; sin embargo desde la perspectiva del productor, aunque ellos manifiestan que están interesados en pertenecer a programas y proyectos de conservación con una DAP marginal por conservación de \$3,7 millones por hectárea.

**PALABRAS CLAVE:** Servicios ecosistémicos, disponibilidad a pagar, valoración contingente, precios hedónicos, coberturas boscosa

### **ABSTRACT**

Ecosystem Services are materials, energy or conditions that are found in the natural environment and provide sustenance for life on the planet. The rural production systems in Belén de los Andaquíes are immersed in ecosystems of great value for their water richness and scenic beauty, among other aspects. However, the price of land does not reflect the value of the benefits derived from environmental services. Under the approach of environmental economic valuation methods (contingent valuation and hedonic prices), the availability to pay in Belén de los Andaquíes Caquetá was determined for the ecosystem services offered by the forest: protection to water sources and carbon capture. . Benefits are quantified at \$ 9,360 per year per household; however, from the perspective of the producer, although they state that they are interested in belonging to conservation programs and projects with a marginal conservation DAP of \$ 3.7 million per hectare.

**KEYWORDS:** Ecosystem services, willingness to pay, contingent valuation, hedonic prices, forest cover

## INTRODUCCIÓN

Colombia cuenta con gran biodiversidad ambiental y forma parte de la cuenca amazónica, pero lamentablemente el cuidado por estos recursos ha ido disminuyendo, para el año 2011 y 2012 la deforestación por hectáreas en el país fue de 295.892, de estas la región amazónica participó en 139.057 hectáreas y 57.522 hectáreas corresponden al Caquetá lo que significa que el departamento contribuyó en deforestación de la región amazónica en el 41,3%, según lo analizado por Córdoba (2015) citando a Monje (2014) y teniendo en cuenta estudios realizados por el IDEAM entre julio y diciembre del año 2013 el departamento de Caquetá tuvo varias alertas por deforestación siendo casi el 14% del departamento (IDEAM 2013).

Uno de las causas de deforestación es la actividad de ganadería de tipo extensiva, pues reemplaza los servicios ambientales del suelo y añade una pérdida de biodiversidad Steinfeld et al., (2006). En Colombia la deforestación que pasa a pastura por año en los últimos cinco años ha sido de 55% de 300.000 hectáreas deforestadas según Cabrera (2011).

La actividad ganadera además de ser causa de deforestación, los excrementos del ganado generan un impacto negativo al ambiente, lo anterior por la cantidad de emisión de gases contaminantes a la atmósfera, la acumulación de micro y macro nutrientes que van a los afluentes hidrográficos y al mismo suelo, esto tiene responsabilidad en el calentamiento global (García y Pinos 2012).

Por la problemática mencionada anteriormente una de las recomendaciones para dar solución es incrementar la captura de carbono de forma más estable, esto se logra con la conservación de los bosques y de las áreas forestadas que tienen relación con la ganadería y agricultura Barahona et al., (2012).

Lo anterior es relevante por cuanto el cambio climático es una realidad aceptada por todos; tanto grupos políticos, empresariales, comunidad científica y la misma sociedad dan cuenta de que este cambio ha sido causa de las actividades humanas, concluyendo que esto es uno de los desafíos ecológicos para poder llegar a un cambio para lograr un desarrollo sustentable (WRI, 2008).

Este cambio climático se da por las altas concentraciones atmosféricas de gases de efecto invernadero que generan el aumento de la temperatura en el mundo. Lo anterior no solo es un problema ambiental sino que también se constituye en problema de desarrollo que afecta la sociedad y la economía, este problema se ha analizado desde el punto de vista del comercio internacional liderado por países comprometidos en la reducción de emisiones quienes tienen mayor competitividad para sus productores frente a otros exportadores que asumen obligaciones ambientales De la Torre et al., (2009).

Debido a esta problemática se hace necesario el uso de la valoración de servicios ambientales de forma sostenible, pues en el mundo cerca del 60% de los servicios ambientales son usados pero de forma insostenible o fueron relegados por la demanda de alimentos. Costos de degradación que se hace difícil de estimar, que generan pérdida de los ecosistemas que lamentablemente afectaran las generaciones futuras (Valoración de los Ecosistemas del Milenio, 2005).

Por lo anterior es importante como respuesta a esta serie de dificultades ambientales hacer uso de instrumentos de política fiscal ambiental como el pago por servicios ambientales para proteger los servicios ecosistémicos. Con ello se pretende realizar un cobro a quien desea hacer uso de este servicio pero también efectuar un pago para aquel que está preservando el bien ambiental, en Colombia los PSA se remontan a la última década pero una revisión de estos que se hizo para el 2008 muestra que no todos cumplen con el esquema, la mayoría cumple en el acuerdo voluntario del comprador y el vendedor del servicio ambiental, pero la deficiencia está en la claridad del tipo de servicio ambiental y la condición del pago por el derecho a el mismo (Blanco, 2007).

Aunque este tipo de instrumento es poco usado en el país, es una herramienta que cumple con todas las características para ofrecer el servicio ambiental de captura de carbono en la zona de influencia micro cuenca la mono en el municipio de Belén de los Andaquíes, como estrategia para contrarrestar el calentamiento global y como una figura fiscal que será útil al municipio de Belén y a toda su comunidad.

Por lo anterior se realiza la siguiente pregunta de investigación ¿Cuál es el valor del servicio ecosistémico almacenamiento de carbono y protección de fuentes hídricas para proponer el PSA por hectárea en el piedemonte amazónico?

Luego, el objetivo general será estimar el pago del servicio ambiental por captura de carbono y protección hídrica en sistemas ganaderos del área de influencia de la microcuenca de la quebrada La Mono en el municipio de Belén de los Andaquíes, para contribuir a la formulación de políticas fiscales ambientales.

Lo anterior mediante la descripción de los factores socioeconómicos, estructurales y ambientales de los sistemas ganaderos, para la aproximación a los costos de oportunidad de uso de la tierra y la estimación de la disponibilidad a pagar de la comunidad Belén de los Andaquíes por los servicios ambientales.

## **REVISIÓN LITERARIA**

### **LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL Y LOS SERVICIOS AMBIENTALES**

La naturaleza dota de bienes y servicios ambientales que el hombre puede disfrutar directa o indirectamente el aire limpio, alimentos, agua, refugio, ener-

gía, suelos, medicinas y protección contra los desastres naturales, así como recreación, inspiración, diversidad y belleza (Wunder, 2005).

Brasil, Colombia, Perú, Bolivia, Venezuela, Ecuador y las tres Guayanas comparten la gran cuenca amazónica la cual posee una de las mayores riquezas biológicas y culturales del planeta y es considerada parte de la seguridad ecológica global. Constituye el 45% de los bosques tropicales del mundo, es una de las áreas silvestres más extensas y de mayor reserva de agua dulce del planeta, su sistema hídrico es el mayor tributario de todos los océanos, alberga aún, cerca de 379 grupos étnicos y en cuanto a endemismo, no existe otra región que se le aproxime.

Se estima que existen aproximadamente 45.000 especies de plantas vasculares, 1.875 aves, 733 anfibios, 520 reptiles, 447 mamíferos y 2.000 peces de agua dulce, de los cuales se han registrado 838 y 753 peces. Esta región permite la regulación de oxígeno y gas carbónico para Sudamérica y el mundo. En Colombia los departamentos de Amazonas, Caquetá y Putumayo, representan el 3% de la Amazonia total (Fundación Alisos, 2011).

Para los investigadores Torricio y Cardona (2011), los sistemas que más generan alteración al paisaje y disminución de los recursos naturales son la agricultura y la ganadería en especial las zonas tropicales y subtropicales donde se deforesta para dar espacio a tierras arables o pastos para la ganadería extensiva. El impacto que genera este proceso crea daños al ecosistema, disminuyendo los servicios ambientales que son primordiales en la vida del ser humano.

Los servicios ambientales o ecosistémicos son los beneficios intangibles que los diferentes ecosistemas ponen a disposición de la sociedad, ya sea de manera natural o por medio de su manejo sustentable (SEMARNAT, 2004). Aunque no existe en el mercado una valoración definida de los bienes y servicios ambientales, no significa que éstos no tengan precios en el mercado y que por lo tanto sea difícil estimar un precio e incluirlos dentro de un sistema de mercado (CCAD-PNUD/GEF, 2002).

En la actualidad existen mercados a través de los cuales es posible negociar estos beneficios, algunos de estos son:

1. Mercados ambientales de captura de carbono o reducción de emisiones evitadas
2. Mercados de servicios hidrológicos
3. Mercados ambientales de biodiversidad

En este momento el servicio con mayor interés ha sido la captura de bióxido de carbono pues a través de él se puede lograr mitigar el cambio climático reduciendo las emisiones de CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono equivalente), asimismo

este servicio tiene una alta transaccionalidad, generando grandes oportunidades, reconocimiento y respaldo internacional como es el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), el cual permite y reconoce las transacciones entre países para el cumplimiento de las metas de reducción planteadas en el Protocolo de Kioto y Post-Kioto.

La idea de identificar un pago por servicios ambientales es que los beneficiarios externos de los servicios ambientales paguen a los proveedores por acoger prácticas razonables Aguirre (2007). Según la Fundación Tierra Viva es importante proteger los procesos de deforestación, ocupación indebida y uso del suelo por parte de las actividades extractivas de minería y petróleo en el Parque Municipal Natural El Portal La Mono.

Por lo anterior se hace necesario generar políticas ambientales, planes o proyectos eficientes en la preservación de los ecosistemas ambientales que impidan el deterioro y degradación por situaciones como la deforestación, invasiones y la explotación descontrolada de los recursos naturales.

#### **PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES (PSA) EN EL MARCO DE LA FISCALIDAD AMBIENTAL**

El concepto de Servicios Ambientales (SA) o ecosistémicos se hizo popular en el informe Evaluación de Ecosistemas del Milenio (MEA, por sus siglas en inglés, Millenium Ecosystem Assessment) emitido por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) Reid, et al., (2005).

Para los investigadores Boyd y Banzhaf (2007) la relación entre los servicios que componen un ecosistema y los beneficios que éste brinda a la sociedad se le conoce como servicios ecosistémicos.

Por otro lado existe un concepto de servicios ecosistémicos propuesta por el Sukhdev et al., (2014), que los define como “la contribución directa o indirecta de los ecosistemas al bienestar humano”, donde los servicios de contribución directa son llamados servicios finales y los de contribución indirecta son clasificados como servicios intermedios.

Igualmente, con la Ley N° 30215 los servicios ecosistémicos se definen como los beneficios que se obtienen de manera directa e indirecta por el buen uso y funcionamiento de los ecosistemas, entre los servicios que señala la ley están el secuestro o captura de carbono.

En cuanto al concepto de pagos por servicios ambientales Mayrand & Paquin (2004), explica que gracias a la transferencia de recursos financieros de las personas que se benefician de estos servicios a los proveedores que los genera se está apoyando a las externalidades positivas.

Para Burstein (2002), el PSA es el pago que se realiza por evitar el incremento de los procesos que realizan los seres humanos en su vida diaria, actividades



como la producción, generación y consumo de los recursos naturales y así hacer un uso más adecuado de ellos para evitar su deterioro

Una de las definiciones que más se aproxima al concepto de PSA lo establece Wunder (2005), los PSA constituyen una transacción voluntaria, donde un servicio ambiental bien definido es comprado por al menos un comprador a un proveedor de servicios ambientales, y sólo si éste último asegura la provisión del servicio transado. Además requiere del monitoreo del servicio ambiental, para así determinar niveles de cumplimiento y éxito aceptables.

Existen varias categorías de los servicios ambientales citadas en el texto Pago por Servicios Ambientales de los autores Mayrand, Karel & Marc Paquin las cuales se pueden compensar y se clasifican en:

- **De Cuencas Hídricas.** Con el financiamiento de esta categoría se puede genera beneficios a la cuenca hídrica permitiendo que los suelos se enriquezcan y de esta manera se cuida el hábitat, se controla el caudal y se mantiene la temperatura adecuada de los ríos y arroyos. Normalmente su alcance es local.
- **Secuestro de Carbono.** Este se logra a través de la absorción del carbono que se encuentra implícito en la atmósfera y se lleva a cabo por medio de la masa forestal, en este sistema existen dos tipos de servicios: uno mediante la absorción activa que se realiza reforestando o mediante el reemplazo de emisiones que se generan en la cobertura boscosa. Su alcance por lo general es general y la mayoría de los demandantes incluyen a compradores internacionales, usualmente a través de contratos por bonos de carbono.
- **De Biodiversidad.** Se genera un pago por el uso de los suelos permitiendo que se proteja la fauna, la flora y el medio ambiente en su totalidad.
- **Mercados de Belleza Escénica o Belleza del Paisaje.** Existen algunos sitios que poseen un valor cultural o ecoturísticos que reflejan la belleza de los paisajes. Estos servicios son poco comunes y desarrollados pese a la oferta que realiza el gobierno para su protección, restringiendo algunas áreas específicas, declarándolos como patrimonio cultural o natural.
- **Servicios en Paquete.** Se conforma una canasta de servicios debido a que existen áreas que poseen más de un servicio ambiental, estos se venden fusionados porque es imposible separarlos.

