



Valoración económica de los impactos ambientales seleccionados del cuabal en la Reserva Ecológica La Coca, La Habana, Cuba Economic valuation of the most relevant environmental impacts on the Ecological Reserve La Coca, Havana, Cuba

Hakna Ferro Azcona^{1*}, Gloria Gómez País² y Pedro Herrera³

Palabras clave: cuabal, valoración económica, impactos ambientales, costos

Keywords: cuabal, economic valuation, environmental impacts, costs

Recibido: 27/02/2011

Aceptado: 05/08/2011

RESUMEN

Escasos antecedentes existen en Cuba de investigaciones relacionadas con la valoración económica ambiental de impactos lo cual impide contar con criterios de eficiencia económica que faciliten la gestión ambiental. Este trabajo se desarrolló en la Reserva Ecológica Manejada "La Coca" donde se analizaron y valoraron económicamente los impactos ambientales más significativos como consecuencia del desarrollo de actividades económicas que afectan a la principal formación vegetal del área: el matorral xeromorfo sobre serpentinita (cuabal). Se identificaron algunas de las funciones ambientales de la flora del cuabal fundamentalmente asociadas al mantenimiento y preservación del corredor biológico, la retención de nutrientes, el control de la erosión, la fijación de carbono, la protección de la Cuenca, el hábitat y protección de especies de la flora y la fauna, el aporte de especies para la medicina, la artesanía y comestibles; y el potencial que brinda para el desarrollo de actividades ecoturísticas. Se definió el valor económico de las cantidades de masa de carbono retenida. Se dedujeron además los costos de sustitución de las disminuciones de los individuos de la flora del matorral xeromorfo sobre serpentinita, los de restauración, de mantenimiento y de protección ambiental. Esta experiencia piloto pudiera aplicarse en otras regiones con condiciones similares en el país y en particular en los cuabales.

ABSTRACT

References about research on environmental economic valuation are scarce in Cuba; therefore, economic efficiency criteria for impacts involved in anthropic actions that could facilitate environmental management are lacking. This paper is focused on the Ecological Reserve "La Coca" where the most significant environmental impacts and their effects on the main endemic vegetation unit, the dry scrub on serpentinite (cuabal), were analysed and valued from an economic standpoint. This scrub has a dense shrubby layer (2-4 m high), emergent trees (4-6 m), scattered grasses and herbs, palms, epiphytes and lianas. Several environmental functions of this scrub were identified and the economic value of the retention of carbon dioxide mass. Substitution costs of decreases, restoration costs and the maintenance and environmental protection costs were determined. Results from this paper can be applied as a guide pattern in Cuban regions, especially in dry scrubs on serpentinite.

* Autor para correspondencia.
hakna@snap.cu haferro@ecosur.edu.mx

¹ Centro Nacional de Áreas Protegidas
Calle 18 No. 4114 e/ 41 y 47, Playa. C.P. 11300, Cuba
El Colegio de la Frontera Sur Carretera Villahermosa- Reforma km 15.5, Ranchería Guineo, sección II CP 86280 Villahermosa, Tabasco, México.

² Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría".
Calle 114, 11901, entre 119 y 127, Marianao, La Habana, Cuba.

³ Instituto de Ecología y Sistemática,
Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente,
Carretera de Varona 11835, e/ Oriente y Lindero, Calabazar, Boyeros, La Habana 19, C.P. 11900, La Habana, Cuba.

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial la valoración económica ambiental constituye una herramienta de gran trascendencia que aporta criterios útiles en el proceso de la toma de decisiones para la realización de acciones, para la recuperación y protección del medio natural a la vez que analiza las particularidades del ecosistema.

Especialistas de disímiles países contribuyeron durante los últimos años al desarrollo de la Economía Ambiental (Dixon *et al.*, 1994; Barbier *et al.*, 1997; Cabrera *et al.*, 1998; Costanza *et al.*, 1998; Lara-Domínguez *et al.*, 1998). En Cuba escasos son los antecedentes de investigaciones relacionadas con la temática, lo que dificulta la obtención de criterios de eficiencia económica aportados por esta disciplina, que facilitarían en alguna medida, la gestión ambiental de los recursos naturales en el país.

El desarrollo socioeconómico en la Reserva Ecológica Manejada La Coca ha originado impactos ambientales perjudiciales en el contexto medio ambiental del territorio, percibiéndose alteraciones en su dinámica y funcionamiento. La misma se encuentra al *SE* de la provincia La Habana, a 2 km al *Sur* del poblado Campo Florido en la parte alta de la cuenca del río Guanabo (CNAP, 1997). Ocupa una extensión geográfica de 1400 ha, de ellas 1200 ha son de tierra firme y el embalse "La Coca" ocupa 200 ha que tiene un volumen de 11.8 mm³ (CNNG, 2000).

En esta reserva existen cuatro zonas núcleos en las lomas La Coca, La Pita, Baños del Boticario y Loma de Aranguren. De estas se estudiarán las lomas de Baños del Boticario y la de Aranguren.

El objetivo del presente trabajo es realizar la valoración económica de los impactos ambientales más significativos que alteran la composición y abundancia de la flora y de la calidad ambiental del cuabal en la Reserva Ecológica Manejada La Coca, lo cual permitirá establecer las medidas para la restauración y conservación de esta importante formación vegetal. La conveniencia de contar con el valor económico de estos impactos ambientales facilitará realizar una planificación de los recursos financieros necesarios para la recuperación del entorno.

