

¿Cuánto vale una reserva forestal?: el caso de El Robledal

Jorge Ruiz Linares* / Mauricio Díaz Lozano** / Françoise Rachez Tovar***

*A la memoria de nuestro gran amigo y compañero
Yerson Ricardo Mahecha Suárez.*

RESUMEN

Se presentan los resultados de valoración económica directa e indirecta de la Reserva Forestal Protectora El Robledal obtenidos a 2005. Esta reserva es un bosque andino seco y se encuentra ubicada en los municipios de Guachetá y Ráquira, departamentos de Cundinamarca y Boyacá, en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), con una elevación entre los 2.700 y los 3.200 MSNM y con una un área de 400,2 ha. Con base en una imagen satelital LANDSAT TM de 1994, se estima la cobertura boscosa de la reserva en tan solo 173 ha y se caracteriza el bosque en cuanto a estructura y composición a través del levantamiento aleatorio de 12 cuadrantes de 2 por 50 m. La especie leñosa dominante es el roble (*Quercus humboldtii* Bonpl.) Finalmente, se procedió a hallar los valores económicos de uso directo de subsistencia y productivo y de uso indirecto de los servicios ambientales establecidos para la investigación: valor económico de la

madera en pie, recolecta de madera y producción de carbón vegetal por la población aledaña a la reserva y finalmente del bosque como sumidero de carbono. Para tal fin se utilizaron metodologías de valoración económica tales como precios de mercado, valoración contingente, costes evitados o inducidos, basadas en costos y transferencia de beneficios. Se concluye que el valor más alto esta asociado con la madera en pie y el valor de subsistencia, producto de la tala de bosques para la producción ilegal de carbón vegetal, es insignificante y motivo de preocupación. Una recomendación de política es trasladar el ingreso derivado de los habitantes de la zona por el valor de subsistencia a la protección de la reserva. Por tratarse de una reserva forestal muy antigua y a la luz del desarrollo sostenible y el tiempo ecológico, este recurso debería tratarse como no renovable.

Palabras clave: economía ecológica, reserva forestal, leña, roble, servicios ambientales.

* Ph.D. en Recursos Naturales de la University of Connecticut, Storrs, CT, EUA. Investigador Asociado, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Profesor Asociado Maestría en Geografía, Convenio Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC) - Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). Correo electrónico: jvr5@georgetown.edu

** Economista. Instituto de los Seguros Sociales. Vicepresidencia Administrativa. Correo electrónico: mdiazl@iss.gov.co

*** Economista. Correo electrónico: francoiserachez@hotmail.com

Fecha de recepción: julio 10 de 2006.

Fecha de aprobación: octubre 10 de 2006.

HOW MUCH DOES A FOREST RESERVE COST?: THE CASE OF EL ROBLEDAL

ABSTRACT

The results of direct and indirect economic valuation in 2005 of the “El Robledal” Forest Reserve are presented. This reserve is an Andean dry forest, located in the Guacheta and Raquira counties, in the Departments of Cundinamarca and Boyaca, respectively, Colombia, within the jurisdiction of the CAR, the regional environmental protection agency. The reserve is between 2,700 and 3,200 MASL and an area of 400.2 ha. Based on a 1994 LANDSAT TM satellite image, we estimated the forest cover of the reserve in just 173 ha. The forest was characterized in structure and composition with 12 randomly established plots of 2 x 50 m. The dominant woody species is Oak (*Quercus humboldtii* Bonpl.). Finally, we proceeded to find the direct economic values of productivity and subsistence, as well as indirect values rendered from environmental services: the value of timber, the value derived from the collection of firewood and the production of charcoal by the population living around the reserve and the value rendered by carbon sequestration. For the above

purposes, economic valuation methods, such as market prices, contingent valuation, avoided or induced costs, based on transfer of benefits were used. It is concluded that the highest price is associated with the value of timber. The subsistence value, associated with illegal firewood collection and charcoal production is insignificant but also a subject of concern. A policy recommendation would be to transfer the subsistence value to the protection of the reserve. In light of sustainable development and ecological time, this resource should be considered non-renewable as it is a very old reserve.

Key Words: ecological economy, forest reserve, wood, oak, environmental services.

INTRODUCCIÓN

Parte del problema del uso no sostenible de los recursos naturales renovables por el hombre, radica en que hay un desconocimiento del valor de los mismos, así como de su tiempo de reposición. Si sabemos cuanto vale un recurso natural y cuanto se demora su reposición, entonces podemos invertir en su mantenimiento, protección o recuperación. Todas las anteriores medidas en dinero pueden ser insignificantes con una robusta valoración del recurso. Sin embargo, en ocasiones el problema es complejo pues se requiere conocer la demografía de una especie (Ruiz y Fandiño, 2005) o surge el reto de asignar un valor monetario a un valor cultural (Azqueta, 1994). Un problema adicional es el del acceso libre o acceso abierto a los recursos naturales (*Open-access resources problem* en inglés); en este sentido, los recursos naturales son de todos y cualquier persona puede explotar dicho recurso sin mayores restricciones, los beneficios los reciben unos cuantos pero los costos son repartidos a toda la sociedad (Salafsky, 1994).