La idea de estos mecanismos el secuestro de carbono, la protección de la biodiversidad, las funciones de regulación hídrica, los mercados de belleza, es permitir que los beneficiarios de los servicios ambientales compensen a quienes velan por su protección o por el mantenimiento de los usos del suelo que favorecen su generación (Bishop 2003; Pagiola y Platais 2007; Jack et al., 2008).

Smith, de Groot, Bergkamp (2006), distinguen tres tipos de posibles proyectos de PSA: los PSA privados, los de Tope y trueque, los PSA públicos. Estos últimos son esquemas impulsados por el gobierno en los que participan organismos públicos e incluyen tasas de usuario, compra de terrenos y concesión de derechos de uso de los recursos naturales, así como mecanismos fiscales basados en impuestos y subvenciones.

Según Coase (1960), mitigar el daño ambiental radica en la creación de un mercado de “bienes y servicios ambientales”, donde se clarifique los costos externos de una manera eficaz que no tienen en cuenta los agentes económicos lo cual es posible lograr a través de la implementación de impuestos ambientales.

Por tal motivo es importante el uso instrumentos fiscales tales como los incentivos económicos pues a través de ellos se lograría dar cumplimiento a las obligaciones ambientales constituidas legalmente tales como las licencias que requieren ciertas empresas para llevar a cabo sus proyectos convirtiéndose en una opción eficaz donde el beneficiario pagaría por un servicio ambiental que está definido y es ejecutado por un especialista el cual se encargaría de realizar los respectivos reportes.

El programa ‘IVA ecológico’ es un ejemplo claro de cómo el PSA se relaciona con instrumentos fiscales ambientales el cual es aplicado en varios estados brasileños, donde el gobierno federal transfiere de los impuestos a los municipios incentivos como premio por el tamaño y calidad de las áreas conservadas (May et al. 2002, Grieg-Gran 2000).

## **VALORACIÓN ECONÓMICA DE BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES**

Hoy en día el medio ambiente se le está reconociendo su importancia económica al darle un valor monetario, todos los recursos naturales han empezado a ser crecientemente valorados, siendo objeto de una mayor atención por parte de los economistas; lo cual ha generado que dichos recursos entren al mercado con una demanda potencial. Algunos países se encuentran en la transición de adoptar legislaciones sobre manejo y conservación de recursos de la biodiversidad así como en la búsqueda de acuerdos de comercio (Romero, 1994).

Las externalidades negativas hoy en día se han acrecentado debido a los procesos de degradación que la naturaleza se ve expuesta por la contaminación ambiental (Del Saz, 2004). Para que logremos un uso más eficaz de dichos bienes se hace una valoración en términos monetarios (Kriström, 1997), permitiendo soportar las disposiciones sobre políticas públicas que intentan la utilización sostenible del ambiente y los recursos naturales, en las diversas actividades económicas de la sociedad (Hanemman, 1994; Machín et al., 2008).

Para el investigador Sánchez (2008), una forma de evitar la contaminación es valorando económicamente la mayoría de los recursos naturales, pero como ese valor económico no se encuentra definido en el mercado la tarea de su consecución se torna más compleja, ya que implica no sólo evaluar los costos generados por los efectos de la degradación ambiental que afecta la cantidad y calidad de los recursos naturales, sino también atribuirle un valor monetario que permita evaluarlo en el presente y en el futuro.

Todo bien o servicio posee un valor de acuerdo con la importancia que la población le asigne, esto se le denomina 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 ya se de manera directa o indirecta (Pardo et al., 2012; Uribe et al., 2002, Freeman 2001, Azqueta 1995).

Gracias a los avances en economía ambiental se ha desarrollado unas técnicas de valoración ambiental de manera directa o indirecta con el fin de estimar el efecto que tiene asignarle un valor económico a los bienes ambientales y el efecto que genera (Turner, 1994)

Existen dos tipos de métodos que permiten valorar los servicios ecosistémicos (Wattenbach y Romero, 2002): métodos directos e indirectos. Los métodos directos o de construcción de preferencias plantean escenarios hipotéticos de valoración de un bien o servicio a partir de encuestas Rodríguez de Francisco (2003), un ejemplo es la valoración contingente.

Por otra parte, los métodos indirectos permiten observar cual es la actitud de los consumidores frente a la relación que tienes con los bienes y servicios ecosistémicos. Dentro de estos métodos se encuentran el comportamiento adverso, los costos de prevención, las tasas salariales diferenciales, los costos de viaje, los precios hedónicos, la función de daño y la función de producción.

## **MÉTODO DE VALORACIÓN CONTINGENTE**

Con este método Valoración Contingente (MVC) se puede estimar la máxima disposición a pagar (DAP) de un individuo por la provisión o mejora de un bien de no mercado, para ello, se recurre a la generación de mercados hipotéticos (Mogas, 2004) donde se los usuarios de bienes o servicios ambientales les asignan un valor de acuerdo al beneficio que éstos le proporcionan Azqueta et al., (2007).

El método de valoración contingente es el único que permite obtener la compensación exigida ante un cambio que deteriore el ambiente o renunciar a uno que lo mejore Azqueta (1994). Otra ventaja que tiene este método es que puede ser aplicado a varias situaciones donde no existen datos disponibles o hay dificultad para obtenerlos Cancino (2001).

Asimismo, a través de este método directo de valoración se conoce cuáles son las preferencias de los visitantes y la valoración sobre la máxima disposición a pagar (DAP) por mitigar el daño ambiental en las áreas protegidas (Sánchez y Pérez, 2000; Oviedo, Caparrós, y Campos, 2005).

Como podemos observar, este método de valoración se usa cuando no es posible establecer el valor de cambio en el mercado de los bienes y servicios, por lo que no hay ningún precio asociado a estos bienes. A cada individuo por medio de un cuestionario directo se le pregunta sobre la valoración que le da un bien de acuerdo al beneficio que este le genera. El cuestionario intenta simular un mercado hipotético para el bien en cuestión, donde el que responde indica o bien su disposición a pagar (DP) o bien su disposición a recibir (DR) la compensación por el bien en cuestión (Bishop y Heberlein 1979, p. 926).

En la encuesta, la pregunta principal que se hace es respecto de la máxima "Disposición a pagar" cuando se mejora la calidad o cantidad de un recurso o bien. También es posible preguntar "Disposición a Aceptar", cuando se refiere a aceptar una compensación monetaria por renunciar a un cambio favorable o lo que es lo mismo, para aceptar un cambio desfavorable. (Vásquez, Cerda y Orrego 2007).

Para implementar la metodología según Azqueta, (2004) establece que la estructura de la encuesta en el primer bloque contiene información relevante sobre el bien, con el fin de que el encuestado tenga una información suficientemente precisa como para identificar el problema que se trata. Entre ellas puede existir ayuda gráfica o visual. En el segundo bloque se describe la modificación del bien u objeto de estudio. Es decir: la situación actual del bien; el cambio propuesto. Y a partir de aquello se averigua la disposición a pagar por el cambio propuesto. Por último, se investiga algunas características socioeconómicas más relevantes de la persona.

Hay diferentes métodos para realizar el trabajo de campo: mediante encuesta o entrevista personal, vía telefónica o correo electrónico. Otras formas pueden ser mediante experimentos de laboratorio reuniendo a grupo de personas en un lugar, para pasarles una serie de preguntas o cuestionarios, con la ventaja de procesar los datos cuando todavía están reunidos. La desventaja es que es difícil encontrar un grupo ralmente representativo de personas, con las características deseadas para llevar a cabo el experimento. Los formatos de preguntas pueden ser:

- Formato abierto: El entrevistador espera la respuesta a la pregunta formulada. La desventaja son las no-repuestas, ya que, no sabría cual es una cifra razonable.
- Formato subasta: Se adelanta una cifra y se pregunta si estaría dispuesto a pagar esa cifra o más.

- Formato múltiple: Se establece un cuadro de cifras de mayor a menor y se le pide que elija una.
- Formato binario: Permite preguntar de la siguiente manera ¿Estaría dispuesto a pagar tanto por...? ¿sí o no? Como se puede observar no es una pregunta abierta.
- Formato iterativo: Significa que frente a una respuesta dada, se pregunte: “si... entonces ¿cambiaría su disposición a pagar?”

**Precios hedónicos.** A partir del año 1960 se evidenciaron las primeras aproximaciones teóricas del enfoque hedónico. Griliches (1961) basado en el trabajo de Court de la industria automovilística propició el enfoque hedónico en otros campos.

Según Pardo ET AL., (2012), en 1967 se dio a conocer este método, pero sus bases teóricas se establecieron en el artículo de Rosen (1974). A través de los precios hedónicos se puede determinar el valor de bienes con características heterogéneas como es el caso de los bienes raíces y casos de tierras agrícolas y pagos salariales.

La teoría del método hedónico se base en la economía del bienestar, se parte de la solución al problema de maximización de la utilidad de un bien convencional ya sea una vivienda o finca las cuales poseen atributos propios.

A través de los precios hedónicos se identifica características que determinan el precio de un bien donde indica si alguno de los atributos establece una externalidad positiva o negativa para estipular la disponibilidad a pagar marginal por cada característica.

Este modelo se basa en la siguiente ecuación econométrica:

$$Prec^0 = \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i (EV)^\lambda + \sum_{i=1}^n \gamma_i (SE)^\lambda + \sum_{i=1}^n \varphi_i (A)^\lambda + \varepsilon_i$$

Ecuación 15.

La variable dependiente Prec representa el precio de la vivienda; EV representa la sumatoria de n características estructurales y de vecindad del predio urbano o rural tales como distancia hasta un centro de comercio o cabecera municipal, adecuación de las instalaciones tales como techos, pisos, paredes etc), condiciones de vías entre otras. SE simboliza la sumatoria de m características atribuibles

a factores socioeconómicos, para el caso de los predios rurales se tienen en cuenta variables como productividad, ingresos por actividades agropecuarias, seguridad, zona de parques, disponibilidad de servicios etc.

La suma de vectores 0 variables ambientales figura con la letra A donde se refiere a la cobertura de bosques en hectáreas, si la unidad de paisaje es montaña, lomerío o vega, calidad del aire, fuentes hídricas, si existe de riesgo de inundaciones, contaminación, vista a paisajes naturales entre otras. Los parámetros del modelo representan las disponibilidades marginales de cada característica, donde cada atributo contribuye a disminuir o aumentar el precio de la vivienda. Los parámetros  $\lambda$  indican los exponentes que determinarían la forma funcional de mayor ajuste dada la naturaleza y relación de cada variable con el precio de la vivienda. Y la última variable representa el error del modelo.

### **COSTO DE OPORTUNIDAD DE USO DEL SUELO**

Los costos de oportunidad hacen referencia al valor de las oportunidades económicas perdidas resultantes de la protección ambiental, es una medida del costo de protección ambiental en términos de beneficios del desarrollo renunciados (Dixon y Stefano, 1998)

Este método ha sido utilizado por algunas entidades para pedir compensaciones por las rentas dejadas de obtener al dar un uso distinto a determinados recursos. La utilización de los factores de producción, incluyendo los recursos naturales, supone un costo de oportunidad equivalente al valor de uso alternativo más valioso que podría haberse destinado y al que la sociedad ha renunciado para aplicarlo al uso elegido.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

Esta investigación se realiza en el marco de la convocatoria para proyectos de investigación de la Universidad de la Amazonia, con el grupo de Investigación Grupo de Estudios de Futuro en el Mundo Amazónico GEMA, título del proyecto 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.

El tipo de investigación de este proyecto es mixto cualitativo y cuantitativo, que según el autor los investigadores indagan sobre el supuesto de que en la recogida de los datos se encontrará la comprensión del problema de investigación, el estudio inicia con una encuesta que generaliza los resultados de la población y luego realiza entrevistas abiertas y cualitativas para saber cuál es el punto de vista de los encuestados. Cualitativa y cuantitativa porque los datos analizados serán de tipo numérico pero se encontrará el sentido de la cifra.