En el plano metodológico estos resultados pudieran utilizarse como experiencia piloto en otras regiones a nivel de país con condiciones similares y en particular para los cuabales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Características Generales del Territorio

La Reserva Ecológica La Coca cuenta con un clima cálido y húmedo, en términos de estacionalidad guarda idéntico comportamiento al del resto del país, con el período de octubre a abril ligeramente fresco (por la ocasional irrupción de los frentes fríos) y escasas precipitaciones; en los restantes meses hay un acento en el comportamiento de los parámetros climáticos, con condiciones generales muy cálidas y húmedas. Las precipitaciones alcanzan valores cercanos a los 1 400 mm. anuales. Presenta una estacionalidad muy marcada, donde más de 1000 mm caen en los meses comprendidos entre mayo–octubre y el resto entre noviembre–abril. Alcanza valores de endemismo de un 11% de endemismo de plantas de serpentininas cubana y un 12% endemismo de plantas no serpentinícolas, 23% de la flora de este lugar es endémica. Esto valores puede ser debido a la poca edad (1 millón de años) de los suelos (Museo Municipal La Habana del Este, 2006).

El matorral xeromorfo sobre serpentinita (cuabal) cuenta con un estrato arbustivo denso de 2-4 m, con emergentes de 4-6 m, herbáceas dispersas, palmas, epífitas y abundancia de lianas (Capote y Berazaín, 1984).

Durán (2006) refiere que el tipo de suelo se deriva de las rocas serpentinitas las cuales se caracterizan por sus bajos contenidos de nutrientes y altos metales pesados y de magnesio. Sobre estas rocas se desarrollan las formaciones vegetales con mayor diversidad y endemismo del Caribe, alcanzándose localmente valores de más del 80% de endemismo.

También se encuentran en estas zonas yacimientos de hierro, níquel y cobalto más importantes de nuestro país, siendo la explotación minera la principal

causa de destrucción de las comunidades serpentinícolas más significativas de Cuba (Borhidi, 1992). El matorral xeromorfo espinoso sobre serpentina (cuabal) se encuentra presente en esta área el cual se caracteriza por presentar un estrato arbustivo denso de 2-4 m, con emergentes de 4-6 m; herbáceas dispersas; palmas; epífitas y abundancia de lianas (Capote y Berzaín, 1984). La zona posee un alto valor histórico-cultural como las ruinas de los baños medicinales “El Boticario”, famoso balneario de la segunda mitad del siglo XIX, cubierto por las aguas del embalse La Coca y que solo es visible durante los meses de mayo y junio, además de ser el sitio donde cayera en combate el 27 de enero de 1898 el Coronel del Ejército Libertador Néstor Aranguren (CNAP, 1997).

Para la valoración económica de los impactos ambientales más significativos fueron aplicadas dos encuestas. Una para la selección de los expertos que participarían como consultantes en la investigación y la otra para identificar a aquellas actividades económicas que ejercían una mayor influencia sobre los factores ambientales del territorio.

La primera encuesta se aplicó a 8 especialistas (geógrafos, economistas, biólogos) de instituciones de reconocido prestigio nacional e internacional tales como el Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, el Instituto de Ecología y Sistemática y el Instituto de Geografía Tropical. Para la confección de la misma fue tenida en cuenta la metodología propuesta por Artola (2002) para facilitar la selección de especialistas con un elevado nivel de experticia. Los criterios considerados para la selección de estos especialistas estuvieron relacionados con sus estados de conocimientos sobre el área de estudio, la participación en estudios de evaluación de impacto ambiental y los años de experiencia profesional. Fueron seleccionados los especialistas que registraron un nivel de experticia mayor de 0,7. Seguidamente se desarrolló con los expertos seleccionados el método de tormenta de ideas la cual fue complementada con la aplicación de otra encuesta. Esta consistió en la realización de un diagrama matricial que registró la influencia de cada actividad económica desarrollada en el territorio sobre cada uno de los

factores ambientales. Así se conoció la cantidad de actividades económicas que ejercían mayor presión sobre un mismo factor ambiental.

El levantamiento de información en el terreno permitió verificar la existencia de actividades económicas en las áreas núcleos y de sus principales emisores considerando aspectos como la emisión de contaminantes, la modificación del uso del suelo, la explotación de recursos naturales y la inducción de impactos secundarios. Se realizó una búsqueda bibliográfica en el Museo Municipal de La Habana del Este para conocer sobre la historia medio ambiental del territorio, haciendo énfasis en las actividades económicas desarrolladas en períodos anteriores.

Para la evaluación cualitativa de los impactos ambientales se consideró la propuesta de Gómez (1994), el cual le asignó un nivel de importancia a los impactos basada en criterios como carácter, intensidad, extensión, plazos, persistencia, reversibilidad y posibilidad de introducción de medidas. La clasificación de los impactos con niveles de importancia de alto, medio, bajo y muy bajo se ubicaron entre los rangos de 21-25, 17-20, 13-16 y 8-12 respectivamente. La valoración económica se realizó a los impactos de mayor importancia según sus elevados valores.

Se utilizó la metodología del Valor Económico Total (VET) la que permitió ubicar las funciones ambientales brindadas por la flora del cuabal, según sus valores de uso o no. Según esta metodología los valores pueden clasificarse en valores de usos y de no uso. Dentro de los valores de uso se encuentran los directos e indirectos. En los primeros se ubican aquellos bienes y servicios que se benefician de los ecosistemas y pueden ser comercializados en el mercado. Los de uso indirecto incluyen los servicios ambientales que por sus características no pueden tener una presencia física en el mercado y tienen más que ver con el funcionamiento de los ecosistemas. Dentro de los valores de no uso se encuentran los de opción y de existencia. El valor de opción representa el valor que tiene el ecosistema de preservar posibilidades de utilización en un futuro, mientras que el de existencia representa la disposición de la

sociedad de pagar por la conservación de los recursos naturales.