La sociedad ha visto la imperiosa necesidad de adoptar una nueva visión frente al crecimiento y desarrollo económico. La respuesta a esta necesidad, ha sido la concepción de desarrollo sostenible. Desde un punto de vista económico, se define el desarrollo sostenible como el proceso que requiere que cada generación disfrute de una calidad mayor, en sus niveles de vida, que la de sus predecesores (Florin, 1998). El desarrollo sostenible, tiene como premisa el equilibrio entre la actividad económica, los sistemas biofísicos y la calidad de vida de la sociedad. Mantener ese equilibrio implica conocer y dar valor a los costos y efectos negativos, así como los beneficios, que se producen por la selección de las actividades económicas y los patrones de consumo relacionados con la biodiversidad biológica (De Alba y Reyes, 1998). Cobra especial importancia para la protección de los

recursos naturales la comprensión del tiempo ecológico. En otras palabras, cuanto se demora el recurso natural en recobrar su estado original.

Encontramos entonces un enfrentamiento de posiciones y discusión teórica por parte de los economistas; la economía convencional, o neoclásica, analiza sobre todo los precios, es, pues fundamentalmente crematística, y tiene una concepción metafísica de la realidad económica que funcionaría como un *perpetuum mobile* lubricado por el dinero (Martínez y Roca, 2001). Surge como respuesta a esta aproximación, la economía ecológica que busca acercar la ecología y la economía y se caracteriza por ser una transdisciplina (Costanza y O'Neill, 1996).

Es así que durante las últimas décadas, se han desarrollado diferentes técnicas y metodologías para conocer con mayor exactitud los valores económicos que poseen los recursos naturales, sin limitarse simplemente a un precio de mercado que en muchos de los casos son inapropiados para bienes y servicios que ni siquiera lo poseen. Existen muchos métodos de valoración ambiental tanto directa como indirecta, tales como el método de costes evitados o inducidos, método del coste de viaje, método de precios hedónicos, método de valoración contingente, método de transferencia de beneficios, método de costo-beneficio, método de precios de mercado, método basados en costos, entre otros (Martínez y Roca, 2001; Rozzi *et al.* 2001). En el presente estudio presentamos el caso de la Reserva Forestal Protectora El Robledal y como hay distintas formas de valorar esta reserva por sus árboles, pero más importante aun, por los servicios ambientales que esta presta. Para la valoración del bosque natural se hace necesario: primero, identificar la gran amplitud de valores asociados con él y no limitarse únicamente a la consideración de los más obvios; segundo, tener en cuenta la amplia gama de metodologías para su valoración y tercero, la necesidad de combinar diversos

métodos para la valoración económica total del bosque natural (Navas, 1998). Esto debido a que la mayoría de los bosques tienen más de un valor, ya que del bosque se proveen productos como maderables y no maderables además de servicios ambientales, incluida la biodiversidad (Pilz *et al.*, 1998). Ilustramos como el problema del libre acceso se presenta en la producción ilegal de carbón vegetal. Para este último caso el productor de carbón asume una materia prima gratis sin considerar sus externalidades (Luoga *et al.*, 2000). Como veremos más adelante, el valor de subsistencia se encuentra ligado al problema de libre acceso a la Reserva Forestal El Robledal, tanto para sustraer sus productos maderables como para cultivar dentro de su jurisdicción. La libre e indiscriminada utilización de los recursos naturales, deriva en elevados perjuicios para la sociedad en general, pues como en el caso de la reserva El Robledal, al menos en el corto plazo, estos recursos son irremplazables.

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La Reserva Forestal El Robledal está ubicada entre los 5° 27' a 5°29' de latitud norte y entre los 73° 39' a 73° 43' de longitud oeste, respecto del meridiano de Greenwich, en los municipios de Guachetá y Ráquira, en los departamentos de Cundinamarca y Boyacá respectivamente (Figura 1). La reserva se encuentra totalmente en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR). La reserva está ubicada altitudinalmente entre los 2,700 y los 3,200 msnm. Cuenta con un área de 400,2 ha con relieve ondulado y quebrado, con suelos erosionados en distintas zonas. Pertenece a la fisonomía de suelos de montaña, cuya característica es su clima frío seco (IGAC y Orstom, 1984). El uso del suelo por parte de los habitantes de la zona, es principalmente para fines agrícolas y en menor medida pastoreo.

Existe una estación meteorológica del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) de primer orden, ubicada en la Isla de San-

tuario en la Laguna de Fúquene, municipio de Fúquene, instalada en el año de 1942, a una altitud de 2.580 metros sobre el nivel del mar (Tabla 1).

TABLA 1. INDICADORES METEOROLÓGICOS DE LA ESTACIÓN DE PRIMER ORDEN DEL INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES EN LA ISLA DE SANTUARIO, LAGUNA DE FÚQUENE, LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA MÁS CERCANA A LA RESERVA FORESTAL EL ROBLEDAL.

Indicador	Valor
Precipitación anual	1,082.3 mm
Evaporación	1,179.9 mm
Temperatura	14,55 °C
Humedad Relativa	78%

Por lo anterior y en virtud de la flora que se presenta más adelante, se puede clasificar el bosque de la reserva en como seco andino. De este bioma quedan en los Andes colombianos menos del tres por ciento de su cobertura original (Rodríguez *et al.*, 2005).