El área de estudio será en los predios productivos de la zona de influencia de la quebrada la Mono en el municipio de Belén de los Andaquíes, la cual posee ecosistemas que por su ubicación, tamaño, estructura y composición de la vegetación o por su valor real o potencial, representa áreas de altas diversidad florística y albergue de poblaciones de fauna silvestre que cumplen funciones reguladoras del componente hídrico (Tierraviva, 2013). De acuerdo con información preliminar en la zona existen fincas ganaderas.

Para la presente investigación empleó la base de datos del proyecto de los autores mencionado para obtener la disponibilidad a aceptar de los productores de los sistemas ganaderos de la zona de influencia de la microcuenca quebrada La Mono, que según el censo agropecuario 2016 existen 300 fincas ganadera en Belén y mediante muestreo proporcional se tomaran 60 fincas. También se realizó un trabajo de campo para conocer la disponibilidad a aceptar de la comunidad del municipio de Belén de los Andaquíes, donde se empleó una muestra por conveniencia de cien personas, para lo cual se empleó el método de encuesta.

Para el análisis de datos se emplearon dos modelos Econométricos fundamentados en el método de valoración contingente y otro en los precios hedónicos; el primero para para los beneficiarios o consumidores del servicio ambiental para hallar la DAP, y el segundo para productores para hallar la disponibilidad a aceptar. Los modelos y sus variables se describen a continuación:

### Valoración contingente

$$PROB(y = 0) = \beta_0 + \beta_1 * VrDAP + \beta_2 * GE + \beta_3 * NE + \beta_4 * EC + \beta_5 * Ingreso + \beta_6 * Interes + \mu$$

Ecuación 16.

Variable dependiente. DAP Disponibilidad a pagar (consumidor). Variable dicótoma o dummy que toma el valor de 1 si la persona está dispuesta a pagar por los beneficios del proyecto (proteger y conservar los servicios ambientales captura de carbono y fuentes hídricas) o de lo contrario toma el valor de 0.

### Variables independientes:

Genero del encuestado: Toma el valor de M si es Masculino y de F si es Femenino. Nivel Educativo: Variable independiente ordinal que significa el escalonamiento formativo, cuando no ha recibido ningún tipo de formación se designará con la palabra ninguno, si ha realizado estudios primarios se describe con la palabra primaria; secundarios con el termino bachillerato; nivel técnico profesional con técnico, si ha realizado algún estudio de pregrado se designa Universitario y

para estudios de posgrado se describe como especialización o maestría. Estado Civil: Variable independiente ordinal que representa el estado del encuestado en función si tiene o no pareja y bajo qué condiciones; toma las siguientes descripciones, soltero, casado, unión libre, separado y viudo. Ingreso: Variable continúa en pesos de 2016, que representa el ingreso del encuestado

Interés en el proyecto: variable independiente escalonada que muestra el interés del encuestado en la realización de un proyecto de conservación de bosques para garantizar el almacenamiento de carbono y protección de fuentes hídricas en el área de influencia micro cuenca la mono, municipio Belén de los Andaquíes con valoración desde demasiado, mucho, moderadamente, poco y le es indiferente. Estado Civil: Variable independiente que muestra el estado del encuestado en función si tiene o no pareja; toma el valor de 0 para soltero, 1 para casado, 2 para unión libre, 3 para separado y 4 para viudo. Ingreso: variable numérica que toma valor en pesos colombianos. Interés en el proyecto: variable independiente que muestra el interés de los encuestados en el proyecto; toma el valor de 0 cuando le es indiferente, 1 poco, 2 moderadamente, 3 mucho y 4 demasiado. El término  $\mu$  corresponde al error del modelo.

**Modelo de Precios Hedónicos.** La función de precios hedónicos representa los valores de postura y oferta en el equilibrio del mercado, en el cual se maximizan los beneficios económicos debido a que se satisface la condición en donde el precio de mercado de un bien o servicio es exactamente igual al costo marginal. Este método ha sido empleado para observar el comportamiento de los precios de un bien con características heterogéneas como es el caso de las fincas. Una vez el precio de la finca se relaciona con sus atributos (en este caso las diferentes coberturas), se plantea un modelo econométrico cuya estimación de parámetros se realiza empleando el métodos de mínimos cuadrados. Se utilizó una función lineal como se presenta en la ecuación 15.

$$(1) \text{Pr } ec = \beta_0 + \beta_1 \text{Ext} + \beta_2 \text{Past} + \beta_3 \text{Bosq} + \beta_4 \text{Cult} + \varepsilon_i$$

Ecuación 17.

Donde las variables son descritas a continuación:

Prec = Variable dependiente que expresa el precio de la finca en millones de pesos de 2016.

Extens = Variable explicativa continua que expresa el tamaño del predio en hectáreas (has).

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

Cult = Variable explicativa continua que representa la DAP cobertura en cultivos que posee la finca expresada en has.



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

$$\varepsilon_i = \text{Termino de error con } N \sim (0, \sigma^2).$$

Ecuación 16.

Los parámetros  $\beta$  son los coeficientes que acompañan a cada una de las variables descritas, y representan las DAPMg por cobertura. Para validar el modelo econométrico estadísticamente, se realizaron pruebas de hipótesis de parcialidad y globalidad usando el estadístico de prueba t student y F Fisher respectivamente. También se interpretó el coeficiente de determinación  $R^2$ .

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### ESTIMACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD A PAGAR POR PARTE DE LOS BENEFICIARIOS O CONSUMIDORES DE LOS SERVICIOS AMBIENTALES

Se encuestaron 100 personas en el municipio de Belén de los Andaquíes; el 53% eran hombres y el 47% mujeres. El 46% de los encuestados tienen edades entre 21 a 40 años y el 32% entre 41 a 60 años, con un promedio de edad de 40 años. El 68% de los encuestados son casados o en unión libre y el 32% son solteros. El promedio de personas en el hogar fue de 4 personas. La Tabla 45 presenta el comportamiento del nivel educativo de los jefes de hogar encuestados.

Tabla 45. Nivel educativo de la población encuestada.

Nivel Educativo	Frecuencia	% Relatividad
Ninguno	8	8%
Primaria	36	36%
Bachillerato	38	38%
Técnico	2	2%
Universitario	3	3%
Especialización	13	13%
Total	100	100%

El 36% de los encuestados terminaron sus estudios de primaria, el 38% concluyeron el bachillerato y un 18% realizaron algún estudio técnico, universitario o especialización. En cuanto a la ocupación el 72% son independientes y el 28%

son empleados. En materia de ingresos, la Tabla 46 presenta el comportamiento a través de los diferentes parámetros.

*Tabla 46. Ingreso Mensual de la población encuestada.*

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>
Promedio	718.959
Mediana	600.000
Moda	600.000
Desviación estándar	647.776
Max	3.000.000
Min	20.000
No de observaciones	96

De la Tabla 46 se obtuvo el ingreso mensual de las personas encuestadas para el DAP, en promedio un individuo recibe \$718.959 mensual, el ingreso más común fue de \$600.000, la desviación concuerda con la media en \$600.000. En la Tabla 47 se observa la variable ingreso por rangos.

*Tabla 47 Rango de ingresos de la muestra.*

<b>Ingreso Mensual</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>% Relatividad</b>
\$ 1 a \$ 700.000	67	67%
\$ 700.001 a \$ 1.500.000	20	20%
\$ 1.500.001 a \$ 3.000.000	9	9%
Total	96	96%

En la Tabla 47 se puede concluir que el rango más representativo de ingresos mensual está dentro de un \$1 a \$700.000 mensual en un 67%, el 20% tiene ingresos de \$700.0001 a \$1.500.000 mensual y el 9% obtuvieron ingresos superiores a \$1.500.001 mensual.

A la comunidad se le indagó sobre su conocimiento frente a los problemas ambientales que generan los sistemas ganaderos, el 62% contestó que si tienen conocimiento mientras que el 38% desconocen estos temas. También se les preguntó si saben que son los servicios ambientales y solo el 43% manifestó que si conocen la importancia de estos para los seres vivos y el hombre.

Sin embargo, cuando se les indagó sobre el servicio ambiental Almacenamiento de carbono solo el 32% respondió positivamente frente a un 68% que no sabe sobre el servicio ecosistémico. Se planteó un proyecto hipotético de conservación de bosques para mantener el servicio ambiental almacenamiento de carbono y se preguntó sobre su interés en dicho proyecto, cuyas respuestas se presentan en la Tabla 48.

En la Tabla 48, se observa que el 76% tienen interés por el proyecto de conservación mientras que para el 13% es poco importante y para un 11% es indiferente, resultado que arrojaron una pregunta a la cual el 32% contestó afirmativamente. Con lo anterior, se preguntó cuántos estarían dispuestos a pagar por el proyecto y solo el 32% contestó que sí frente a un 68% que respondió negativamente.

*Tabla 48. Interés en el proyecto de conservación.*

<b>Interés en el Proyecto de Conservación</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>% Relatividad</b>
Demasiado	25	25%
Mucho	29	29%
Moderadamente	22	22%
Poco	13	13%
Le es indiferente	11	11%
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100%</b>

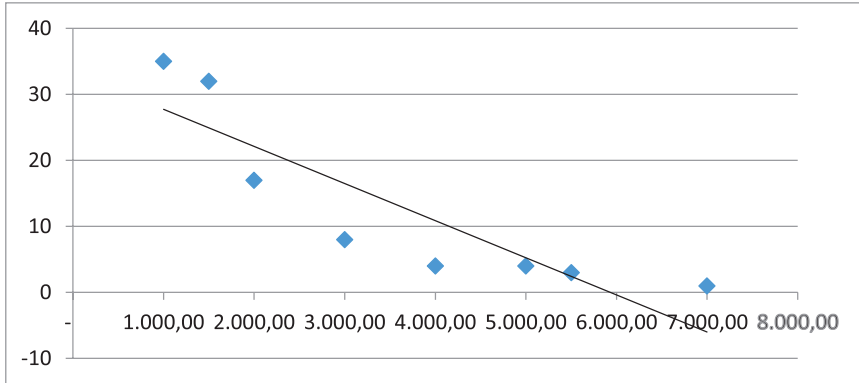
Algunos encuestados expresaron que esto le corresponde al estado, con lo cual su disponibilidad a pagar se puede decir que es \$0. Sin embargo cuando posteriormente se preguntó el valor de la disponibilidad a pagar por este proyecto en el mes y los resultados fueron los siguientes (ver Tabla 49).

*Tabla 49 Disponibilidad a pagar.*

<b>Vr Dap (\$)</b>	<b>% Relativo</b>
1.000,00	33
1.500,00	30
2.000,00	17
3.000,00	8
4.000,00	4
5.000,00	4
5.500,00	3
7.000,00	1

La gráfica que muestra el comportamiento de la Tabla 49 se presenta en la figura 16.

Figura 16. Valores propuestos valoración contingente y la proporción de respuesta a cada valor.



El modelo econométrico fue el siguiente, estimado a partir de máxima verosimilitud, bajo la forma funcional Tobit, por contar con valores censurados en algunas variables.

$$DAP = \beta_0 + \beta_1 VrDAP + \beta_2 GE + \beta_3 EDAD + \beta_4 EC + \beta_5 NE + \beta_6 ING + \mu$$

Los resultados se presentan a continuación utilizando programa Limdep versión 7.0 en la Tabla 50.

Tabla 50. Modelos estimados por Máxima verosimilitud modelo logit.

Variable	Coefficient	Standard Error	b/St.Er.	P[ Z >z]	Mean of X
Constant	-.2178013606	.21216352	-1.027	.3046	
GENERO	.1602486235	.96260876E-01	1.665	.0960	.53000000
ESTADOCI	.1858079355	.11414696	1.628	.1036	.6800000T
EDAD	-.4145829071E-02	.33329810E-02	-1.244	.2135	42.470000
EDUCACIN	.6410598015E-01	.52797205E-01	1.214	.2247	1.7900000
VRDAPC	-.7114253138E-04	.41480596E-04	-1.715	.0863	1474.5000
INGRESOM	.1878656000E-07	.83320101E-07	.225	.8216	706000.20

Con lo anterior la probabilidad de la DAP será igual a:

$$DAP = -0,21780136 - 0,0000711425 VrDAP + 0,1602486 GE - 0,0041458 EDAD + 0,06411 NE + 0,1858 EC + 0,1878e-07 ING$$

Para realizar la validez estadística y teórica del modelo, se realizaron las pruebas de hipótesis parciales las cuales arrojaron los siguientes resultados:

a. Planteamiento de la hipótesis:

$H_0 = \beta_i = 0$ ; (La variable no es significativa para explicar la DAP)

$H_a = \beta_i \neq 0$  (La variable es significativa y explica el comportamiento de la DAP)

b. El nivel de error del modelo será  $\alpha = 10\%$

c. El estadístico de prueba será la t student con n-k grados de libertad (n = 100; k es el número de parámetros = 1). Tc será el valor del estadístico proveniente de los datos y Tt será el valor hallado en la tabla estandarizada.

d. Criterio de decisión. La tabla 51 presenta las diferentes situaciones.