Los servicios ambientales fueron valorados para los tipos de usos medicinal y artesanal pues solo se disponía de la información de los niveles de existencia de especies y precios de comercialización. Igualmente solo se realizó la cuantificación monetaria para la función ambiental retención de carbono debido a las razones planteadas anteriormente.

Para la estimación económica del uso medicinal se utilizaron dos técnicas. La primera se relacionó con el valor económico de una planta medicinal en una hectárea de "biodiversidad de tierra" propuesta por Toledo (1998), es decir, cuantifica el valor que tiene un individuo en una hectárea de tierra. La misma se expresa con la siguiente fórmula:

$$Vmp(L) = p \times r \times a \times Vi(D)/ha$$

Donde:

p: es la probabilidad de que la diversidad biológica sostenida por esta tierra contenga una planta cuyas propiedades puedan ser utilizadas para producir una medicina. Esta estaría entre 1/10,000 a 1/1,000.

r: valor de la regalía otorgada al país de origen. Esta es de 0,05. para un bajo desarrollo de la industria y de 0.20 para un alto desarrollo de la industria.

a: coeficiente de la renta capturada con valores entre los 0,1 a 1.

Vi(D): precio de mercado del producto.

ha: hectárea

La segunda técnica utilizada es la propuesta por Gómez (2001) relacionada con la técnica del beneficio bruto. La cual puede ser expresada:

$$Bb = (Bp \times P)/ha$$

Donde:

Bb: Beneficio bruto

Bp: Beneficio potencial

P: Precio

ha: hectáreas

El Beneficio Bruto se define como el beneficio potencial en un período determinado (calculable generalmente para un año), que no compromete la existencia del ecosistema como recurso de uso múltiple y garantiza ingresos en el largo plazo (Gómez, 2001).

Para el aseguramiento de la información base se visitaron diversos centros relacionados con la actividad de elaboración y comercialización de medicamentos a partir de especies medicinales tales como el Ministerio de Salud Pública, un laboratorio de procesamiento de plantas medicinales, varias farmacias y yerberos. Los precios de venta de especies medicinales se obtuvieron de los yerberos pues aún no existe una lista oficial estatal de precios para las especies mencionadas en este trabajo.

Las plantas de uso artesanal fueron estimadas a través del precio de la materia prima para la confección de un producto artesanal. La técnica utilizada para la valoración económica fue la de beneficio bruto. Se visitó el Fondo Cubano de Bienes Culturales, organización que agrupa a todos los artesanos de Cuba y que es la encargada de elaborar y comercializar productos de este tipo a nivel nacional e internacional.

El valor económico para la función ambiental retención de carbono permitió determinar el almacenamiento y fijación de carbono en ecosistemas forestales según la propuesta realizada por Alfaro (1997). Esta se expresa mediante la fórmula:

$$\text{Masa de Carbono Retenida (MCR)} = \text{Volumen} \times \text{Densidad} \times 0.45$$

Los datos relacionados con los volúmenes (m^3) y densidad de la madera de las especies fueron obtenidas de Fors (1975). El coeficiente 0.45 significa que en los árboles, como promedio, 45% de su fitomasa está constituida por carbono. Esta cifra difiere entre especies, pero cuando se carece de estimados

específicos por especies puede asumirse como promedio esta cifra.

La actividad forestal tradicional se expresa en volumen (m^3), ya que el objetivo primordial es la extracción de madera. Por esa razón es necesario convertir el volumen a masa multiplicándolo por la densidad de la madera propia de cada especie o por la media de la densidad de las especies para, finalmente, al multiplicar por 0.45 se estime el carbono.

Para conocer los valores relacionados con la captación real de carbono, realizada por estas especies, se multiplicó el valor de captación de masa retenida de carbono según lo propuesto por Alfaro (1997) por las existencias reales de cada una de ellas. Es decir, el valor de captación de masa de carbono retenida fue multiplicado por la cantidad de individuos de cada especie existente en el área. Estas especies fueron *Amyris balsamífera* L. (*cuaba blanca*), *Bursera simaruba* (L.) Sarg. (*almácigo*) y *Andira inermis* (W. Wright) DC. (*yaba*).

Costo de sustitución de las disminuciones de la vegetación del cuabal

Se valoró la construcción de un vivero según la metodología de Grá et al. (2003) cercano a las zonas que contribuyera a reproducir y abastecer de especies endémicas para realizar la restauración.

De igual forma estuvieron contempladas en este cálculo las actividades a realizar para su acondicionamiento, la reproducción de plántulas y restauración de las áreas afectadas, según la carta tecnológica para el funcionamiento de un vivero emitidas por el Ministerio de la Agricultura (2007).

Mediante la utilización del Sistema de Información Geográfica se determinaron las extensiones territoriales con vegetación degradada correspondientes para ambas áreas, lo cual permitió determinar la cantidad de plántulas requeridas. Para establecer la cantidad de plántulas necesarias a reproducir se consideró lo planteado en la ficha de costos de los proyectos de Silvicultura pertenecientes a la Unidad de Flora y Fauna, emitidas por el Ministerio de la Agricultura. Según este documento para reproducir

30 000 plántulas se necesitaría incurrir en un costo total aproximado a 512.31 CUC. Se asume que para la restauración en una hectárea de tierra podrían plantarse alrededor de 2 500 plántulas.