En cuanto a las cuencas hidrográficas en la zona, se pudo determinar que existen varias quebradas pequeñas, que se originan en la reserva forestal, las cuales forman los ríos Dulce y Salado. Estos ríos son los que abastecen los acueductos rural y urbano para el municipio de Ráquira. Las Reservas Forestales Protectoras, como El Robledal, por lo regular corresponden a microcuencas y se han creado especialmente para proteger y conservar áreas que abastecen de agua potable a acueductos urbanos y veredales y en menor cantidad, para proteger embalses con fines energéticos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se obtuvo una imagen satelital del sensor LANDSAT Thematic Mapper (TM) de camino y fila 8-57 de 1994, del área de estudio (Figura No. 1). Enseguida se adelantó la digitalización en ArcView 3.2 de la Re-

serva Forestal El Robledal con cobertura boscosa, la cual se puede distinguir fácilmente de los potreros circundantes.

El siguiente paso fue levantar aleatoriamente 12 cuadrantes de 2 por 50 m, o 0.01 ha para un total de 0.12 ha, siguiendo el protocolo propuesto por Gentry (1982). Esta metodología ha sido ampliamente utilizada en bosques neotropicales (Phillips y Raven, 1996; Álvarez *et al.*, 2004) por ejemplo en Colombia por Mendoza (1999) y Ruiz y colaboradores (2005). Siguiendo una trocha que atraviesa la reserva, cada 75 m se levantaba un cuadrante a 25 m de la trocha, intercambiando costado. Se extiende un decámetro de 50 metros y toda la flora leñosa viva con un diámetro a la altura del pecho (DAP) o a una altura de 1.3 m del piso, de al menos una pulgada o > 2.5 cm se incluye en el cuadrante. La altura de los individuos se estimó visualmente y según el caso, se anotaron los fustes por individuo. En resumen, para cada cuadrante se levantó una hoja de campo con el nombre vernacular del individuo, número de fustes, y medidas de DAP y altura. Estos datos fueron luego transcritos a Excel para calcular estadísticas como media, desviación estándar y frecuencia relativa. Esta caracterización del bosque arroja información en cuanto a su estructura y composición de especies leñosas. Luego se construyó una matriz del número de especies presentes por cuadrante. Luego, en el programa Estimates 7.5 (Colwell, 2005) se calcula la curva de esfuerzo muestral Vs. especies encontradas. Como se anotará más adelante, tan solo se encontró una especie maderable, el roble, por lo tanto, esta es la única que se utiliza para el valor económico de la madera en pie que aparece a continuación.

ESTIMACIÓN DEL VALOR ECONÓMICO DE LA MADERA EN PIE

El roble es una especie cuya madera ha sido clasificada como muy valiosa, de alta calidad en mueblería, pisos, enchapes, construcciones y estructuras, entre

otros; permitiendo los mayores precios de venta (Devia, 2001). No obstante, su explotación se encuentra prohibida, mediante veda establecida a través de la resolución número 096 del 20 de enero de 2006 (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2006).

Una rastra es un bloque de madera con unas dimensiones de 15 por 30 cm y tres metros de largo. Se tomaron los individuos de roble en capacidad de suministrar como mínimo dos rastras, es decir, aquellos que cuentan con un DAP de 35 cm o más. De éstos individuos se calculó que 2/3 partes de su altura es utilizable, teniendo en cuenta que 1/3 parte aproximadamente corresponde al tronco con menos de 15 cm, hojas y ramas que no son utilizadas, por no cumplir con las dimensiones mínimas. Este cálculo es conservador ya que muchos árboles pueden proporcionar rastras de más de tres metros, así como los individuos de roble con menos de 35 cm que pueden proporcionar al menos una rastra, los cuales no fueron incluidos. Con la cantidad de individuos aptos para suministrar rastras halladas en el área muestreada, aplicando una regla de tres simple, se estimó el rango promedio de rastras que potencialmente proporcionará la Reserva Forestal El Robledal. Finalmente, se multiplica el número de rastras por el precio que asigna Devia (2001), trasladándolo a precios en dólares al 2004, a cada una de ellas, para obtener el valor económico de la madera en pie según la siguiente fórmula:

$$\text{VEMP} = (\text{QminR} \text{ ó } \text{QmaxR}) * \text{USD VR (2004)}$$

Donde:

- VEMP: Valor económico de la madera en pie
- QminR: Cantidad mínima de rastras estimadas para la Reserva Forestal El Robledal.
- QmaxR: Cantidad máxima de rastras estimadas para la Reserva Forestal El Robledal.
- USD VR: Valor en dólares americanos (USD) asigna-

do a rastra de madera muy valiosa (bloques de madera de dimensiones 15 por 30 cm y de tres metros).

$$Q_{\min R} \text{ ó } Q_{\max R} = (\text{Media } \pm 1 \text{ desviación estándar}) * EIAR$$

Donde:

EIAR: Estimado de individuos aptos para suministrar rastras.

$$EIAR = (hPB * IARhE) * hE$$

hPB: Hectáreas de bosque en la reserva

IARhE: Individuos de roble aptos estructuralmente para suministrar rastras en las hectáreas estudiadas

hE: Hectáreas estudiadas

ESTIMACIÓN DEL VALOR ECONÓMICO DE SUBSISTENCIA

Como se mencionó antes, el libre acceso es uno de los problemas más frecuentes con relación a los recursos naturales, en la Reserva Forestal El Robledal. Se observó que las personas que viven en cercanías a la misma, utilizan la tierra para cultivo pero principalmente el recurso maderero, incluso la fina madera del Roble, para trasformarlo en leña y/o carbón vegetal.