*Tabla 50 Criterio de elección para prueba de hipótesis*

Situación	Criterio de decisión	Interpretación
$T_c > T_t$	Se rechaza la hipótesis nula $H_0$	La variable explica el comportamiento de la DAP
$T_c < T_t$	No se puede rechazar $H_0$	La variable no explica el comportamiento de la DAP
$T_c = T_t$	Es indiferente	Sujeta a la decisión del investigador

Por lo anterior las variables socioeconómicas que explican el comportamiento de la DAP son: el género, el estado civil y el valor de la DAP; por otro lado no fueron estadísticamente relevantes las variables nivel educativo e ingreso mensual. Estas se interpretan de la siguiente forma: existe una mayor DAP en los hombres respecto de las mujeres; también una DAP mayor de los jefes de hogar casados que de los encuestados solteros; y se observa que a mayor valor de la DAP, la probabilidad de que esté dispuesto a pagar disminuye.

De otro lado, las variables educación e ingreso no fueron relevantes en el comportamiento de la DAP, arrojaron un signo positivo lo cual puede interpretarse que a mayor nivel educativo e ingreso aumenta la probabilidad de que la persona esté dispuesta a pagar por beneficiarse del servicio ambiental secuestro de carbono. En cuanto a la edad, el signo negativo indica que a mayor edad, menor es

la probabilidad de que esté dispuesto a pagar. Con ello se puede calcular la DAP total de acuerdo con Uribe et al., 2003 en el promedio de los datos así:

$$DAP = [-0,21780136 + 0,1602486 (0,68) + 0,1858 (0,68)] / [- 0,0000711425 (1.474,5)] = - \$1,56$$

Luego la DAP total anual de \$1872 por núcleo familiar de 5 personas en promedio da un total de \$9.360. El signo negativo representa la disminución del ingreso del encuestado al estar dispuesto a pagar dicho valor para acceder al proyecto que garantizaría la conservación del bosque y con ello se garantiza el almacenamiento de carbono. Este valor es muy pequeño, pero está indicando que ya existe un reconocimiento monetario por los servicios ambientales.

### Disponibilidad a aceptar de los productores

Aunque el precio de las fincas depende variables como: extensión, las condiciones de la vivienda, adecuaciones de las instalaciones, condiciones de las vías, productividad, distancia a un centro de comercio, antigüedad, metros construidos, entre otras (Pardo 2005; Casas et al, 2001; Ramírez, 1998), se elige la extensión de la finca en hectáreas y tres variables vinculadas a los cambios en el uso del suelo, estas son, coberturas boscosas, pasturas y cultivos; la Tabla 52 presenta el promedio de las extensiones por cobertura.

*Tabla 51 Promedio de las variables en hectáreas.*

Tamaño	Precio (\$)	Extensión	Pastos	Bosques	Cultivos	Observaciones
Todas	158'296.301	38,00	10,00	3,00	4,00	73 (100%)
$X \leq 50$	92'971.071	21,02	10,19	2,90	2,42	55 (75%)
$50 < X \leq 100$	262'250.000	72,00	48,77	5,85	5,23	13 (18%)
$100 < X \leq 300$	750'000.000	168,75	128,75	6,50	27,33	4 (7%)

Se observa que el 75% de las fincas corresponden a extensiones menores a 50 hectáreas, con un valor promedio de \$92'971.071 y de \$7'838.458,52 por hectárea. Se observa que son pocas las coberturas boscosas en los tres tipos.

**Modelo empírico estimado de precios hedónicos.** Empleando el programa Excel se realiza el modelo lineal del cual se obtuvieron los siguientes resultados como se muestra en la Tabla 53.

Tabla 52. Modelo de regresión lineal para precios hedónicos.

Estadísticas de la regresión				
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>				0,8497439
R <sup>2</sup> ajustado				0,82871827
Error típico				101283846
Observaciones				73

	Coefficientes (DAPMg)	Error típico	Estadístico t	P value
Extensión	4177131,94	1085298,99	3,84883058	0,00026198
Pastos	-696870,696	1142454,98	-0,6099765	0,54388106
Bosque	-3782819,91	3089674,83	-1,2243424	0,22498697
Cultivo	5023669,98	1810747,77	2,7743621	0,00710976

La Tabla 53 presenta los parámetros del modelo de regresión lineal (sin intercepto o regresión al origen), donde se observa una bondad de ajuste del 84,9%. De acuerdo con las pruebas de hipótesis de parcialidad (usando el estadístico t student), el precio de las fincas es explicado por las variables extensión y cultivos; mientras las variables pastos y bosque en hectáreas no fueron estadísticamente relevantes.

En cuanto al sentido de los coeficientes se obtuvo el signo esperado: la relación del tamaño del predio y las hectáreas en cultivo tienen una relación positiva con el precio de las fincas; es decir, a mayor tamaño y hectáreas en cultivos, el precio de las fincas aumenta. El anterior resultado es relevante a un nivel de significancia  $\alpha = 1\%$ . Esto indica que por cada hectárea que aumente una finca de la zona, su precio incrementará en \$4'177.131,94 en promedio por hectárea; así mismo, por cada hectárea adicional de cultivos esta aumentaría en \$5'023.669,98; valor que es superior al DAP marginal por la extensión.

De manera contraria a lo esperado, las variables bosques y pastos no fueron estadísticamente relevantes y además presentaron coeficientes negativos, lo cual indica que tanto las hectáreas en pasturas como las hectáreas en bosque no inciden en el precio de la finca; sin embargo el signo negativo indicaría que éstas variables disminuyen el valor del predio; esto se observa a través de su disponibilidad a pagar marginal negativa, lo que podría haberse interpretado como una disminución al valor en \$696.870,696 y de \$3'782.819,91 del predio cuando se tiene una hectárea adicional de pastos y bosques respectivamente; donde el primer valor puede asociarse a un salario mínimo en Colombia en la actualidad.

Esto puede traducirse como el costo de oportunidad de uso del suelo, que es mayor para las zonas boscosas, tal vez porque presentan mayor potencial que los beneficios generados por ejercicio ganadero. Realizando el mismo ejercicio, pero

introduciendo la variable “carbono (en toneladas por hectárea)” se obtuvieron los siguientes resultados:

Modelo de precios hedónicos para determinar la DAP de productores o propietarios de tierras

Se empleó un modelo de regresión lineal mediante estimación de mínimos cuadrados ordinarios MCO y se obtuvieron los siguientes resultados del modelo de precios hedónicos presentado en la Tabla 54.

*Tabla 53. Resultados de precios hedónicos modelo de regresión lineal.*

	<b>Coefficientes</b>	<b>Error típico</b>	<b>Estadístico t</b>	<b>Probabilidad</b>
Intercepción	56,23931304	59,4391282	0,94616652	0,34900755
Extensión	8,388928487	3,33640298	2,51436308	0,01548571
Ingreso	4,78049E-05	2,3679E-05	2,01890711	0,04934754
Pastos	-4,85609075	3,31769166	-1,46369562	0,1500776
Cultivos	-5,340058358	4,34692308	-1,22846857	0,22551934
Potreros	1,850048358	3,5013866	0,52837592	0,59977852
Rastrojos	-4,758421993	3,38485234	-1,40579899	0,16650268
Distancia	-4,334990443	2,45786369	-1,76372289	0,08441957
Carbono almacenado	-2,64271E-06	1,8332E-06	-1,44155319	0,15620207

Con ello el modelo será:

$$P = 56,23 + 8,38Ext + 4,7E^{-05}Ing - 4,85Past - 5,34Cult - 4,75Rast - 4,33Dist - 2,63E^{-05} CA$$

El modelo con un  $R^2$  del 80%, y con pruebas de hipótesis de significancia de 16%, las variables determinantes del precio de la tierra fueron: la extensión, el ingreso, los pastos, cultivos, rastrojos, distancia y carbono almacenado. Esto indica que por cada hectárea de tierra el precio de la finca aumenta en \$8,38 millones de pesos; y de igual forma existe una relación positiva entre el ingreso y el precio de la finca.

En materia de pastos, cultivos, rastrojos, distancia y carbono almacenado se observa una relación negativa frente al precio de la tierra, esto quiere decir, que a mayor número de hectáreas en cultivos, rastrojos, distancia y carbón almacenado, el precio de la finca disminuye, lo cual representa un costo de oportunidad de uso del suelo en \$4,85; \$5,34; \$4,75 y \$2,64 millones respectivamente.

Estas disponibilidades a pagar negativas indican que en el precio de la tierra no se tiene en cuenta el potencial de uso de la tierra y servicios ambientales; al



parecer se relaciona con el ingreso que esta pueda generar. De otro lado las variables socioeconómicas como género, la antigüedad del predio, potreros, nivel educativo del dueño, no fueron estadísticamente relevantes.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

En la determinación de la disponibilidad a pagar en beneficiarios para un pago potencial por servicios ambientales, se observa que si existe este valor desde el punto de vista económico, conforme con los métodos de valoración. Dichos beneficios se cuantifican en \$9.360 al año por hogar; sin embargo desde la perspectiva del productor, aunque ellos manifiestan que están interesados en pertenecer a programas y proyectos de conservación, estos servicios ambientales inmersos en los predios productivos, aún no reflejan precios en el mercado e tierras.

La principal recomendación de este ejercicio es encadenar las iniciativas y los resultados de las investigaciones con otras instituciones científicas, corporaciones y organizaciones no gubernamentales, para fortalecer resultados y corroborar las perspectivas para lograr convertir la producción académica y científica en política pública materializada en planes, programas y proyectos, generadores de cultura ambiental para establecer un nuevo paradigma desde la Amazonia colombiana, que apunte a las apuestas y cadenas productivas que redunde en aumentos de bienestar para las comunidades.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZQUETA O. (2007). Introducción a la Economía Ambiental. Edición McGrawHill, Madrid, Universidad de Alcalá de Henares.
- AZQUETA, D. (2004). Valoración Económica de la Calidad Ambiental. Madrid-España. Ed. McGraw-Hill.
- AZQUETA, D. (1994). Valoración Económica de la Calidad Ambiental. Mc Graw – Hill. Madrid, España. 299
- AZQUETA, D.; PÉREZ Y PÉREZ, L. (1995). Gestión de Espacios Naturales “La Demanda de Servicios Recreativos”. Mc Graw – Hill. Madrid, España. 237
- BARAHONA, CHARA, CUARTAS, MURGUEITIO Y NARANJO (2012). Balance de gases de efecto invernadero en sistemas silvopastoriles intensivos con *Leucaena leucocephala* en Colombia. Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria. Disponible en [https://www.researchgate.net/profile/Rolando\\_Barahona\\_Rosales/publication/262183664\\_Balance\\_de\\_gases\\_de\\_efecto\\_invernadero\\_en\\_sistemas\\_silvopastoriles\\_intensivos\\_con\\_Leucaena\\_leucocephala\\_en\\_Colombia\\_Greenhouse\\_gases\\_in\\_intensive\\_silvopastoral\\_systems\\_with\\_Leucaena\\_leucocephala\\_in\\_Colombia/links/0a85e536e3a4ab572e000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Rolando_Barahona_Rosales/publication/262183664_Balance_de_gases_de_efecto_invernadero_en_sistemas_silvopastoriles_intensivos_con_Leucaena_leucocephala_en_Colombia_Greenhouse_gases_in_intensive_silvopastoral_systems_with_Leucaena_leucocephala_in_Colombia/links/0a85e536e3a4ab572e000000.pdf)
- BISHOP R.C; CHAMP A Y MULLARKEY DJ. (1995). Contingent Valuation. The handbook environmental economics, Blackwell,, Cambridge.
- BISHOP, R. C., HEBERLEIN, T. A. AND KEALY, M. J. 1983. «Contingent Valuation of Environmental Assets: Comparisons with a Simulated Market.» Natural Resources Journal (July). N° 23, pp. 619-34.
- BLANCO, J. (2007). La experiencia colombiana en esquemas de Pagos por Servicios Ambientales. CIFOR – ECOVERSA  
[http://www.cifor.org/pes/publications/pdf\\_files/colombia\\_experience.pdf](http://www.cifor.org/pes/publications/pdf_files/colombia_experience.pdf)