Se calcularon los costos económicos de restauración, mantenimiento y protección contra la ocurrencia de incendios forestales según la metodología de Matos y Ballate (2004) utilizando como información base las cartas tecnológicas emitidas por el Ministerio de la Agricultura (2007).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fueron seleccionados 5 expertos los cuales identificaron las actividades económicas presentes dentro de la Reserva Ecológica Manejada La Coca. Entre ellas se encuentran la construcción del embalse, la introducción de especies de la fauna acuática y de la flora exótica, la tala, roza y quema de la vegetación, el desarrollo de la actividad forestal, la actividad ganadera en áreas circundantes, el cambio de uso del suelo y la entrega de fincas. En el área se encuentra presente la Empresa Forestal de la provincia La Habana, la que realiza labores de cultivo y manejo para la protección de los recursos naturales del territorio. También existe un plan de contratos a personas naturales orientadas a la repoblación forestal, en especial de frutales, aunque el manejo que se realiza en ellas no son compatibles con el área. Otros actores presentes en el área son el Instituto de Recursos Hidráulicos, diversas Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) y el Ministerio de la Industria Pesquera por sus intereses en la presa dada la diversidad de peces que allí se encuentran principalmente el Paiche (*Arapaima gigas*).

La llegada del período especial al país en la década de los noventa fue una de las causas que más repercutió sobre el estado de conservación de los recursos naturales en las zonas núcleos. Así fueron apareciendo estas actividades económicas señaladas anteriormente como una alternativa de paliar los efectos perjudiciales de la crisis. El conocimiento de las actividades económicas desarrolladas en periodos anteriores se encontraron contempladas dentro de la historia ambiental de la región lo que permitió

hacer una diferenciación entre los impactos producidos años atrás y los que hoy se generan en el territorio.

Fueron identificadas las principales actividades económicas con elevados niveles de impacto sobre el área de estudio. Estas fueron la introducción de especies de la fauna acuática y especies exóticas de la flora, el cambio de uso del suelo y el establecimiento de fincas y el desarrollo de la actividad ganadera. Para las restantes actividades económicas tales como la construcción del embalse (16), tala, roza y quema de la vegetación (18), la construcción de viales de acceso, terraplenes o senderos (15) y la actividad forestal (12) los niveles de importancia del impacto alcanzaron valores entre los rangos de medio a bajo respectivamente.

Entre los perjuicios causados desde el punto de vista ecológico a la flora del cuabal por estas actividades económicas se encuentran el aumento en las poblaciones de especies exóticas, tanto invasoras (14 especies) como el marabú (*Dichrostachys cinerea* (L.) Wight & Arn.), el aroma (*Acacia farnesiana* (L.) Willd.) y la gramínea *Heteropogon contortus* (L.) P. Beauv. ex Roemer & Schult., como no invasoras, mayormente cultivadas. La disminución del número de individuos de las especies nativas producto de la reducción de área disponible para la flora del cuabal y de los corredores biológicos. Cambios en el pH, estructura y calidad del suelo, dados por la acción antrópica y la masa ganadera y la afectación de procesos biológicos como el de intercambio de propágulos entre los afloramientos de serpentinitas, siempre discontinuo por la fragmentación natural de estos ecosistemas.

Desde la perspectiva económica se encontraron también una serie de afectaciones tales como la pérdida de especies endémicas locales y/o amenazadas de importancia comercial tales como *Amyris balsamífera* (*cuaba blanca*), *Bursera simaruba* (*almácigo*) y *Andira inermis* (*yaba*) y de los ingresos asociados a su comercialización; la afectación del desarrollo de los cultivos por el ataque de las malezas y depredadores lo cual produce pérdidas en la producción e ingresos por concepto de ventas; los

altos costos económicos que deben asumirse para la eliminación y/o control de especies invasoras; la pérdida de ingresos potenciales por concepto de comercialización de los servicios ambientales como los de retención de carbono y de bienes de uso medicinal, artesanal y comestible (por el hombre y/o los animales); la afectación a las especies de la flora y la fauna acuáticas que conviven en las fuentes de agua y la disminución del rendimiento ganadero en comparación con otras zonas no serpentínicas del archipiélago por la calidad del suelo, la existencia de metales pesados tóxicos y los pastos de mala calidad.

Aunque estas actividades económicas ocasionan numerosos y sensibles daños a la flora del cuabal al mismo tiempo aportan una gran diversidad de beneficios a la población local. Entre ellos se encuentran la creación de nuevos puestos de trabajo, favoreciendo el nivel de empleo de los pobladores y garantizando una mayor participación de los mismos en las labores agrícolas del área; el incremento en la producción de alimentos, posibilitando una fuente importante de sustento para el consumo local, así como para el fomento de las producciones agrícolas; el aumento en la disponibilidad de agua, recurso fundamental y necesario para expandir producciones ganaderas y agrícolas y que beneficia el consumo humano (presa de La Coca); el establecimiento de especies que si bien no son propias de la región, favorecen un aumento en la variedad de las mismas y la creación de toda una infraestructura económica y de servicios que apoyan estas actividades tales como de energía eléctrica, centros de salud, farmacias, centros comerciales, de abasto de agua hacia la capital, entre otros. Muchas de las actividades mencionadas no se realizan propiamente dentro de las zonas núcleos, pero por su cercanía a las mismas si influyen de manera indirecta sobre ellas.

Los expertos que formaron parte de la investigación refirieron que antiguamente la flora del cuabal ocupaba toda la extensión de los afloramientos de serpentinita, tanto en las áreas de suelo esquelético como en las de suelo más profundo, teniendo siempre en cuenta que en los cuabales de La Coca, de los Baños del Boticario, Aranguren y La Pita hay

especies que tienen una mayor plasticidad ecológica, hallándose también en otras formaciones vegetales primarias además del cuabal. También señalaron que las actividades económicas recogidas en la historia ambiental del municipio no causaron grandes impactos en las zonas de estudio, debido a la baja densidad poblacional y el escaso desarrollo de las fuerzas productivas. Estos criterios permitieron asumir que las actividades económicas desarrolladas actualmente en la zona han sido las máximas causantes de los impactos ambientales negativos observados en el territorio.