Una de las herramientas básicas utilizadas para hallar éste valor económico, fue la aplicación de encuestas en la zona, sin embargo, es importante aclarar que la información obtenida presenta un sesgo de veracidad significativo, ya que las personas que habitan en cercanías de la reserva y que utilizan sus recursos, no están dispuestas a admitirlo.

Producto de la observación directa en cercanías a la Reserva Forestal El Robledal, se observó que en algu-

nas viviendas se han improvisado hornos para convertir leña en carbón de leña. Según información del guía un bulto de 40 kilogramos de carbón de leña tiene un costo de \$5.000 y para obtenerla se utilizan aproximadamente 100 kilogramos de leña, o sea un kilo de leña vale \$50 (Figura 2). Con esta información, se tomaron los datos de utilización aportados por los entrevistados, se hallaron la media y la desviación estándar, teniendo en cuenta únicamente aquellas familias que aceptaron utilizar, es decir únicamente seis, con el fin de neutralizar el sesgo de veracidad en las respuestas. Este sesgo se detectó durante las visitas, ya que se observó y se halló evidencia de que todas las familias toman leña de la Reserva Forestal El Robledal. Algunas la utilizan para combustible, otras adicionalmente para la producción de carbón de leña. Si se toma la muestra total, se verá afectada la media, obteniendo un dato demasiado bajo y por las razones expuestas lejos de la realidad. El valor económico de subsistencia, se calculó de la siguiente manera:

$$VESM = (\text{Mín ó Max RKL}) * VKL * CI$$

Donde:

VESM: Valor económico de subsistencia mensual

RKL: Rango kilogramos de leña por casa

VKL: Valor kilogramo de leña

CI: Casas incluidas

El VESM, se obtuvo multiplicando el número de kilos de leña mínimo o máximo, por el precio del kilo \$50. Se decidió calcular de esta forma el VESM y no teniendo en cuenta los valores dados por las personas encuestadas, ya que cada una le asigna valores subjetivos a los recursos, dependiendo de las diferentes variables que los afectan en la obtención de los mismos. "Cada individuo atribuye a cada unidad monetaria valores distintos de acuerdo a su nivel de educación, ingreso, entre otros" (Jaramillo y Zaruma, 2002). El problema de la subjetividad se convierte en un obstáculo para el manejo unificado de los datos,

de allí que en ejercicios de valoración económica se presenten sesgos que deben tratar de ser superados con las herramientas e información disponibles. Finalmente, el valor mínimo o máximo obtenido por casa, se multiplica por el número de viviendas que se encuentran dentro del rango establecido, tres km alrededor de la Reserva Forestal El Robledal, resultando en 32 casas con este criterio. El criterio de tres km creemos es representativo de la mayoría de pobladores que viven alrededor de la reserva que sacan algún provecho de la misma en términos de recursos maderables.

VALOR ECONÓMICO POR SECUESTRO DE CARBONO

Para hallar el valor económico del bosque como sumidero de carbono en la Reserva Forestal El Robledal, se optó por la metodología transferencia de beneficios, para lo cual se revisaron y evaluaron estudios que hallaron éste valor económico en América Latina (Terán, 2000; Gutiérrez y Lopera, 2001; Jager *et al.* 2001; Jaramillo y Zaruma, 2002; Sención, 2002); en bosques con similares características al de la Reserva Forestal El Robledal. Se encontró que el sitio de estudio con mayor similitud a El Robledal es un área de bosque en Ecuador (Jaramillo y Zaruma, 2002). Estos autores, hallaron el valor económico como sumidero de carbono del área boscosa antes descrita, determinando que el mismo equivale a USD \$20 hectárea por año.

Para determinar el porcentaje de área boscosa que realmente cumple las condiciones biológicas para secuestrar carbono, se escogieron como individuos aptos aquellos que contaran con un DAP menor a 32 cm. Lo anterior en razón a que los árboles en crecimiento son los que en mayor medida cumplen con esta función.

El valor económico como sumidero de carbono en la Reserva Forestal el Robledal (Tabla 4), fue hallado de la siguiente forma:

$$\text{VESC} = \text{Vha/año1} * \text{ha.}$$

Dónde:

VESC: Valor económico sumidero de carbono de la Reserva Forestal El Robledal

Vr.ha/año1: Valor hectárea / año hallado en sitio de estudio

ha: Número de hectáreas aptas en sitio de intervención

Resultados

La imagen satelital permitió establecer la existencia de dos zonas con cobertura boscosa que sumadas cubren un área de 173 ha (Figura 1). A pesar de la existencia de algunos relictos menores y asumiendo que las 400 ha originales todas fueran con cobertura boscosa, se puede inferir entonces que menos de la mitad de la reserva cuenta con bosque, en relación con la cobertura original. Lamentablemente no existe un mapa información sobre uso y cobertura en la zona en el momento en que fue declarada la reserva.