- BOYD J, BANZHAF J. What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units. *Ecological Economics* 2007; 63: 616–626.
- CANCINO, J. (2005). Valoración Económica de Recursos Naturales y su Aplicación a las Áreas Silvestres Protegidas.
- CASAS, A; VÁSQUEZ, L y 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.
- CASTRO, GODINO (2011). Métodos Mixtos de investigación en las contribuciones a los simposios de la seiem (1997-2010)31. SEIEM. Disponible en <http://funes.uniandes.edu.co/1803/>
- CABRERA E., VARGAS D.M., GALINDO G. GARCÍA M.C., ORDÓÑEZ M.F. (2011). Memoria Técnica: Cuantificación de la tasa de Deforestación para Colombia, Periodo 1990-2000, 2000-2005. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales –IDEAM-. Bogotá D.C., Colombia.
- COASE, R., 1960. The problem of social cost. *Journal of Law and Economics* 3), 1-44.
- CÓRDOBA, ACHURY (2015). Caracterización de las especies forestales maderables bajo mayor presión en el departamento de Caquetá. Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero Agroforestal, Universidad Nacional Abierta a Distancia. Disponible en <http://repository.unad.edu.co/bitstream/10596/3755/1/1117521035.pdf>
- Decreto 0953 de 2013. El cual reglamenta el Artículo 111 de la Ley 99 de 1993. República de Colombia. Mayo de 2013.
- DE GROOT RS, WILSON MA, BOUMANS RMJ. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics* 2002; 41: 393–408.
- DE LA TORRE, A., P. FAJNZYLBER AND J. NASH (2009). Low Carbon, High Growth: Latin American Responses to Climate Change, World Bank.
- DIXON J Y STEFANO, P. (1998). Análisis económico y evaluación ambiental. Departamento de Ambiente – Banco Mundial.
- FREEMAN, M. A. (2003). The Measurement of Environmental and Resource (III). Values. Theory and Methods. Resources for the Future, Washington D.C.
- GARCÍA LÓPEZ, Y PINOS RODRÍGUEZ (2012). Impactos y regulaciones ambientales del estiércol generado por los sistemas ganaderos de algunos países

- de América. *Agrociencia*, Volumen 46. Disponible en [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-31952012000400004](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952012000400004)
- GRIEG-GRAN, M. 2000. Fiscal incentives for biodiversity conservation: The ICMS Ecológico in Brazil. In IIED Environmental Economics Discussion Paper #00-01. London: International Institute for Environment and Development
- GRILICHES, Z. Hedonic price indexes for automobiles: an econometric analysis of quality change, en *Price Statistics of the Federal Government*, Editorial Columbia University Press, Nueva York, 1961.
- HANNEMAN, W. M. 1984. Welfare evaluations in contingent valuation experiments with discrete responses. *Am. J. Agric. Econ.* 66: 332-341.
- IDEAM, (2013). Informe anual sobre el estado del medio ambiente y los recursos naturales renovables en Colombia.
- JACK, B. K.; KOUSKY, C. Y SIMS, K. R. E. (2008): «Designing payments for ecosystem services: lessons from previous experience with incentives-based mechanisms». *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105: 9465-9470.
- KRISTROM, B. (1997). Spike models in contingent valuation *América Journal of Agricultural Economics*.
- MAY, P.H., F. VEIGA NETO, V. DENARDIN, AND W. LOUREIRO. 2002. Using fiscal instruments to encourage conservation: municipal responses to the 'ecological' value-added tax in Paraná and Minas Gerais, Brazil. In *Selling forest environmental services. Market-based mechanisms for conservation and development.*, edited by S. Pagiola, J. Bishop and N. Landell-Mills. London y Sterling: Earthscan.
- MAYRAND K., Y M. PAQUIN "Pago por servicios ambientales. Estudio y evaluación de esquemas vigentes" Ed. Chantal Line Carpentier. 2004. Agosto 14 2008. [www.cifor.cgiar.org/pes/publications/pdf\\_files/OP-42S.pdf](http://www.cifor.cgiar.org/pes/publications/pdf_files/OP-42S.pdf)
- OVIEDO, J., A. CAPARRÓS y P. CAMPOS (2005). Valoración contingente del uso recreativo y conservación de los visitantes del Parque Natural los Arcorocales. *Estudios Agrosociales y Pesqueros*, 208, 115-140.
- PAGIOLA, S., ARCENAS, A. y PLATAIS, G. (2005). Can payments for environmental services help reduce poverty? An exploration of the issues and the evidence to date from Latin America. *World Development* 33(2), 237-253.
- PARDO, Y. (2005). Valoración económica de predios agropecuarios en la zona de colonización del Caquetá. Universidad de los Andes. Facultad de Economía, Programa de Maestría en Economía del Ambiente y recursos naturales, Bogotá DC Colombia.
- PARDO, Y., ANDRADE, M. Y HERMOSA, D. (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, Y. Y ORJUELA, JA (2016). Costos de Oportunidad de Uso el Suelo en sistemas agropecuarios de Belén de los Andaquíes, Vicerrectoría de Investigaciones y Posgrados, Universidad de la Amazonia, Florencia.
- PEARCE, D. W. y TURNER K (1995). Economía de los Recursos Naturales y el Medio Ambiente. Ediciones Celeste, Madrid.
- PETERS, M. et al (2013). Challenges and opportunities for improvising eco-efficiency of tropical forage-based systems to mitigate greenhouse gas emissions. Centro Internacional de Agricultura CIAT, 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 magister en Economía Ambiental y de Recursos Naturales PEMAR, Facultad de Economía. Universidad de los Andes, Bogotá, D.C.
- REID, W. V., H. A. MOONEY, A. CROPPER, D. CAPISTRANO, S. R. CARPENTER, K. CHOPRA, P. DASGUPTA, T. DIETZ, A. K. DURAIAPPAH, R. HASSAN, R. KASPERSON, R. LEEMANS, R. M. MAY, T (A. J.) MC-MICHAEL, P. PINGALI, C. SAMPER, R. SCHOLES, R. T. WATSON, A. H. ZAKRI, Z. SHIDONG, N. J. ASH, E. BENNETT, P. KUMAR, M. J. LEE, C. RAUDSEPP-HEARNE, H. SIMONS, J. THONELL AND M. B. ZUREK (2005) Millennium Ecosystem Assessment Synthesis Report. Pre-publication Final Draft Approved by MA Board on March 23, 2005
- ROMERO, C. (1994). Economía de los recursos ambientales y naturales Editorial alianza, España ISBN: 978-84-206-6850-5 84-206-6850-8
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2011. Estrategia Nacional de Manejo Sustentable de Tierras. México. Disponible en: <https://proteccionforestal.files.wordpress.com/2011/12/estrategia-nacional-de-manejosustentable-de-tierras.pdf>. (Consulta: septiembre 7, 2015)
- STEINFELD, H., GERBER, P., WASSENAAR, T., CASTEL, V., ROSALES, M., DE HAAN, C., 2009. La larga sombra del ganado. Problemas ambientales y opciones. (Livestock, s Long Shadow” 2006). Iniciativa para Ganadería, Medio Ambiente y Desarrollo (LEAD). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).
- SUKHDEV P., WITTMER, H., MILLER, D. 2014. The Economics of Ecosystems and biodiversity (TEEB): Challenges and Responses, in D. Helm and C. Hepburn (eds), Nature in the Balance: The Economics of Biodiversity. Oxford: Oxford University Press. Disponible en: <http://img.teebweb.org/wp-content/uploads/2014/09/TEEB-Challenges-and-Responses.pdf>
- TIERRAVIVA (2013). Plan de Manejo del Parque Municipal Natural Portal La Mono, Municipio Belén de los Andaquíes, Administración municipal, Caquetá, Colombia.

- TORRICIO, J.C, CARDONA, J.O. (2011) Ganadería ecológica, guía para las buenas prácticas ganaderas experiencia en el Sumapaz-Colombia.
- URIBE, E; MENDIETA, J; RUEDA, H. y CARRIAZO, F. (2003). Introducción a la valoración ambiental y estudios de caso. CEDE – COLCIENCIAS – Ediciones, Uniandes. Bogotá, Colombia.
- VÁSQUEZ, FELIPE; CERDA, ARCADIO Y ORREGO, SERGIO (2007). Valoración económica del ambiente: fundamentos económicos, econométricos, y aplicaciones. Buenos Aires, International Thomson Editores
- WATTENBACH, H. y ROMERO, C. 2002. Métodos de Valoración ambiental –una sinopsis-.
- WUNDER, S., (2005). Payments for Environmental Services: Some nuts and bolts. CIFOR Occasional Paper No. 42. Center for International Forestry Research, Yakarta, Indonesia





## 2.7 VALORACIÓN ECONÓMICA DE COBERTURAS EN PREDIOS AGROPECUARIOS DE BELÉN DE LOS ANDAQUÍES, CAQUETÁ

*Yelly Yamparli Pardo Rozo<sup>15</sup>*

### RESUMEN

El estudio determina la disponibilidad a pagar marginal por el uso de la tierra en cobertura boscosa, pasturas y cultivos en la zona de influencia directa de la quebrada La Mono, una zona de consolidación agropecuaria en Belén de los Andaquíes - Caquetá, empleando el método de valoración económica ambiental denominado precios hedónicos, para observar cómo el precio de la tierra puede afectarse por los diferentes cambios de uso en el suelo, como argumento y sustento para la construcción de mecanismos de regulación ambiental para la protección y uso sostenible de ecosistemas estratégicos proveedores de servicios ambientales, como es el caso de la regulación hídrica y producción de agua. Se encontró que por cada hectárea adicional y de cultivos, el precio del predio puede aumentar en \$4'177.131,94 y \$5'023.669,98 respectivamente. Las coberturas en pastos y bosques no fueron determinantes del precio de la tierra en esta zona; lo que demuestra que el diseño de una política de pago por servicios ambientales deberá superar la rentabilidad de los actuales sistemas agrícolas para incentivar a los productores hacia la conservación de ecosistemas estratégicos en sus tierras.

**PALABRAS CLAVES:** Pagos por Servicios Ambientales, Precios hedónicos, Disponibilidad a pagar, Belén de los Andaquíes

---

<sup>15</sup> Magister en Economía del Ambiente y Recursos Naturales Profesora Universidad de la Amazonia, y.pardo@udla.edu.co.

## **ABSTRACT**

The study determines the willingness to pay marginal for the use of the land in forest landscape, grassland and crops in the zone of direct influence of the stream La Mono, an area of agricultural consolidation in Belén de los Andaquíes, Caquetá, using the environmental economic valuation method hedonic prices, to observe how the price of land can be affected by different changes in land use, as an argument and support for the construction of mechanisms of environmental regulation for the protection and sustainable use of strategic ecosystems suppliers of environmental services, as is the case of water regulation and water production. It was found that for each additional hectare and crops, the price of the property may increase by \$4'177,131.94 and \$5'223.669,98 respectively. The pastures landscape and forests in the farms were not determinant of the price of the land in this zone; which demonstrates that the design of a payment policy for ecosystem services must exceed the profitability of the current agricultural systems to encourage the producers towards the conservation of strategic ecosystems in their lands.

**KEYWORDS:** Payments for ecosystem services, hedonic prices, willingness to pay, Belén de los Andaquíes

## INTRODUCCIÓN

La naturaleza proporciona bienes y servicios ambientales que el hombre puede disfrutar directa o indirectamente tales como: agua, aire limpio, alimentos, suelos, refugio, energía, medicinas y protección contra los desastres naturales, así como recreación, inspiración, diversidad y belleza (Wunder et al., 2007). Lo anterior hace referencia a los llamados servicios ecosistémicos (SE), los cuales se definen cómo mecanismos naturales que garantizan la disponibilidad de materias primas, energía y el ciclaje de elementos para la nueva disposición de estos recursos que satisfacen necesidades humanas y de otras especies; estos pueden clasificarse en servicios de apoyo, de aprovisionamiento, de regulación y servicios culturales (González, 2012). Sin embargo los principales problemas ambientales dado el aumento demográfico como el cambio climático y la tensión hídrica, a consecuencia de las formas actuales de producción y de consumo, han disminuido la cantidad y la calidad de muchos SE esenciales para la conservación de la vida y la salud humana.

En materia de tensión hídrica, para comprender la fragilidad de la disponibilidad del agua en el mundo, es necesario entender que aun cuando la hidrósfera contempla el 75% de la cobertura del planeta, su distribución está dada así: un 97,5% en océanos y mares; un 2% en los polos y glaciares -cuyo papel es conservar el equilibrio climático- y el 0,5% restante del agua, corresponde a las aguas continentales de tipo superficial y subterránea y es ese porcentaje el que tiene disponible el hombre para sus actividades de producción y consumo (Pierce et al., 2003); de forma que la intervención antrópica en los ecosistemas que garantizan el ciclo hídrico ya han sido afectados negativamente impactando en la cantidad, el acceso y la calidad del recurso.