Al ser reconocida la pérdida y degradación en la cobertura y composición de la flora del cuabal como uno de los principales daños causados por los impactos generados por las diversas actividades socioeconómicas que se ejecutan en el territorio, se

decide cuantificar económicamente este hecho, para dirigir sobre todo la atención de las autoridades del gobierno del territorio y tomen medidas al respecto. El propósito de esta investigación es dar a conocer cuánto representa no solo para la naturaleza sino para el medio social y económico el impacto causado hacia esta formación vegetal en particular, lo cual imposibilita así el correcto funcionamiento del ecosistema y la opción de brindar sus múltiples bienes y servicios ambientales.

Valoración económica del impacto ambiental

Fueron identificados 19 funciones ambientales para la flora del cuabal (Tabla 1), de los cuales 16 (84.2%) representan los valores de uso directo, indirecto y de opción y 3 (15.8%) los de no uso (valor de existencia).

Tabla 1. Valor Económico Total (VET) para la flora del Cuabal de la Reserva Ecológica La Coca

VET				
Valor de Uso		Valor de no Uso		
Directo	Indirecto	Opción	De Existencia	
Ecoturismo	Fijación de Carbono	Estudio de serpentinitas a escala nacional e internacional	Endemismo de flora	
Fuente de Polen y Néctar	Fuente de materia orgánica e inorgánica	Plantas medicinales	Ecosistema de areal restringido	
Plantas comestibles por el hombre y/o los animales	Control de erosión	Extracción de madera		
	Formador de suelos	Artesanías		
	Indicador de yacimientos de Níquel, Cromo y Cobalto.			
	Filtro de agua			
	Protección de la cuenca			
	Preservador de corredor biológico			
	Retención de nutrientes			
	Hábitat de especies			

Algunos estudios realizados (Costanza *et al.*, 1998) identifican los servicios y el funcionamiento de los ecosistemas a nivel mundial y plantean que los servicios ambientales contribuyen directa e indirectamente al bienestar humano por lo que representan parte del valor económico total del planeta. El valor

aproximado promedio de los servicios ambientales ha sido estimado en US\$ 33 millones de millones por año lo cual se puede comparar con un producto planetario bruto cercano a los US\$18 millones de millones por año.

Estimado económico del valor de uso de la flora del cuabal y de la función ambiental retención de carbono

Se reconocieron 14 tipos de usos económicos para la flora del cuabal (medicinal, artesanal, mejoradoras de suelo, industriales, maderables, tóxicas o urticantes, ornamentales, comestibles por los animales y/o por el hombre, producción de postes y cercas, melíferas, forrajeras o para pastos, serpentínícolas (ofitícolas) estrictas (indicadoras de níquel, cromo y cobalto) y esotéricas).

Entre las especies más representativas considerando las existencias y usos se encontraron las medicinales las cuales abarcaron un 52.2% del nivel de todas las existencias, distinguiéndose entre ellas la especie *Koanophyllon villosum* (Sw.) R. King & H. Robins. (abrecaminos) a la cual le correspondió un 15,5%. Le siguieron, en orden de importancia, las especies maderables con un nivel de representatividad del 32%, destacándose dentro de este grupo *Comocladia dentata* Jacq. con un 13,4%. Las especies artesanales ocuparon el tercer lugar de representatividad con un 15,8% dentro de la cual la especie *Coccothrinax miraguama* es la de mayor nivel de existencia: 14,6%.

Las plantas medicinales

Ninguna de las especies reportadas en el área de estudio estaba siendo utilizada para la elaboración de medicamentos a nivel estatal en el momento de la investigación. Solamente los yerberos realizan su comercialización de los cuales pudieron obtenerse los precios de venta que están entre los 2.00 y 3.00 pesos la unidad. Se asumió durante todo el proceso de la investigación expresar los resultados en pesos convertibles (CUC) a fin de facilitar la comparación de los resultados con estudios similares a nivel internacional.

El rango de valor económico para el área de los Baños del Boticario estuvo entre los 0.0014 y los 0.14 CUC/ha y para la zona de Aranguren los valores fluctuaron entre los 0.000525 a los 0.0525 CUC/ha. De esta manera se puede apreciar que el área de los Baños del Boticario presenta mayores valores

económicos respecto a la de Aranguren, lo cual se ve influido fundamentalmente por los altos niveles de representatividad de las especies reportadas en esta área.

Un segundo resultado obtenido para la valoración económica de las especies medicinales fue aportado por la técnica del beneficio bruto, cuyos valores estuvieron estimados entre los 2 799.28 y 1 066.79 CUC/ha para las áreas de los Baños del Boticario y la zona de Aranguren respectivamente, observándose un mayor valor económico en la Loma de los Baños del Boticario. Comparando ambas técnicas de valoración se detectó que la del beneficio bruto le aporta un mayor valor económico a las especies medicinales de la zona, lo cual coincide en su nivel de análisis con la metodología propuesta por Barzev (2001), para calcular el valor económico de productos medicinales derivados de la diversidad biológica.

Las plantas artesanales

Coccothrinax miraguama fue la única de las especies presentes en las áreas de estudio que apareció registrada en las listas de precios manejados por los artesanos del Fondo Cubano de Bienes Culturales. Por tanto, el valor económico obtenido por concepto de utilización de una especie de uso artesanal, está subvalorado dado el déficit de información existente. El valor económico aportado por la especie fue de 17 120 y 57 601, 76 CUC/ha para la Loma de los Baños del Boticario y Aranguren respectivamente.