Se censaron un total de 189 individuos y se encontraron quince especies en la reserva, siendo la especie dominante el Roble (*Quercus humboldtii* Bonpl.) reportando la mayor frecuencia relativa con 43% de los individuos censados; de las 14 especies restantes ninguna es maderable (Tabla 2). El DAP para el total de individuos fue de 13.52 cm. No obstante, si se eliminaran los robles, este bajaría sustancialmente. En efecto, tan solo los robles cumplieron con el criterio de inclusión de A pesar de no haber logrado llegar a la asíntota de esfuerzo muestral versus especies encontradas, confiamos en que los resultados obtenidos son suficientes en la caracterización de la composición de la reserva (Figura 3) dada la dominancia del roble en este bosque (Tabla 2), para el cálculo de los valores obtenidos, en particular del valor de la madera en pie.

TABLA 2. ESPECIES LEÑOSAS CON DIÁMETRO A LA ALTURA DEL PECHO (DAP) >2.5 CM ENCONTRADOS EN 189 INDIVIDUOS EN 12 CUADRANTES DE 2 POR 50 M (0.12 HA), DE LA RESERVA FORESTAL EL ROBLEDAL, NOMBRE VERNACULAR, NOMBRE CIENTÍFICO SEGÚN LA BASE DE DATOS DEL MISSOURI BOTANICAL GARDEN (2006) Y FRECUENCIA RELATIVA.

Nombre vernacular	Familia	Especie	Frecuencia Relativa
Roble	Bignoniaceae	<i>Quercus humboldtii</i> Bonpl.	43,4
Color	Theaceae	<i>Ternstroemia meridionalis</i> Mutis ex L. f.	12,7
Gaque	Clusiaceae	<i>Clusia</i> sp.	7,9
Higuerón	Araliaceae	<i>Schefflera</i> sp.	7,4
Encenillo	Cunoniaceae	<i>Weinmannia tomentosa</i> L. f.	6,3
Palo de Peña	Lauraceae	<i>Persea</i> sp.	5,3
Cucharo	Myrsinaceae	<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	4,8
Payo	Myrtaceae	Indeterminado	4,8
Agraz	Ericaceae	<i>Vaccinium meridionale</i> Sw.	2,6
Guaswin	Asteraceae	<i>Pentacalia corymbosa</i> (Benth.) Cuatrec.	1,1
Jarillo	Asteraceae	<i>Verbesina</i> sp.	1,1
Uva Camarona	Ericaceae	<i>Thibaudia floribunda</i> Kunth	1,1
Rosquete	Ericaceae	<i>Bejaria resinosa</i> Mutis ex L. f.	0,5
Siete Cueros	Solanaceae	<i>Cestrum</i> sp.	0,5
Tuno	Melastomataceae	<i>Miconia squamulosa</i> (H. Karst. ex Triana) Triana	0,5
TOTAL			100,0

VALOR ECONÓMICO DE LA MADERA EN PIE

Los robles en la Reserva El Robledal son de gran envergadura, con una altura promedio de 42.93 metros y un DAP de 25.4 cm. Se encontró que los 12 cuadrantes de 2 por 50 metros, suministrarían en total 35 robles que cumplieron con el DAP mayor o igual a 35 cm, los cuales permitirían el aprovechamiento de 145 rastras. La media de rastras de ésta población por roble es de 8 y la desviación estándar de 3.4, con estas medidas se calculó una cantidad mínima y una máxima de rastras en los robles a encontrarse en las 173 ha de la reserva con cobertura boscosa, asumiendo que los 12 cuadrantes fueran representativos de la misma (Tabla 3).

El valor económico de la madera en pie, es el de mayor cuantía dentro de los valores hallados, esto se debe principalmente a que este valor hace referencia al Roble, que es una especie maderable de elevado valor comercial y además a que esta cifra no tiene continuidad en el tiempo, una vez comercializada la madera, ya no es posible acceder nuevamente a ella en el corto plazo y difícilmente en el mediano.

El valor económico de subsistencia refleja la degradación del sitio, en busca de una mínima retribución económica. Los habitantes de la zona talan y queman las especies leñosas, en particular el Roble como combustible y para la obtención de carbón vegetal.

TABLA 3. VALOR ECONÓMICO DE LA MADERA EN PIE RESERVA FORESTAL EL ROBLEDAL, USD EQUIVALE A DÓLAR AMERICANO.