Las causas principales de la afectación de los cuerpos hídricos en el mundo, se debe al crecimiento demográfico que ha aumentado la deforestación en bosques riparios y en ecosistemas de páramos, ecosistemas especiales para el ciclo del agua, aunado al vertimiento de aguas servidas a los ríos que finalmente arrastran sedimentos contaminantes en los mares. La escasez de agua afecta más del 40% de la población mundial; 41 países experimentaban estrés hídrico en 2011, donde 10 de ellos estaban a punto de agotar su suministro de agua dulce renovable y ahora dependen de fuentes alternativas; para el 2050 se estima que al menos una de cada cuatro personas se verá afectada por escasez de agua (Naciones Unidas, 2015).

Para tratar el tema de tensión hídrica, en la Agenda de las Naciones Unidas llamada Objetivos de Desarrollo Sostenible (Naciones Unidas, 2015) y la Conferencia de las Partes celebrada en París en 2015, se estableció como metas mundiales, el garantizar la disponibilidad de agua, su gestión y saneamiento, así como la conservación y uso sostenible de los cuerpos hídricos (océanos, mares), produc-

ción y consumos responsables, ciudades y comunidades sostenibles y protección a la vida submarina, entre otras metas ambientales y de las necesidades humanas de índole socioeconómico y político.

En contraste, Colombia inmerso en el ecosistema estratégico de la gran cuenca amazónica en Suramérica, es rica en la oferta de servicios ambientales como la producción de agua y regulación hídrica, dada la abundancia de sus fuentes en escenarios naturales ya considerados como patrimonio mundial -como el caso del parque nacional natural de Chingaza en Cundinamarca- en los paisajes de subpáramo y de bosque alto andino. Colombia se caracteriza por la abundancia de redes hídricas especialmente en su región amazónica la cual es aprovechada para la pesca, el transporte fluvial y el consumo de agua y suministro de energía a través de las hidroeléctricas.

Sin embargo, en el país ya se evidencian fenómenos de escasez de agua ocasionados por cambio climático, por ejemplo los fenómenos del niño y de la niña, han dejado problemas de sequías, inundaciones y desertificación. Un ejemplo de los impactos que deja el cambio climático sumado a las actividades económicas antrópicas, se registró en 2014 en Paz de Ariporo en Casanare Colombia, donde los daños ambientales generados por la sequía del primer semestre del año con temperaturas de hasta 40 grados y las prácticas sísmicas y exploración petrolera, ganadería y agricultura inadecuadas, costó la muerte de 20.000 especies típicas de la zona además de bovinos y la desaparición de ríos y quebradas.

Por lo anterior se debe prever el cuidado de las fuentes hídricas dado el inicio de actividades mineras en la Amazonia colombiana en las zonas de San Vicente y de Remolinos del Caguán en Caquetá, zonas con la mayor tasa de deforestación de Colombia y suramérica. Con ello en el contexto amazónico colombiano se evidencia la misma problemática mundial sobre el recurso hídrico asociado a las actuales formas de producción y de consumo y la debilidad en la infraestructura y en las instituciones encargadas del cumplimiento de las políticas ambientales.

En América Latina, los sistemas ganaderos y agrícolas generan los mayores impactos al paisaje: disminución de los recursos naturales y cambios en la calidad de los servicios ambientales así como las emisiones de gases de efecto invernadero -como gas metano, gas carbónico y óxidos nitrosos- en especial las zonas tropicales y subtropicales donde se deforesta para dar espacio a pasturas para la ganadería extensiva (Peter et al., 2013; Morton et al., 2006). Esto ocurre porque además de la importancia económica, existe un fuerte arraigo cultural de la actividad agropecuaria (FAO, 2013).

Diversos estudios establecen que en los predios rurales se encuentran SE importantes como el secuestro de carbono, la conservación de bosques y disponibilidad de agua (Andrade et al., 2014; Somarriba et al., 2013). La importancia de la valoración de los SE en los predios agropecuarios radica en observar su contribución en el precio de las tierras, en la producción o en la utilidad y porque

constituyen una línea base en la determinación de políticas ambientales (Pardo & Sanjinés, 2014).

Dado lo anterior, en América latina se han definido políticas para garantizar el cuidado del recurso hídrico en los frentes de colonización. Existe un mecanismo de política ambiental llamado pagos por servicios ambientales PSA, los cuales en **Colombia fueron ratificados a través del decreto 0953 de 2013, donde se definen como** una transferencia de recursos financieros de las personas que se benefician por los SE hacia los proveedores que los generan y que apoyan las externalidades positivas, por garantizar las condiciones de los procesos ecológicos (Wunder et al., 2007). Los PSA son un mecanismo de gestión ambiental que presenta características tanto de mando y control como de incentivo económico.

En la última década, en Colombia se promueven los estudios y proyectos sobre los PSA como un mecanismo e instrumento de política ambiental para proteger ecosistemas estratégicos y mitigar problemas de contaminación como resultado de las actividades económicas que pueden afectar a las fuentes hídricas, la biodiversidad o la productividad de los suelos de acuerdo con el Decreto en mención.

Para establecer el valor del PSA existen criterios como el costo de oportunidad del uso del suelo, los cuales se hallan como la diferencia entre los ingresos y los costos operativos; este valor es expresado en pesos por hectárea por año (\$/ha/año) y dicho valor se multiplica por un factor de corrección que involucra aspectos biológicos y geográficos (Amarilla, citado en Rojas & Suarez, 2015); sin embargo existen otras alternativas como el valor del arrendamiento de la tierra.

En el departamento del Caquetá ya se registran experiencias sobre estudios para la determinación del valor de los PSA como mecanismo de protección de las fuentes hídricas (Aguilar, Pardo y Forero (2018). El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable ha dado como orientación estudios sobre la viabilidad de instaurar los PSA en algunos municipios del Caquetá entre ellos: San Vicente, Belén de los Andaquíes, Morelia y Doncello. A la fecha se cuentan las experiencias de Aguilar & Marín (2015), Forero et al., (2016) en San Vicente del Caguán y Artunduaga & Escobar (2016), investigaciones que buscan iniciar el cuidado y protección de las fuentes hídricas inmersas en sistemas productivos, los cuales son susceptibles a la rápida degradación ambiental si no se toman medidas. De allí la relevancia de realizar estudios que evidencien la necesidad de crear figuras e instrumentos económicos como es el caso de los PSA para mitigar el fenómeno de deforestación y proteger nacimientos y cuencas hídricas.

Esta investigación buscó responder a la pregunta ¿cuál es la contribución económica de las diferentes coberturas en el precio de la tierra en el piedemonte amazónico? Con ello se pretende evidenciar la sensibilidad del precio de las fincas ante los cambios en el uso del suelo y observar la viabilidad de los PSA como política de gestión ambiental y mecanismo de protección para las fuentes hídricas en la zona.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación propone el uso del método de valoración económica ambiental Precios Hedónicos para determinar la disponibilidad a pagar marginal (DAPMg) por coberturas (tales como pastos, bosques y cultivos) de los sistemas productivos en Belén de los Andaquíes, el cual es reconocido como municipio verde de Colombia por su riqueza hídrica y paisajística (Tierraviva, 2013). Se analizó cómo el precio de la tierra puede depender de las coberturas como un primer paso para sustentar la construcción de mecanismos de regulación ambiental para la protección y uso sostenible de ecosistemas estratégicos -proveedores de servicios ambientales-. El estudio se fundamenta en los datos del proyecto “Costos de oportunidad de uso del suelo en la zona rural de Belén de los Andaquíes” de la Universidad de la Amazonia (Pardo y Orjuela, 2016). La zona de estudio corresponde a Belén de los Andaquíes, donde participaron 73 productores de fincas agropecuarias.

Siguiendo a Freeman (2010), Labandeira et al., (2007) y Azqueta (2007), la función de precios hedónicos representa los valores de postura y oferta en el equilibrio del mercado, en el cual se maximizan los beneficios económicos debido a que se satisface la condición donde el precio de mercado de un bien o servicio es exactamente igual al costo marginal. Este método ha sido empleado para observar el comportamiento de los precios de un bien con características heterogéneas como es el caso de las fincas. Una vez el precio de la finca se relaciona con sus atributos (en este caso las diferentes coberturas), se plantea un modelo econométrico cuya estimación de parámetros se realizó empleando el método de mínimos cuadrados. Se utilizó una función lineal como se presenta en la ecuación 16.

$$(1) \quad P_e = \hat{\alpha}_0 + \hat{\alpha}_1 Ext + \hat{\alpha}_2 Past + \hat{\alpha}_3 Bosq + \hat{\alpha}_4 Cult + \hat{\alpha}_5$$

Ecuación 16.

Donde las variables son descritas a continuación:

Prec = Variable dependiente que expresa el precio de la finca en millones de pesos de 2016.

Extens = Variable explicativa continua que expresa el tamaño del predio en hectáreas (has).

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

Cult = Variable explicativa continua que representa la cobertura en cultivos que posee la finca expresada en has.

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

$$\varepsilon_i = \text{Termino de error con } N \sim (0, \sigma^2).$$

Los parámetros  $\beta$  son los coeficientes que acompañan a cada una de las variables descritas, y representan las DAPMg por cobertura. Para validar el modelo econométrico estadísticamente, se realizaron pruebas de hipótesis de parcialidad y globalidad usando el estadístico de prueba t student y F Fisher respectivamente. También se interpretó el coeficiente de determinación  $R^2$ .

## RESULTADOS

Aunque el precio de las fincas depende variables como: extensión, las condiciones de la vivienda, adecuaciones de las instalaciones, condiciones de las vías, productividad, distancia a un centro de comercio, antigüedad, metros construidos, entre otras (Pardo, 2005; Casas et al., 2004; Ramírez, 1998), se elige la extensión de la finca en hectáreas y tres variables vinculadas a los cambios en el uso del suelo, estas son, coberturas boscosas, pasturas y cultivos; la tabla 54 presenta el promedio de las extensiones por cobertura.

*Tabla 54. Promedio de variables precio y coberturas en ha clasificadas por tamaño de la finca.*

<b>Tamaño finca</b>	<b>Precio (\$)</b>	<b>Extensión</b>	<b>Pastos</b>	<b>Bosques</b>	<b>Cultivos</b>	<b>Observaciones</b>
Todas	158'296.301	38,00	10,00	3,00	4,00	73 (100%)
$X \leq 50$	92'971.071	21,02	10,19	2,90	2,42	55 (75%)
$50 < X \leq 100$	262'250.000	72,00	48,77	5,85	5,23	13 (18%)
$100 < X \leq 300$	750'000.000	168,75	128,75	6,50	27,33	4 (7%)

Se observa que el 75% de las fincas corresponden a extensiones menores a 50 has, con un valor promedio de \$92'971.071 por hectárea. Se observa que el principal uso del suelo son las pasturas, seguido de los cultivos y finalmente son pocas las coberturas boscosas en los tres tipos.

## MODELO EMPÍRICO ESTIMADO DE PRECIOS HEDÓNICOS

Haciendo uso del programa Excel se realizó la regresión lineal del cual se obtuvieron los siguientes resultados como se muestra en la tabla 56. Allí se presentan los parámetros del modelo de regresión lineal (sin intercepto o regresión al origen), donde se observa una bondad de ajuste del 84,9%. De acuerdo con las pruebas de hipótesis de parcialidad (usando el estadístico t student), el precio de las fincas es explicado por las variables extensión y cultivos; mientras las variables pastos y bosque en hectáreas no fueron estadísticamente relevantes.

En cuanto al sentido de los coeficientes se obtuvo el signo esperado: la relación del tamaño del predio y las hectáreas en cultivo tienen una relación positiva con el precio de las fincas; es decir, a mayor tamaño y hectáreas en cultivos, el precio de las fincas aumenta. El anterior resultado es relevante a un nivel de significancia  $\alpha = 1\%$ . Esto indica que por cada hectárea que aumente una finca, su precio incrementará en \$4'177.131,94 en promedio por hectárea; así mismo, por cada hectárea adicional de cultivos el precio de la finca aumentaría en \$5'023.669,98; valor que es superior al DAP marginal por la extensión.

*Tabla 55. Resultados modelo de regresión.*

Estadísticas de la regresión				
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>				0,8497439
R <sup>2</sup> ajustado				0,82871827
Error típico				101283846
Observaciones				73

	Coefficientes (DAPMg)	Error típico	Estadístico t	P value
Extensión	4'177.131,94	1085298,99	3,84883058	0,00026198
Pastos	-696.870,696	1142454,98	-0,6099765	0,54388106
Bosque	-3'782.819,91	3089674,83	-1,2243424	0,22498697
Cultivo	5'023.669,98	1810747,77	2,7743621	0,00710976

De manera contraria a lo esperado, las variables bosques y pastos no fueron estadísticamente relevantes y además presentaron coeficientes negativos, lo cual indica que tanto las hectáreas en pasturas como las hectáreas en bosque no inciden en el precio de la finca; sin embargo el signo negativo indicaría que éstas variables disminuyen el valor del predio; esto se observa a través de su disponibilidad a pagar marginal negativa, lo que podría haberse interpretado como una disminución al valor en \$696.870 y de \$3'782.819 del predio cuando se tiene una



hectárea adicional de pastos y bosques respectivamente; donde el primer valor puede asociarse a un salario mínimo en Colombia en la actualidad.