Retención del Carbono por especie. Cálculo de la Masa de Carbono Retenida (MCR)

La importancia del cálculo de esta función ambiental radica en la utilidad que representa la captación de los gases producto de las emisiones de gases contaminantes del desarrollo socioeconómico. A continuación se muestran los valores de MCR calculado para cada especie dentro de las zonas núcleos (Tabla 2).

A su vez se tuvo en cuenta el valor económico calculado para tres especies reconocidas como captadoras de CO₂ (Tabla 3), el cual no superó al valor obtenido por especie individual de MCR. Por consiguiente, para el cálculo de la función de retención de

Tabla 2. Masa de Carbono Retenida por especie (MCR)

Nombre científico de la especie	MCR (kg)
<i>Amyris balsamifera</i>	1 176,12
<i>Bucida ophiticola</i> (endémica) Borhidi	4 568, 40
<i>Bursera simaruba</i>	1 780,92
<i>Chrysophyllum oliviforme</i> L.	3 434, 40
<i>Diospyros crassinervis</i> (Krug & Urb.) Standl.	9 594, 45
<i>Eugenia faramaeoides</i> . A. Rich. (endémica)	3 302, 03
<i>Gymnanthes lucida</i> Sw.	17 738, 82
<i>Andira inermis</i>	589, 22
<i>Comocladia dentata</i>	244, 80
Total	42 429, 16

carbono se utilizó el primer valor obtenido de retención de carbono por especie individual.

Conociendo la extensión territorial ocupada en las zonas núcleos, se calculó la MCR por hectárea tomando como dato la masa de carbono retenida por una especie obteniéndose un resultado de 423.65 kg/ha al año. Los precios para la tonelada de carbono retenido según algunas fuentes internacionales fluctúan entre los 5, 15 hasta los 129 dólares. Para el valor económico de esta función fue utilizado el valor intermedio de 15 dólares la tonelada lo que aportó un valor de 10,59125 dólares por hectárea.

Para calcular los costos de la Sustitución de las Disminuciones de la vegetación del cuabal se estimaron los costos asociados a la construcción de un vivero con el objetivo de reproducir las especies en las áreas degradadas. Para la construcción de un vivero se

deben tener en cuenta aspectos tales como su tipo de permanencia, es decir, si su presencia será temporal o permanente; el tamaño y la posibilidad de que se encuentre ubicado en las cercanías del lugar que se requiera restaurar. Esto aseguraría un ahorro en recursos financieros vinculados con actividades como la construcción de instalaciones, sistemas de regadíos complejos, así como en la transportación de las plántulas del vivero al terreno, de personal entre otros. En los Baños del Boticario y Aranguren la extensión territorial del daño es de 49.78 y 19.09 ha respectivamente. La cantidad de plántulas requeridas para la restauración es de aproximadamente de 124 450 y 47 725 plántulas para Lomas del Baño del Boticario y Aranguren respectivamente para una cantidad total de 172 175 plántulas. Por tanto el vivero pudiera reproducir un valor promedio de 86 088 plántulas aproximadamente (Tabla 4 y 5).

Tabla 3. Valores de retención por existencias de especies

Nombre científico de la especie	Nombre vulgar	MCR (kg)	Existencias de la especie	Valores de retención (kg)
<i>Amyris balsamifera</i>	Cuaba blanca	1 176, 12	8 100	9 526 572
<i>Bursera simaruba</i>	Almácigo	1 780, 92	16 210	28 868 713,20
<i>Andira inermis</i> .	Yaba	589, 22	1 940	1 143 086,80
Total				39 538 372

Tabla 4. Costos para el acondicionamiento de un vivero para 86 088 plántulas

Salario Básico	890,20
Salario	816,02
Vacaciones (9.09%)	74,18
Seguridad Social (13%)	115,73
Impuesto Fuerza de Trabajo (5%)	44,51
Uso de lubricantes	126,23
Uso de Materias Primas y Materiales	55,41
Otros Gastos	238,03
Costo Total	1 470,12

El costo total para la construcción del vivero por hectárea asciende a un valor estimado de 16 180.05 CUC/ha.

Se requerirá de la fabricación de aproximadamente 22 canteros con dimensiones de 20X1m, teniendo en cuenta lo planteado por el Ministerio de la Agricultura (2007) para la construcción de un vivero. El mismo debe ser construido sobre suelo de serpentinita o derivado de serpentinita para asegurar el éxito de la siembra o utilizar el suelo derivado de serpentinita si se emplean bolsas de polietileno. El área productiva útil sería de 0,044 ha con un área total pro-

ductiva de 0,04686 ha. El área total de producción ocuparía aproximadamente alrededor de 0,09086 ha. En esta aproximación no se consideró el área necesaria para la construcción de las calles o vías de acceso así como de la infraestructura que necesitaría el vivero para su mantenimiento, por lo cual pudiera ocupar una extensión mayor al calculado para efectos de esta investigación.

Los costos económicos asociados a la reproducción de plántulas por concepto de llenado de bolsas, siembra de semillas y atenciones culturales son mostrados a continuación (Tablas 5 y 6).

