
Carlos Castilla Gutiérrez ()*

*Estudio de los beneficios de los
ecosistemas forestales de Canarias
desde la perspectiva de la economía
ecológica*

INTRODUCCION

El objetivo de este breve artículo es presentar algunos resultados obtenidos en una investigación reciente que hemos realizado para el Gobierno de Canarias sobre los beneficios de los montes. La perspectiva desde la que se aborda el estudio es la de la economía ecológica, cuyos planteamientos son diferentes a los de la economía convencional o la economía de los recursos naturales. Destaca su carácter interdisciplinar, y en especial el hecho de no centrarse, a diferencia de la última, en la valoración monetaria del medio ambiente, al menos en la interpretación más coherente de esta nueva disciplina.

Efectivamente, los grandes problemas que conlleva la valoración del medio ambiente resaltan su inadecuación para servir de guía para la gestión adecuada del mismo (Castilla, 1992a) y relegan los valores monetarios a un plano bastante secundario, ilustrativo. De entre estos problemas destacarían muy resumidamente:

(*) Departamento de Economía Aplicada. Universidad de La Laguna.

1. Problemas que afectan a la base conceptual de los métodos de valoración. En particular, toda la teoría sobre el comportamiento y las preferencias individuales.

2. Problemas diversos de los métodos en sí. En general, además, «el medir el valor de contingente de mercado que la gente da al medio ambiente implica que el único propósito de la naturaleza es el disfrute de los seres humanos (...). Estas técnicas de valoración ignoran que los ecosistemas o la flora y fauna particulares cumplen funciones distintas de las que demandan los seres humanos. Por tanto, las técnicas son inapropiadas para establecer sistemas de evaluación u ordenaciones cardinales de estos bienes no mercantiles» (Eberle y Hadyden, 1991).

3. Casos frecuentes de imposibilidad en la medición. Destaca, en este sentido, el caso de las irreversibilidades, al que hay que añadir una de las funciones más importantes de los ecosistemas, la biodiversidad (asimilable en último término a la propia supervivencia de los mismos). Un biólogo reconocido establece sobre el particular que «asignar valor a aquello que no nos pertenece, y cuya función no conocemos sino de la forma más superficial, es lo último en arrogancia e idiotez» (Ehrenfeld, 1988).

Por el contrario, al estudiar los distintos beneficios que proporciona el medio ambiente, en nuestro caso los ecosistemas forestales, nos centramos en sus características reales, físicas, independientemente de si pueden o no ser valoradas o si proporcionan un beneficio monetario más o menos directo o inmediato. Para ello se utiliza el importante concepto de función ambiental: «Desde una perspectiva económica, el medio ambiente puede interpretarse como el entorno físico del hombre, del cual depende en todas sus actividades. Pueden distinguirse un número de usos posibles. Estos son las funciones ambientales o simplemente funciones» (Huetting, 1980).

Este concepto es muy práctico para identificar posibles beneficios de los ecosistemas, siendo necesario aclarar que las funciones se relacionan entre sí, y las separamos por razones de facilidad de estudio. Las funciones más destacadas de

los ecosistemas forestales son identificadas y se describen de forma muy resumida para captar los beneficios que proporcionan, a la vez que se intenta una valoración monetaria que demostró la limitación del enfoque crematístico, aunque conserva cierta importancia ilustrativa.

Realmente lo que subyace y diferencia a los dos enfoques es el sistema de valores o la ética de partida de los mismos. Frente al logro de un beneficio financiero a corto plazo tenemos la idea de lo sostenible, que podemos asimilar al mantenimiento de la vida de forma indefinida. Así, por ejemplo, el mismo autor anterior habla de tomar el desarrollo sostenible como preferencia social en lugar de las preferencias individuales, lo que abre la posibilidad de utilizar medidas físicas en lugar de monetarias (Huetting, 1990).