Esto puede traducirse como el costo de oportunidad de uso del suelo, que es mayor para las zonas boscosas, tal vez porque presentan mayor potencial que los beneficios generados por el ejercicio ganadero.

## DISCUSIÓN

Estudios previos empleando el método de precios hedónicos, como Ramírez en 1998 observó que en Florencia, cada hectárea adicional de bosque aporta cerca de un salario mínimo (smmlv) al precio de la tierra, esto en la zona rural consolidada; pero de forma contraria en 2005, Pardo anotó que en la frontera de colonización del Caquetá, las coberturas en bosques representan un costo de oportunidad de uso de la tierra, indicando que para el campesino es más rentable introducir pasturas que le generan mayor beneficio que mantener áreas en bosque, valor que también coincidió con un smmlv. De otro lado en 2016, Forero et al, encontraron que cada hectárea de cobertura boscosa agrega valor al predio en \$841.000 y en \$604.900 por hectárea de pasto en sistemas ganaderos en San Vicente del Caguán, Caquetá. Con ello se observa que en las zonas consolidadas los precios de las fincas reflejan un valor en los bosques, pero en zonas de frontera agrícola los bosques no son valorados sino vistos con otro uso potencial en ganado o agricultura.

No obstante, el presente estudio realizado en una zona consolidada, el bosque y las pasturas no fueron determinantes del precio de las fincas, situación que puede atribuirse a que el 75% de ellas dependen económicamente del cultivo de caucho (*hevea brasiliensis*), donde el 95% no cuentan con arreglos agroforestales; un 25% dependen económicamente de ganadería tipo leche en escala de subsistencia, por tanto son relevantes las áreas en cultivos.

En materia de política ambiental, una de las experiencias en la determinación del valor de los PSA en Colombia empleando como método el valor económico del bosque en el estudio de Borda, Moreno & Wunder (2010) de la Microcuenca el Chainá en Boyacá, se obtuvo que el costo de oportunidad promedio fue de \$759.596 por hectárea por año, valor cercano al smmlv para Colombia en 2017. Otra experiencia en el país es la de Cundinamarca en los municipios de Villapinzón, Chocontá, Cogua, Zipaquirá, Sibaté, Bojacá, Tabio, San Antonio del Tequendama y Viotá, donde se determinó que los costos de oportunidad fueron de \$600.000, el cual fue el valor del PSA para un periodo de un año según Rojas & Suarez (2015).

En Caquetá, se tiene la experiencia del valor del PSA hallado en San Vicente del Caguán por Aguilar & Marín (2015) donde se obtuvo un costo mínimo a pagar anual promedio de \$3'833.198 por hectárea de bosque en la protección y conservación de una fuente hídrica (quebrada El Arenoso), el cual es un valor muy alto respecto de los estudio realizados en el país, situación que puede atribuirse a las potencialidades propias de la zona tales como comercio de maderas, biodiversidad, hábitat de especies, material genético medicinal entre otros productos no maderables del bosque, ya que en esta zona se presenta la mayor tasa de deforestación en América Latina.

Si bien la DAPMg no es precisamente el valor del PSA, este valor logra dar orientaciones de cómo los usos del suelo puede agregar valor al mercado de tierras en diferentes zonas del país de acuerdo con las potencialidades o la productividad en las actividades agropecuarias. Para proponer un esquema de PSA en la zona se deben superar las expectativas de rentabilidad de las tierras, que en este caso, puede aproximarse a valores entre \$3'782.819 a \$5'023.669 por hectárea al año.

## CONCLUSIONES

El estudio encontró que en los predios agropecuarios de la zona rural de Belén de los Andaquíes, las hectáreas de cultivo determinan el precio de la tierra. Los bosques y los pastos no fueron estadísticamente relevantes en la determinación del precio, de acuerdo con el modelo de regresión lineal, aplicando el método de precios hedónicos.

Los valores de PSA hallados son más altos que en los estudios en Colombia, lo cual puede atribuirse a la vocación forestal de la Amazonia y la importancia de los recursos y servicios ambientales.

En la filosofía de convertirse en municipio verde de Colombia, la administración local de Belén de los Andaquíes y la Gobernación del Caquetá deberá instaurar medidas de protección para las fuente hídricas de forma que logre su aprovechamiento sostenible y conservación, dada la actividad agropecuaria que se desarrolla y que emplea prácticas tradicionales de tala y quema de bosque para introducción de ganado o cultivos. De forma que los PSA constituyen una alternativa viable para proteger el agua y compensar a las familias dueñas de los predios sin que se afecte su economía y calidad de vida. Futuros estudios deberán concentrarse en la evaluación de los PSA, su pertinencia y permanencia como política contra cambio climático.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUILAR, VANESSA y MARÍN, Anatoly (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, Florencia Caquetá.
- AGUILAR, A; PARDO, Y.Y Y FORERO, A. (2018). Diseño de esquemas de pago por servicios ambientales: Experiencias en el Caquetá. Editorial Universidad de la Amazonia, Florencia, Caquetá.
- ANDRADE, HERNÁN; MARÍN, LINA 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). Universidad del Tolima, Ibagué Colombia.
- ARTUNDUAGA, LADY y ESCOBAR, YISELL (2016) Identificación del pago por servicios ambientales captura de carbono en sistemas ganaderos de la microcuena La Mono en el municipio de Belén de los Andaquíes. Propuesta de Tesis de grado, Maestría en Tributación, Universidad de la Amazonia.
- AZQUETA, DIEGO. (2007). Introducción a la Economía Ambiental. Edición McGrawHill, Madrid, Universidad de Alcalá de Henares, pp 456.
- BORDA, CARLOS; MORENO, ROCÍO y WUNDER, SVEN. (2010). Pagos por servicios ambientales en marcha: la experiencia de la microcuena de Chaina en el departamento de Boyacá, Colombia. Centro de Investigación Forestal Internacional (60 págs).
- CASAS, ADRIANA; VASQUEZ, LUIS GUILLERMO y OSORIO, MARÍA. (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.
- FORERO, ALEXANDRA; PARDO, YELLY y ANDRADE, MILTON (2016). Valoración económica de las coberturas boscosas en sistemas productivos en San Vicente del Caguán, Seminario Internacional de Investigación, Innovación y Competitividad, Una estrategia de desarrollo agroindustrial en Territorio de Paz (Uniamazonia, Octubre de 2016), Florencia, Caquetá.
- FREEMAN, M. A. (2010). The Measurement of Environmental and Resource (III) Values. Theory and Methods. Resources for the Future, Washington D.C.
- GONZALEZ, M. A. (2012) Pagos por Servicios Ambientales en la Lucha contra la Desertificación: Esquemas de Pagos por Servicios Ambientales. Editorial Académica Española.
- LABANDEIRA, X.; LEON, C. y VAZQUEZ, M. X. (2007). Economía Ambiental. Pearson educación SA, Madrid.
- MORTON, D.; SHIMABUKURO, E.; y ANDERSON, L.; FREITAS, R. y MORISETTE J. (2006). Cropland expansion changes deforestation dynamics in the southern Brazilian Amazon Proc. Natl. Acad. Sci USA.
- NACIONES UNIDAS. (2015). Objetivos de Desarrollo Sostenible. Asamblea General, 12 de agosto de 2015. Recuperado en: [www.un.org/es/comun/docs/?symbol=A/69/L.85](http://www.un.org/es/comun/docs/?symbol=A/69/L.85). NACIONES UNIDAS (2015).
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y ALIMENTACIÓN, FAO. (2013) Enfrentando el cambio climático a través de la ganadería: Una evaluación global de las emisiones y oportunidades de mitigación.
- PARDO, Yelly (2016). Valoración de la sostenibilidad en predios agropecuarios del piedemonte amazónico. Propuesta de tesis doctoral en Ciencias Naturales y Desarrollo Sustentable, Universidad de la Amazonia, Florencia Caquetá.
- PARDO, Yelly y ORJUELA, JOSÉ. (2016). Determinación de los Costos de Oportunidad del Uso del Suelo relativo al Servicio Ambiental Almacenamiento de Carbono en la microcuenca de la quebrada la Mono en Belén de los Andaquíes, Universidad de la Amazonia, Florencia, Caquetá.
- PARDO, Yelly y SANJINES, GIMMY (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. Florencia, Caquetá.
- PARDO, Yelly (2005). Valoración económica de predios agropecuarios en la zona de colonización del Caquetá. Tesis de magister en Economía del Ambiente y Recursos Naturales, Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia.

- PIERCE, JEFFREY, WEINER, RUTH y VESILIND, AARNE (2003). Environmental Pollution and Control. Environmental Engineering. Fourth edition, Butterworth Heinemann. USA.
- PETERS, M.; HERRERO, M.; FISHER, M.; KARL-HEINZ, E.; IDUPULAPATI, R.; GUNTUR, V.; CASTRO, A.; ARANGO, J.; CHARA, J.; MURGUEITIO, E. y SEARCHINGER, T. (2013). Challenges and opportunities for improvising eco-efficiency of tropical forage-based systems to mitigate greenhouse gas emissions. Centro Internacional de Agricultura CIAT, Cali, Colombia.
- RAMÍREZ, ALBERTO (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.
- ROJAS, FERNEY y SUAREZ, FABIOLA (2015). Pagos por servicios ambientales. Una experiencia innovadora. Seminario Internacional de Fiscalidad Ambiental, Universidad de la Amazonia, Florencia, Caquetá, Memorias Fiscalidad Ambiental: Avances y perspectivas en Colombia y el mundo ISBN 978-958-8770-41-3 Pag 90 – 97.
- SOMARRIBA, E.; CERDA, R.; OROZCO, L.; CIFUENTES, M.; DÁVILA, H.; ESPINA, T.; MAVISOY, H.; ÁVILA, G.; ALVARADO, E.; POVEDA, M.; ASTORGA, C.; SAYA, E. y DEHEUVELS, O. (2013). Carbon stocks and cocoa yields in agroforestry systems of Central América. Agriculture, Ecosystems and Environmental, Elsevier.
- TIERRA VIVA (2013). Plan de Manejo del Parque Municipal Natural Portal La Mono, Municipio Belén de los Andaquíes, Administración municipal, Caquetá, Colombia.
- WUNDER, SVEN; WERTZ-KANOUNNIKOFF, SHEILA; MORENO-SÁNCHEZ, ROCÍO; (2007). Pago por servicios ambientales: una nueva forma de conservar la biodiversidad. Gaceta Ecológica, julio-diciembre, 39-52.



## 2.8 SISTEMATIZACIÓN DE LA ESCUELA DE CAMPO DIRIGIDA A LOS PRODUCTORES Y PROPIETARIOS DE LAS TIERRAS DE BELEN DE LOS ANDAQUÍES

*Yelly Yamparli Pardo Rozo  
Parcival Peña Torres  
José Alfredo Orjuela Cháves*

El proyecto de investigación tuvo una duración de un año para su realización, demandó tres momentos de verdad con la población objeto de estudio: los propietarios de los sistemas productivos de la zona: Una jornada de sensibilización del proyecto (en la fase inicial), La realización del trabajo de campo (recolección de datos mediante técnica de encuesta); La socialización de los resultados del proyecto y los beneficios de la información para los productores (fase final)

Cada jornada se realizó empleando “Escuelas de Campo”, donde se utilizaron elementos pedagógicos lúdicos, talleres teórico – prácticos, dinámicas y recreación para la evaluación de las jornadas con premiación; se brindó refrigerios y almuerzos para los participantes del proyecto para garantizar la continuidad de la jornada en el transcurso del día.

### **DÍA DE ESCUELA DE CAMPO I**

**Jornada de sensibilización.** Esta se realizó en el mes de octubre de 2016 con la participación de 90 productores y algunos de sus familiares, quienes fueron convocados por medio de una invitación escrita y personalizada, en la cual se

presentaba el objetivo, el orden del día de la escuela de campo y la organización por parte de la Universidad de la Amazonia. Esta jornada fue desarrollada en la vereda Aguadulce en Belén de los Andaquíes Caquetá, en la finca “Amazonia” propiedad del productor Ever Castro, punto de encuentro para los participantes del proyecto.