Rango Promedio de Rastras por Individuo		ELAR	Rango Promedio de Rastras Total		VR (USD) (2001) (*)	VR (USD) (2004) (**)	Rango Promedio de Valor Económico Madera en Pie USD (2004)		Rango Promedio de Valor Económico Madera en Pie Miles de Pesos colombianos COP (2005) (***)	
Qmin	Qmax		Qmin	Qmax			Qmin	Qmax	Qmin	Qmax
5	11	25,950	119,370	295,830	USD 18.6	USD 19.8	USD 2,366,821	USD 5,865,599	\$ 5,531,449	\$ 13,708,373

(*) Valor asignado a rastra de madera muy valiosa (bloques de madera de dimensiones 15 X 30 cm X 3 metros) (Devia, 2001)
 (**) Dólares de 2004 aplicando inflación período 2001 - 2004
 (***) El valor en pesos se halla convirtiendo a pesos con la Tasa Representativa del Mercado (TRM) del 05 de mayo de 2005, certificada por el Banco de la República

TABLA 4. VALOR ECONÓMICO DE SUBSISTENCIA RESERVA FORESTAL EL ROBLEDAL.

Rango kg de leña por Casa		Valor kg de Leña	Rango Valor Económico de Subsistencia Mensual	
Min	Max		Min	Max
4	241	\$ 50	\$ 6.400	\$ 385.600

TABLA 5. VALOR ECONÓMICO SUMIDERO DE CARBONO DE LA RESERVA FORESTAL EL ROBLEDAL.

Vr. ha/año1 (2002)	Vr. ha/año1 (2004) (*)	Ha	Dólares Americanos USD \$*	Pesos colombianos COP\$**
USD 20	USD 21	151	USD 3.020	\$ 7.057.982

(*) Se incrementó en el porcentaje de inflación de Estados Unidos para los años 2002, 2003 y 2004
 (**) Valor en pesos hallado con la TRM del 05 de mayo de 2005, certificada por el Banco de la República

El valor económico del bosque como sumidero de carbono, es un valor anual que en principio se puede ver bajo, se puede explicar esto a que en la medida en que transcurra el tiempo y reservas de éste tipo sean degradadas, su valor cobrará importancia. Además los mercados para este tipo de servicio específico, son relativamente nuevos y manejados por los países desarrollados, a los que poco interesa que éste tipo de recursos eleven su precio, pues son los que en mayor medida los demandan.

A continuación se presenta la tabla de resultados, con el total de los valores económicos hallados en la reserva, objeto de la presente investigación, Tabla 6. El valor económico total a 50 años, se establece como un mínimo, entre otras razones, porque después de identificados los valores económicos en la Reserva Forestal El Robledal, se decidió hallar tan solo los antes descritos, por la limitación de recursos financieros y humanos

TABLA 6. RESUMEN GENERAL DE LOS VALORES ECONÓMICOS HALLADOS EN LA RESERVA FORESTAL EL ROBLEDAL: MADERA EN PIE, LEÑA, CARBÓN DE LEÑA Y SUMIDERO DE CARBONO.

Valor Económico	Rango Valor Monetario en USD		Período	Valor año en miles de pesos colombianos		Proyección a 50 años en miles de pesos
	Mínimo	Máximo		Mínimo	Máximo	
Madera en pie	2,366,821	5,865,599	Una vez	5,536,135	13,719,988	13,719,987
Subsistencia (leña y carbón)	3	165	Mensual	77	4,627	231,360
Sumidero de carbono	3,020	3,020	Anual	7,064	7,064	353,198
TOTAL						14,304,545

DISCUSIÓN

El aporte ambiental del roble y la extendida desaparición de estos bosques, ha llevado a que la normatividad en Colombia, prohíba su explotación, el valor económico de la madera en pie, refleja que además de esto, es una madera con alta aceptación comercial, sin embargo, es más valioso mantener el bosque nativo que vender su madera. En efecto, una de las mayores falencias del presente estudio es no haber abordado, por el tiempo y los recursos requeridos, el valor del servicio ambiental del agua prestada por la reserva. En otras palabras y suponiendo que la reserva forestal desapareciera en su totalidad: ¿cuánto valdría traer de otra fuente, la laguna de Fúquene por ejemplo, el agua para alimentar los acueductos urbanos y rurales de Ráquira?

La percepción general y la conclusión más importante, es que la Reserva Forestal El Robledal, a pesar de ser un área protegida por mandato legal, no cuenta con una mínima protección por parte de la CAR ni la de los municipios de Guachetá y Ráquira para su protección, manutención y recuperación. Se observa que falta presencia del municipio y de la CAR en la zona, por ejemplo, no existe aviso alguno que explique los servicios ambientales que ofrece la Reserva Forestal El

Robledal y la necesidad de cuidarla. Al no existir control alguno, se presenta principalmente un indiscriminado problema de tala continua para postes de cerca, extracción de leña y producción de carbón vegetal, que contribuye a la desaparición de la reserva.

La utilización de los recursos que brinda la Reserva Forestal El Robledal por parte de las personas, obedece a un problema de índole económico y educativo. Por un lado, las pocas fuentes de empleo con que cuentan, los obliga a buscar sustento con lo poco disponible que tienen a su alrededor. Por otro lado, no hay una educación ambiental que contribuya a valorar la reserva. Adicionalmente, la zona basa su economía en la manufactura de artesanía de barro, para lo cual, funcionan con carbón los hornos empleados. Esto conlleva a que la cobertura boscosa se haya visto afectada por la demanda de carbón, posiblemente desde tiempos precolombinos. Es evidente como en la zona, a excepción de la Reserva El Robledal, la cobertura boscosa ha desaparecido casi en su totalidad y los pocos relictos que quedan muestran señas de alta intervención. Este fenómeno se ha visto acelerado por el incremento del precio del carbón mineral.