Finalmente, el estudio del fenómeno de los procesos irreversibles que se asocian a la gestión del medio ambiente proporciona el elemento clave para captar la verdadera esencia de los beneficios asociados a la conservación de las funciones ambientales de los ecosistemas, objetivo central de la economía ecológica que se podría asociar al logro del desarrollo sostenible o, en definitiva, al mantenimiento de la vida. Desde este enfoque, las pérdidas de función irreversibles suponen un coste de naturaleza infinita, según el siguiente planteamiento:

1. En primer lugar, desde el punto de vista del coste que supondría revertir el proceso, en la medida en que no es posible, tendríamos un coste de reposición infinito (todos los recursos que se dedicaran a ello resultarían insuficientes).

2. La propia valoración de los humanos puede, y de hecho produce, valoraciones infinitas. La imposibilidad de compensar monetariamente a ciertos individuos ante una hipotética pérdida irreversible significa que dicha pérdida se asocia a un coste infinito.

3. Utilizando una tasa de descuento 0, es decir, considerando un horizonte de planificación coherente con la duración ilimitada de una pérdida irreversible (cualquier tasa de descuento significa no considerar efectos de duración mayor a cincuenta

años, aproximadamente), tenemos una suma ilimitada de costes asociados a dicha pérdida, lo que supone un coste infinito.

Una cifra infinita no es un valor concreto, lo que confirma el carácter de inconmensurabilidad de ciertos efectos ambientales. No puede ser comparada con otra cifra infinita para la toma de decisiones, pero es útil si se compara con una cifra finita, frente a la cual la elección es evidente. En este sentido, no es posible, en principio, que una acción que origine un efecto irreversible de carácter negativo sea rentable económicamente (rentabilidad en sentido amplio, no financiero).

Aceptando esto anterior, el beneficio imputable a cada medida de conservación que evite una pérdida irreversible (y por tanto un coste infinito) sería entonces infinito, es el beneficio de oportunidad de la conservación (Castilla, 1992b) suficiente, en la mayoría de los casos (1) para justificar la conservación y sus costes asociados, pero sin que reste importancia al estudio de los beneficios función por función.

LOS ECOSISTEMAS FORESTALES DE CANARIAS

Dependiendo de los autores se establecen diferentes clasificaciones para los ecosistemas forestales de Canarias, distinguiéndose hasta siete o más; sin embargo, a nivel didáctico tal vez destaca la siguiente clasificación (tabla 1):

TABLA 1
Tipos de bosques de Canarias

Termófilo (agrupa varios tipos de vegetación).
Monteverde:

- Laurisilva.
- Fayal-brezal.

Pinar.

(1) El único caso que podría justificar la producción de una irreversibilidad negativa sería el de conflicto con la propia supervivencia de los seres humanos a corto plazo, inexistente hoy en Canarias en relación a los bosques.

De los ecosistemas anteriores, fueron seleccionados para el estudio, por razones eminentemente prácticas, el pinar y la laurisilva.

ESTUDIO DE LAS FUNCIONES AMBIENTALES

Aunque con diferencias entre el pinar y la laurisilva, se han identificado al menos nueve grupos de funciones. Ya que una exposición detallada de cada una de las funciones que acabamos de citar necesitaría de sendos tratados individuales, nos limitaremos a hacer una descripción breve de las mismas que nos permita captar sus rasgos más destacables con objeto de conocer la importancia del papel que juegan a diversos niveles, intentando, en segundo lugar, obtener cifras monetarias de beneficios en cada caso:

1. **Funciones genéticas.** Cada vez es mayor, a nivel mundial, el reconocimiento de este tipo de funciones, tomándose incluso como el objetivo principal de la conservación. Hay que entender que, manteniendo esta función, casi todas las demás quedan aseguradas.