Tabla 5. Costos totales de reproducción de plántulas

Producción de plántulas	Llenado de bolsas y siembra de semillas	Atenciones culturales	Costo total de reproducción de plántulas
Salario Básico	1329,27	6 469,88	7 799,15
Salario	1218,51	5 930,77	7 149,28
Vacaciones (9.09%)	110,76	539,11	649,87
Seguridad Social (13%)	172,81	841,08	1 013,89
Impuesto Fuerza de Trabajo	66,46	323,49	389,95
Uso de lubricantes	0	263,43	263,43
Uso de Materias Primas y Materiales	852,85	0	852,85
Otros Gastos	0	0	0
Total de Gastos	3 750,66	14 367,76	18 118,42

Tabla 6. Costos de reproducción de plántulas por hectá-

Reproducción de plántulas	Costo hectárea reproducción de plántulas en el vivero (CUC/ha)
Llenado de bolsas y siembra de semillas	41 279,55
Atenciones culturales	15 8130,75
Total	199 410,30

Para la reproducción de plántulas se propuso la utilización de semillas debido al interés e importancia de reproducir plántulas endémicas que mantengan la diversidad genética de las especies. De realizarse una reproducción por estacas (vegetativa) se estarían replicando las características de las especies reproducidas, contradiciendo los principios de riqueza y diversidad biológica requeridas para seguir reproduciéndolas. La situación actual que confrontan muchos de los viveros existentes en el país con las semillas es crítica pues a veces resulta complicada la obtención de las mismas.

Otra problemática existente es que los precios de las semillas tanto para especies ornamentales y maderables, así como entre las diversas variedades que componen a las mismas, sean prácticamente los mismos, aún cuando deben diferenciarse entre sí, considerando que sobre las semillas influyen factores ambientales y ecológicos que pueden intervenir en la formación de los precios de las mismas.

Para la estimación de los costos de restauración se analizaron aspectos tales como el tipo de suelo así como sus niveles de erosión los que constituyen serias limitantes para comenzar una actividad de restauración en las zonas núcleos, por lo que antes de pensar en realizar esta actividad, habría que mejorar en cierta medida, las condiciones de este factor ambiental. Matos y Ballate (2004) sugieren que para combatir la erosión de los suelos, la siembra de especies formadoras de suelos durante las primeras etapas del trabajo de restauración lo que pudiera contribuir a una recuperación más efectiva.

La restauración se iniciaría en Loma de Aranguren teniendo en cuenta que la degradación ocupa toda la extensión territorial que componen a la zona. La restauración en Loma de los Baños del Boticario se

realizaría por etapas debido a la gran cantidad de plántulas que requeriría producto a la extensión de la degradación.

A continuación se muestran los costos económicos para cada zona núcleo asociados con la actividad de restauración (Tablas 7 y 8).

Fueron vistas las acciones de mantenimiento y protección ambiental para calcular los costos de mantenimiento y protección Ambiental. Si estas se realizan adecuadamente pueden contribuir en el logro del éxito de la restauración. Los costos de mantenimiento para Lomas de Aranguren y Baños del Boticario pueden estimarse por 1360,47 y 832,51 CUC/ha respectivamente. La construcción de una trocha para evitar la ocurrencia de un incendio es de aproximadamente 2 765,095 y 1 689,90 CUC/ha para Lomas de Aranguren y Baños del Boticario respectivamente.

Costo del Impacto Ambiental

La sumatoria de los diversos costos económicos hallados permitió determinar el costo del impacto ambiental para ambas zonas núcleos alcanzando un valor de 304 864,28 CUC/ha.

El enfoque sobre el reconocimiento de las posibilidades reales de recuperación en las zonas núcleos que necesitan de la restauración resulta válido, sobre todo para determinar si vale la pena o no invertir recursos financieros en la ejecución de una actividad de gran complejidad. El factor tiempo constituye un elemento significativo el cual siempre debe considerarse para valorar la posibilidad de recuperación del recurso. Los expertos consultados en este estudio afirman que la flora del cuabal puede tardar como mínimo aproximadamente unos 50 años para su recuperación. Con la proyección de los costos

Tabla 7. Costos totales de Restauración para Aranguren y Baños del Boticario

Costos de restauración	Aranguren		Baños del Boticario	
	Preparación del terreno	Plantación	Preparación del terreno	Plantación
Cantidad de personal necesario	25	25	25	25
Total de días	35	6	91	15
Salario	10 500,90	1 718,379	27 382,65	4 480,79
Vacaciones (9.09%)	954,531804	156,196113	2 489,08	407,30
Salario básico	11 455,4317	1 874,52519	29 871,73	4 888,10
Seguridad social	1489,2061	243,68828	3 883,33	635,45
Impuesto fuerza de trabajo	572,771587	93,7262597	1493,59	244,41
Costos materiales	1 149,9667	152,72	2275,27	398,24
Otros gastos	26 388,7483	4 318,158	68 812,55	11 260,236
Costos totales	41 056,12	6 682,82	106 336,47	17 426,44

Tabla 8. Costos de restauración por hectárea

	Aranguren	Baños del Boticario
	Costos totales de restauración por hectárea (CUC/ha)	Costos totales de restauración por hectárea (CUC/ha)
Preparación del terreno	2 150,66	1 311,82
Plantación	350,07	214,98
Total	2 500,73	1 526,80

económicos de las diversas actividades a realizar para la recuperación del recurso, y de los beneficios calculados utilizando una tasa de descuento de 12% para un período de tiempo promedio de 25 años, se observa que en la medida que el recurso natural comienza su recuperación, los costos tienden a disminuir gradualmente, alcanzando el impacto ambiental un valor económico aproximado total de 1 836 965,1153 CUC/ha.