Se confirma lo planteado en la teoría de la economía ecológica, las personas vecinas a la Reserva Forestal

en su mayoría, consideran que los bienes y servicios que brinda la naturaleza pueden ser utilizados de manera indiscriminada, sobre todo si existe el libre acceso a ellos, como ocurre en la Reserva Forestal El Robledal. No existe una cultura ambiental, que instruya a las personas sobre el grave riesgo y daño a futuro que se genera cuando los recursos naturales son vistos como inagotables y a los cuales, a simple vista no se les otorga ningún valor. Observando el valor económico de subsistencia, se recomienda a la CAR y al municipio, proporcionar los elementos necesarios para reemplazar el uso de leña ó carbón vegetal tomados de la Reserva Forestal El Robledal. Desde nuestro punto de vista resulta menos oneroso regalar las estufas y el gas que permitir la degradación total de la Reserva Forestal El Robledal. Adicionalmente, el muy reducido valor de subsistencia asociado a la explotación ilegal del carbón vegetal, hace pensar que es recomendable desde el punto de vista de política ambiental municipal y regional, que los habitantes de la zona reciban este ingreso pero por la protección del bosque para asegurar a largo plazo los servicios ambientales que este presta, en particular, el agua. Alternativamente, se podría buscar que los usuarios del acueducto pagaran un excedente por el cuidado de la reserva. Si bien Carriazo y colaboradores (2002) encontraron que en promedio, las personas están dispuestas a pagar \$ 4.700 mensuales por asegurar un buen estado de conservación de los recursos de la cuenca en su estudio, un asunto

muy distinto es cuanto efectivamente pagarían en su recibo mensual de acueducto.

Finalmente, una consideración adicional es el tiempo ecológico por el daño a la reserva. Es evidente por las características estructurales del Roble, que se trata de un bosque muy viejo. El aprovechamiento del mismo implica que su reposición puede demorarse fácilmente más de dos generaciones para lograr una estructura comparable. Un asunto muy distinto y mucho más demorado es lograr la composición de especies leñosas que hoy exhibe la reserva. Lo anterior sugiere que esta se debería tratar económicamente como un recurso no renovable, en lugar del comúnmente utilizado renovable para los recursos forestales. Es inapropiado abordar el desarrollo sostenible si no se tiene una clara implicación del tiempo ecológico.

AGRADECIMIENTOS

A Antonio Buitrago de Ráquira, por guiarnos en la reserva y compartir con nosotros su conocimiento de las especies leñosas de la Reserva Forestal El Robledal.

A Omar Jaramillo, quien nos suministró la imagen satelital utilizada en la investigación.

A dos evaluadores anónimos del presente artículo por sus sugerencias y correcciones.

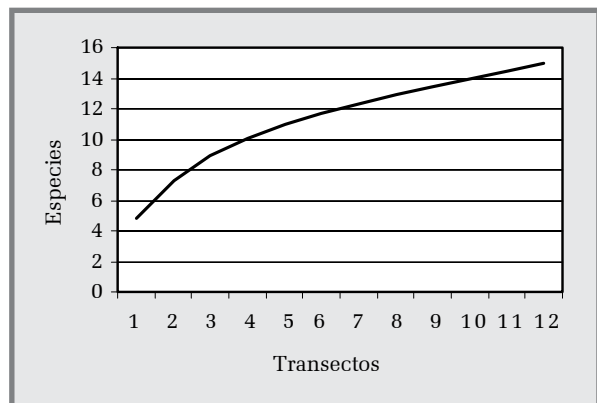
FIGURA 1. UBICACIÓN DE LOS DEPARTAMENTOS DE CUNDINAMARCA Y BOYACÁ, LOS MUNICIPIOS DE GUACHETÁ Y RÁQUIRA Y PORCIÓN DE IMAGEN DEL SATÉLITE LANDSAT TM 8-57 DE 1994 CON EL DETALLE DE LAS ZONAS CON COBERTURA BOSCOSA EN LA RESERVA FORESTAL PROTECTORA EL ROBLEDAL.



FIGURA 2. EXPLOTACIÓN DE LEÑA Y CARBÓN VEGETAL EN LA RESERVA FORESTAL EL ROBLEDAL.



FIGURA 3. CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES LEÑOSAS >2,5 CM DIÁMETRO A LA ALTURA DEL PECHO (DAP) Vs. ESFUERZO MUESTRAL EN 12 CUADRANTES DE 2 POR 50 M, RESERVA FORESTAL EL ROBLEDAL.



BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, M. *et al.* "Manual de métodos para desarrollo de inventarios de la biodiversidad". *Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Programa de Inventarios de Biodiversidad.* Grupo de Exploración y Monitoreo Ambiental GEMA. 2004.
- Azqueta, D., *Valoración Económica de la Calidad Ambiental.* Aravaca: McGraw Hill, 1994.
- Carriazo, F.; Uribe, E. y Goyoneche, F. *Diseño metodológico y valoración preliminar de los bienes y servicios ambientales generados por los ecosistemas de alta montaña de la cordillera central en los departamentos de Valle del Cauca, Tolima, Caldas y Quindío.* Bogotá: Universidad de Los Andes, Centro de Estudios de Desarrollo Económico CEDE. 2002
- Clavijo, C. *Plan de Manejo de la Reserva Forestal Protectora El Robledal.* Bogotá, D.C., Colombia, Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, 1996.
- Colwell, R. *EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 7.5. User's Guide and application.* 2005 <<http://purl.oclc.org/estimates>>
- Costanza, R. y O'Neill, R. "Introduction: Ecological Economics and Sustainability", *Ecological Applications* 6. (1996): 975-977.
- De Alba, E. y Reyes, M. "Valoración Económica de los Recursos Biológicos del País", *Comisión Nacional Para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, La Diversidad Biológica De México: Estudio de País, México,* 1998.
- Devia, C. *Valoración de la Madera en Pie. Una Alternativa para el Manejo Adecuado de los Recursos Forestales,* Bogotá, Colombia, Instituto de Estudios Ambientales para el Desarrollo – IDEADE, 2001.
- Florin, R., *Economía del Medio Ambiente en América Latina,* México: Alfaomega, 1998.
- Gentry, A. H. 1982. Patterns of Neotropical plant species diversity. *Evolutionary Biology* 15. (1982):1-84.
- Gutierrez, V. y Lopera, G. *Valoración Económica de la Fijación de Carbono en Plantaciones Tropicales de Pinus patula.* Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2001.
- IGAC y Orstom. *Estudio Regional Integrado del Altiplano cundiboyacense. Estudio General de Suelos. Escala 1:200.000,* Bogotá, Colombia, 1984.
- Jager, M.; Fernández, J.; Cajal, J.; Burkart, J. y Riegelhaupt, E. *Consultoría sobre valoración económica de los bosques, revisión, evaluación, propuestas.* Fundación para la Conservación de las Especies y el Medio Ambiente (FUCEMA), Buenos Aires, 2001.
- Jaramillo, G. y Zaruma, J. *Catastro y valoración de la vegetación nativa protectora: Dudas, Mazar, Llavircay, Pálpito y Juval, inscrita en la parroquia Rivera,* Ecuador, 2002.
- Luoga, E.; Witkowski, E. y Balkwill, K. "Economics of charcoal production in miombo woodlands of eastern Tanzania: some hidden costs associated with commercialization of the resources" *Ecological Economics* 35. (2000): 243-257.
- Martínez, J. y Roca J. *Economía Ecológica y Política Ambiental,* México: Fondo de Cultura Económica, 2001.
- Mendoza, C. "Estructura y riqueza florística del bosque seco tropical en la región Caribe y el vale del Río Magdalena, Colombia". *Caldasia* 21. (1999): 70-94.

- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. *Resolución 096*, Bogotá, 2006
- Missouri Botanical Garden. *w³ tropicos, 2006*.
<<http://mobot.mobot.org/W3T/Search/vast.html>>
- Munasinghe, M. *Environmental economics and natural resource management in developing countries*. Washington: Banco Mundial.
- Navas, Y., "Medio siglo con la naturaleza". *Colombia Forestal*. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 1998.
- Phillips, O. y Raven, P. "A strategy for sampling Neotropical forests". Gibson, A. (Ed.) *Neotropical biodiversity and conservation. Occasional Publications of the Milred E. Mathias Botanical Garden*. Los Angeles, (1996): 141-165.
- Pilz, D, Brodie, A. y Molina, R. "Relative value of Chanterelles and timber as commercial forest products" *Ambio Special Report 9*. (1998): 14-16.
- Rozzi, R.; Primack, R. y Massardo, F. "Valoración de la biodiversidad" y "Valoración económica indirecta" *Fundamentos de conservación biológica, Perspectivas Latinoamericanas. Capítulo VIII: 255-290, Capítulo IX: 291-310*. México: Fondo de Cultura Económica, 2001.
- Rodríguez, N., *et al.* "Corredor nororiental de robles: indicadores de estado de la biodiversidad, factores antrópicos asociados y áreas prioritarias de conservación". *Instituto de Investigación Alexander von Humboldt. Indicadores de Seguimiento y Evaluación de la Política de Biodiversidad 4*, 2005.
- Ruiz, J. y Fandiño M. "Una aproximación a la economía ecológica", *Equidad y Desarrollo 3* (2005):71-76.
- - -. Chazdon, R. "Vegetation Structure, Composition, and Species Richness Across a 56-year Chronosequence of Dry Tropical Forest on Providencia Island, Colombia". *Biotropica 37* (2005): 520-530.
- Salafsky, N. "Ecological limits and opportunities for community-based conservation". *Natural connections*. Washington: Island Press (1994): 448-471.
- Sención G. *Valoración Económica de un Ecosistema: Bosque Tropical Petén, Guatemala*. Uruguay: Universidad de la República, 2002.
- Terán, J. *Administración de los Servicios Ambientales Provenientes de los Bosques Naturales en Bolivia*, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Oficina Regional para América Latina y el Caribe, Santiago de Chile, Chile, 2000.