Se desarrollaron las siguientes actividades: i) presentación de los investigadores y equipo de trabajo; ii) presentación del proyecto de investigación, objetivos y alcances; iii) charla sobre el calentamiento global, problemas ambientales y cambio climático, servicios ecosistémicos; iv) taller participativo sobre los principales problemas ambientales; v) taller práctico sobre la medición de carbono en plantaciones caucheras; vi) actividades lúdicas (concurso, juegos y premiación) sobre los temas impartidos en la comunidad. Se contó con el apoyo de CORPOICA, en cabeza del Coordinador Regional de Innovación y Desarrollo José Alfredo Orjuela Chaves y profesionales en los temas agropecuarios, ambientales con experiencia en el manejo con comunidades. En el siguiente registro fotográfico se observan los puntos en mención de la jornada.

*Figura 17 Presentación de los investigadores y equipo de trabajo.*





*Figura 18. Taller práctico sobre la medición de carbono en plantaciones caucheras.*



*Figura 19. Taller práctico sobre la medición de carbono en plantaciones caucheras.*



*Figura 20. Taller práctico sobre la medición de carbono en plantaciones caucheras.*



## **TRABAJO DE CAMPO: LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN**

Esta se realizó durante el primer semestre de 2017; con la participación de 4 investigadores que realizaron el trabajo de campo que demandó dos actividades: la primera fue la aplicación de encuesta dirigida a propietarios y productores de las tierras para la obtención de información socioeconómica y de los sistemas productivos; y segundo, el establecimiento de las parcelas temporales de muestreo para la dasometría, inventario florístico de la zona y estimación de biomasa total en componentes leñosos de coberturas boscosas, arboles dispersos en pasturas y en las plantaciones caucheras. A continuación se presenta el registro fotográfico:

## **DIA DE ESCUELA DE CAMPO 2. SOCIALIZACIÓN DE RESULTADOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

Esta se realizó en el mes de mayo de 2017 con la participación de 70 productores convocados por medio de una invitación escrita y personalizada, en la cual se presentaba el objetivo, el orden del día de la escuela de campo y la organización por parte de la Universidad de la Amazonia. Esta jornada fue desarrollada en la

vereda Aguadulce en Belén de los Andaquíes Caquetá, en la finca “Amazonia” propiedad del productor Ever Castro, punto de encuentro para los participantes del proyecto.

Se desarrollaron las siguientes actividades: i) presentación de los investigadores y equipo de trabajo; ii) presentación de los resultados del proyecto de investigación y el uso para los productores; iii) charla sobre los servicios ecosistémicos: protección de agua, almacenamiento de carbono y conservación de la biodiversidad; el impacto de los sistemas agropecuarios en el ambiente iv) taller participativo sobre el Manejo de Cuentas en sistemas agropecuarios; v) actividades lúdicas (concurso, juegos y premiación) sobre los temas impartidos en la comunidad. En el siguiente registro fotográfico se observan algunos puntos en mención de la jornada.

*Figura 21 Charla sobre los servicios ecosistémicos: protección de agua, almacenamiento de carbono y conservación de la biodiversidad; el impacto de los sistemas agropecuarios en el ambiente.*



*Figura 22 Charla sobre los servicios ecosistémicos: protección de agua, almacenamiento de carbono y conservación de la biodiversidad; el impacto de los sistemas agropecuarios en el ambiente.*



*Figura 23 Taller participativo sobre el Manejo de Cuentas en sistemas agropecuarios.*



*Figura 24 Taller participativo sobre el Manejo de Cuentas en sistemas agropecuarios.*



Figura 25. Formatos empleados para el taller:  
Identificación de Coberturas.



TALLER DE COSTOS DE OPORTUNIDAD DE USO DEL SUELO  
PRODUCTORES EN BELÉN DE LOS ANDAQUÍES

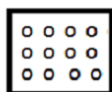
NOMBRES Y APELLIDOS DEL PRODUCTOR: \_\_\_\_\_

CONVENCIONES:

### DIBUJO LA FINCA



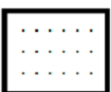
Pastos



Bosques



Cultivos



Potreros



Agua



Casa



Caminos



TENGO \_\_\_\_\_ HECTAREAS EN PASTURAS    TENGO \_\_\_\_\_ HA EN BOSQUES PRIMARIOS  
TENGO \_\_\_\_\_ HA EN PASTURAS MEJORADAS    TENGO \_\_\_\_\_ HA EN RASTROJOS  
TENGO \_\_\_\_\_ HA EN CULTIVOS    TENGO \_\_\_\_\_ HA EN POTREROS

*Figura 26. Formatos empleados para el taller.  
Productos de la finca: Agrícolas y forestales.*



TALLER DE COSTOS DE OPORTUNIDAD DE USO DEL SUELO  
PRODUCTORES EN BELÉN DE LOS ANDAQUÍES

NOMBRES Y APELLIDOS DEL PRODUCTOR: \_\_\_\_\_

### LO QUE PRODUCE LA FINCA

AGRÍCOLA Y FORESTAL (Marque con una X)

<b>Cultivo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Precio</b>	<b>Extensión</b>
<b>Nombre</b>	<b>kilos</b>	<b>(d - s - m)</b>	<b>\$ x kilo</b>	<b>Ha</b>
Cacao				
Yuca				
Plátano				
Caña				
Copoazú				
Arazá				
Piña				
Frutales				
Palma				
Caucho				

Figura 27. Formatos empleados para el taller.

*Producción Pecuaria.*



**LO QUE PRODUCE LA FINCA**

**PECUARIOS (Marque con una X)**

Productos	Cantidad	Precio	Tiempo	Utilidad
	Unidad	\$ unidad	(d - s - m)	Por unidad
Huevos				
Leche				
Panela				
Queso				
Carne pollo				
Carne cerdo				
Carne res				

Animales	Cantidad	Precio	Tiempo	Utilidad
Gallinas				
Pollos				
Peces – alevinos				
Cerdos				
Terneros				
Vacas				
Toros				
Cerdos				
Terneros				
Caballos				



*Figura 28 Actividades lúdicas (concurso, juegos y premiación) sobre los temas impartidos en la comunidad.*



*Figura 29 Actividades lúdicas (concurso, juegos y premiación) sobre los temas impartidos en la comunidad.*



Estos espacios con la comunidad de productores, permitió identificar las siguientes debilidades y fortalezas desde la perspectiva y experiencias de los mismos, frente al proyecto y los retos de la comunidad para materializar políticas de gestión ambiental que beneficien a los productores y al ambiente.

### **DEBILIDADES**

- La mayor parte de la población desconoce la problemática ambiental y los impactos que generan sus sistemas productivos.
- Se carece de programas eficientes que consoliden y fortalezcan las propuestas productivas, por el contrario los temas agropecuarios han disminuido su participación económica.
- Se desconocen las potencialidades de los recursos hídricos y paisajísticos en materia de política ambiental, caso concreto, el pago por servicios ambientales.
- No hay incentivos para una transición de sistemas agropecuarios tradicionales hacia prácticas y sistemas sostenibles de producción.
- No hay una organización fuerte por parte de los productores para liderar iniciativas.
- Alto índice de pobreza.
- Baja tecnificación en los sistemas productivos.
- Bajos niveles educativos frente al manejo contable y financiero de los sistemas productivos.

### **ASPECTOS POSITIVOS**

- -Existe disponibilidad por parte de los productores en participar en proyecto ambientales a través de sus tierras.
- -Las nuevas generaciones se están capacitando para administrar en el largo plazo el campo y los sistemas productivos inmersos.
- -Se demostró el gran potencial en materia de fuentes hídricas y almacenamiento de carbono.
- -Actitud positiva de la comunidad frente a las iniciativas por la conservación del medio ambiente y sus potencialidades económicas en el largo plazo.

## 2.9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En la zona de Belén de los Andaquíes así como en América Latina el mercado de tierras rurales presenta debilidades relacionadas con la concentración de la tierra, baja rentabilidad y productividad, derechos de propiedad poco definidos, elevado costo de las transacciones y la debilidad de las instituciones relacionadas con éste mercado, además de los problemas de contaminación e impactos ambientales en la zona rural y el desconocimiento del potencial económico que ofrecen los servicios ecosistémicos inmersos en los sistemas productivos.

Es así como problemas ambientales tales como la deforestación lícita e ilícita y los cambios del uso del suelo para la introducción de pasturas con fines ganaderos, han impactado fuertemente los suelos amazónicos y tales externalidades no son registradas en el mercado de tierras.

La Amazonia colombiana es una de las zonas en el mundo más privilegiadas en cuanto a biodiversidad, servicios ecosistémicos, riqueza hídrica, paisajística, cultural y un amplio potencial minero y energético. Sin embargo, la zona rural no se encuentra tecnificada por fenómenos socioeconómicos y políticos asociados al orden público, pobreza y corrupción, lo cual ha generado que los recursos naturales y ambientales se vean afectados por las formas de producción y consumo, las economías ilícita a nivel de cultivos, la sobreexplotación maderera y deterioro de ecosistemas estratégicos.

Colombia es el país con mayor tasa de deforestación, a un ritmo de 140.000 hectáreas por año, de acuerdo con el MADS (2014), donde el Caquetá presenta el primer puesto a nivel departamental con una contribución del 25% del total nacional de dicha deforestación. Las actividades agropecuarias tradicionales 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.

No obstante la política y gestión ambiental en el país, ha establecido orientaciones y mecanismos que las administraciones locales y comunidad en general pueden implementar para mitigar los impactos generados por las diferentes actividades económicas en las zonas rurales para preservar los bienes y servicios ambientales que caracterizan la principal ventaja comparativa en las selvas y llanuras amazónicas.

Los resultados de la investigación evidencian que los bosques, los servicios ecosistémicos y ambientales inmersos no inciden en el precio de la tierra, debido a que no se les concede un valor; de forma contraria, las actividades generadoras de alto impacto ambiental como la ganadería y agricultura tradicional afectan positivamente el precio de la tierra; sin embargo, esta situación en el largo plazo no es sostenible, degradará los ecosistemas, al punto de convertir las tierras, suelos y aguas en sistemas improductivos, lo que demuestra la necesidad de instaurar en el corto plazo medidas de política ambiental eficientes, que promuevan la valoración de estos servicios ambientales.

## LOS AUTORES



**YELLY YAMPARLI PARDO ROZO.** Candidata a PhD en Ciencias Naturales y Desarrollo Sustentable de la Universidad de la Amazonia, MSc en Economía del Ambiente y Recursos Naturales de la Universidad de los Andes, Administradora de Empresas de la Universidad de la Amazonia, Profesora titular Facultad de Ciencias Contables Económicas y Administrativa, Investigadora en el Grupo de Estudios de Futuro en el Mundo Amazónico GEMA.



**PARCIVAL PEÑA TORRES.** Estudiante de Doctorado en Gerencia y Política Educativa de la Universidad de Baja California, Magister en Administración Universidad de la Salle, Especialista en Administración y Dirección de Centros Educativos de la Universidad de la Sabana, Especialista en Finanzas de la Universidad del Valle y Licenciado en Administración y Supervisión educativa. Profesor titular Facultad de Ciencias Contables Económicas y Administrativa, Director en el Grupo de Estudios de Futuro en el Mundo Amazónico GEMA.



**JOSE ALFREDO ORJUELA CHÁVES.** Magister en Agroforestería de la Universidad de la Amazonia, Coordinador de Innovación Regional Caquetá AgroSavia Sede Florencia, Profesor asociado Universidad de la Amazonia Facultad de Ciencias Agropecuarias. Investigador Grupo de Investigación en Agroforestería de Desarrollo Rural GIADER.





Belén de los Andaquíes es uno de los territorios promisorios en el Caquetá dado su potencial ecoturístico y riqueza paisajística e hídrica. En el sector primario históricamente ha tenido una participación importante en la producción y experiencia en el manejo del cultivo de caucho, y en la actualidad la región busca la reactivación y posicionamiento de sistemas sostenibles de producción y el aprovechamiento de los servicios ambientales y ecosistémicos dada sus ventajas comparativas.

La Universidad de la Amazonia, en su labor investigativa y multidisciplinaria entre las facultades de ciencias agropecuarias y ciencias contables, económicas y administrativas, desarrolló esta investigación en sistemas productivos rurales para proporcionar el diagnóstico, la caracterización y el análisis de las variables socioeconómicas y ambientales de la zona de estudio en Belén de los Andaquíes y la interacción de estas variables para establecer una visión integrada y global sobre las oportunidades que tiene la región en materia de economía rural y el potencial de los servicios ambientales. Estos datos constituyen un documento insumo para la administración local en la formulación de política de desarrollo rural y de gestión ambiental.

Este libro es un referente conceptual y metodológico para realizar estudios sobre valoración ambiental y económica, medición de la vulnerabilidad económica, medición de carbono como servicio ecosistémico en coberturas.