La utilidad de estos resultados se vincula con la posibilidad de conocer previamente los montos financieros necesarios para llevar adelante labores de recuperación en cualquier área que presente características similares a las mencionadas en este trabajo. La difusión de los mismos permitirá a las autoridades ambientales contar con elementos de peso para establecer medidas a favor de la protección del

medio ambiente y para la confección de un mecanismo económico-tributario para una futura implementación del pago por utilización de bienes y servicios ambientales, lo cual contribuiría a la captación y reinversión de los ingresos para el mejoramiento de las condiciones ambientales del área.

CONCLUSIONES

El valor que ocasiona el impacto ambiental en la flora estuvo representado por la introducción de especies de la flora y la fauna, el incremento de las especies invasoras, el cambio de uso del suelo, el desarrollo ganadero y la entrega de fincas a particulares.

La afectación y pérdida de la composición y abundancia de la flora y de la calidad ambiental de la vegetación del cuabal constituyó uno de los impactos

ambientales más significativos valorado económicamente.

El cambio de extensión territorial ocupado por la flora producto de los impactos ambientales permitió establecer los límites para la reproducción de especies.

Los valores económicos estimados permitieron la propuesta de actividades como la restauración, mantenimiento y la protección ambiental en dos de las áreas núcleos de la Reserva Ecológica Manejada La Coca.

El estimado económico de la flora en función de la calidad ambiental se basó en su endemismo, valor de uso y función ambiental retención de carbono.

Los costos estimados de la sustitución de las disminuciones de la vegetación del cuabal incluyó la cantidad de semillas, de plántulas, el tamaño del vivero, materiales de insumos y de la contratación de personal.

Los costos de restauración integran la contratación de personal, la utilización de materiales de trabajo e insumos y el tiempo estimado para la realización de la actividad.

Los costos de mantenimiento y protección ambiental son componentes importantes e incluyen la utilización de materiales e insumos y la contratación de personal calificado para estas labores.

Por primera vez la valoración económica para la vegetación del cuabal brinda elementos para la elaboración de políticas ambientales y de desarrollo socioeconómico de un territorio.

REFERENCIAS

Alfaro, M. 1997. Almacenamiento y fijación de Carbono en ecosistemas forestales. *Revista Forestal Centroamericana* 19: 9-12 .

Artola, M. 2002. Modelo de evaluación del desempeño de empresas perfeccionadas en el tránsito hacia empresas de clase en el sector de servicios ingenieros en

Cuba. Tesis para optar por el grado científico de Doctor en ciencias técnicas. Universidad de Matanzas. Matanzas. Cuba.

Barrantes, G. y Di Mare, M. 2002. Metodología para la evaluación económica de daños ambientales en Costa Rica. Instituto de Políticas para la Sostenibilidad (IPS). Costa Rica. 75pp.

Barzev, R. 2001. Valoración Económica de los bienes y servicios ambientales de la biodiversidad en Nicaragua y sus aportes a la Economía Nacional. Proyecto Estrategia Nacional de Biodiversidad MARENA/PNUD. Managua, Nicaragua. 77pp.

Borhidi, A. 1992. The serpentine flora and vegetation of Cuba. En: Baker, A.J.M.; Proctor, J.; Reeves, R.D. (eds.). *The vegetation of ultramafic (serpentine) soils. Andover: Intercept.* 83-96pp.

Capote, R. P. & R. Berazaín. 1984. Clasificación de las formaciones vegetales de Cuba. *Revista del Jardín Botánico Nacional* 5(2):27-75.

CNAP 1997. Propuesta para la declaración de Reserva Ecológica Manejada La Coca. Documento mecanografiado, inédito, CITMA. Cuba.

CNNG 2000. Diccionario Geográfico de Cuba. Ed. Oficina Nacional de Hidrografía y Geodesia. Cuba.

Costanza, R. 1998. The value of the World's ecosystem services and natural capital. *Ecological Economics*, Vol 25. No.1 USA.

Durán O. 2006. Evaluación de recursos naturales seleccionados y su aptitud funcional en la cuenca del río Guanabo. Propuesta de medidas ecólogo- económicas de manejo y conservación. Documento mecanografiado, inédito. Informe de Geografía Tropical. La Habana, Cuba.

Ferro-Azcona, H. y Capote-Fuentes, R. 2005. ¿Cuánto cuesta restaurar el manglar del Bajo de Santa Ana en Ciudad de la Habana, Cuba? Humedales de Iberoamérica. Experiencias de estudio y gestión. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Red Iberoamericana de Humedales. 2005. 355pp.

Fors, A. J. 1975. Maderas cubanas. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, Cuba. 162 pp.

Grá et. al 2003. Manual de Viveros Forestales. Instituto de Investigaciones Forestales. Ministerio de la Agricultura. La Habana, Cuba. 36pp.

Gómez-Orea, D. 1994. Evaluación de Impacto Ambiental. Ed. Agrícola español, S.A., Madrid, 2da edición, 260 pp.

Gómez, G. 2001. Análisis económico de las Funciones Ambientales del Manglar. Trabajo en opción al Título de Doctora en Ciencias Económicas. Universidad de La Habana. Departamento de Desarrollo Económico. Ciudad de La Habana. Cuba.

Matos, J. y Ballate, D. 2004. ABC de la Restauración Ecológica Documento Protegido por la ley de derecho de autor de Cuba. Registro: 2939-2004. Cuba. 68pp.
Ministerio de la Agricultura. 2007. Proyectos de Silvicultura de la Unidad de Flora y Fauna.
Museo Municipal de Habana del Este. 2006. Plan de Manejo de La Reserva Ecológica La Coca. La Habana, Cuba.

Toledo, A. 1998. Economía de la biodiversidad. Programa de las Naciones Unidas para el medio ambiente. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe. Serie Textos Básicos para la Formación Ambiental No: 2. 137pp.