Nos encontramos con un tipo de función imposible de valorar con unos supuestos mínimamente razonables. Sabemos, por un lado, que la diversidad biológica de los ecosistemas que estudiamos es muy importante, en especial en lo referente a especies vegetales, fauna invertebrada y aves, con gran número de endemismos. Por otro lado, dado que esta diversidad a nivel mundial se está reduciendo, el valor proporcional de la que existe podría aumentar; lo que sí es cierto es que a nivel humano se reconoce cada vez más su valor. En el límite hay que considerar que el valor de toda la diversidad biológica del planeta es equivalente a la propia vida, con lo que su dimensión es absoluta (valor infinito). Ahora bien, si sabemos que la suma total de la diversidad biológica planetaria tiene un valor ilimitado, ¿cómo atribuir un valor finito a una fracción de infinito? Esto no es posible y, por tanto, no podemos dar un valor concreto a la diversidad de

los bosques de Canarias, aun sabiendo que es muy notable. Por otro lado, tampoco se podría considerar en forma de beneficios anuales o cualquier otro período de tiempo, ya que puede ser dividida por su naturaleza no cuantitativa. La conclusión que se tiene es que este tipo de funciones, cuyo valor es indiscutiblemente importante en nuestro caso, no puede ser traducido a términos monetarios, quedando así fuera del enfoque seguido en este apartado y confirmando que éste es incompleto, pues, como vemos, hay elementos no susceptibles de valoración.

2. **Funciones acuíferas.** No es necesario enfatizar la enorme importancia que representa el agua en Canarias, tanto para los ecosistemas como para el uso humano y la economía. Las lluvias tienen lugar de modo muy diferente según el tipo de isla y su orografía, variando desde cantidades inapreciables hasta 1.000 mm al año en las zonas de máxima pluviosidad, y teniendo a veces carácter torrencial; en todo caso, son muy escasas en algunas islas o zonas, constituyendo un factor limitador en muchos sentidos. Como veremos seguidamente, las funciones acuíferas de los bosques desempeñan un papel clave en el ciclo del agua, que se traduce, en último término, en un incremento de la captación y de la infiltración, favoreciendo a los ecosistemas y aumentando la aportación a los acuíferos subterráneos.

a) *Lluvia horizontal.* El régimen climático predominante en Canarias es el de los vientos alisios, de carácter constante, procedentes del noreste y con una frecuencia, según algunos autores, de un 90% en verano y hasta un 50% en el resto del año. El aire procedente del océano llega cargado de humedad y, debido al componente superior del alisio (a partir de los 1.500 m), seco y más cálido, se produce una inversión térmica que impide el desarrollo vertical de las nubes y las precipitaciones al no poder enfriarse las nubes lo suficiente; se produce así una condensación de las nieblas por debajo de esa altitud, formándose el conocido «mar de nubes». Las nubes, al ser arrastradas por el viento a través de obstáculos, depositan por contacto las gotitas de agua, posteriormente el

conjunto de gotitas se transforman en una gota de mayor diámetro y cae al suelo por la acción de la gravedad. Para que se produzca el fenómeno es necesario, pues, la existencia de obstáculos, por lo cual, en islas o zonas de altitudes inferiores a las del dominio del alisio (500-1.500 m), no se produce. Pues bien, los árboles son los principales obstáculos que causan la precipitación de la niebla, ya que son lo suficientemente altos para destacar por encima de la capa de aire cercana al suelo, pobre en vientos y niebla (Santana, 1987). En todo caso, las experiencias de medición llevadas a cabo por varios autores demuestran que el agua recogida en zonas boscosas es, en muchas ocasiones, muy superior a la recogida a cielo abierto, barajándose cocientes medios entre ambos valores de 3 y más, es decir, tres veces superior a la de cielo abierto. Kammer habla de 2.500 mm de incremento anual medio en las precipitaciones en zonas de lluvia horizontal (Kammer, 1974).

b) Otras subfunciones serían, por ejemplo, la amortiguación del impacto de la lluvia, el aumento de la infiltración, el aumento de permanencia del agua en el ciclo, etc.

Con una metodología particular y ciertos supuestos (Aguilera y Castilla, 1991) se obtuvieron los resultados que recoge la tabla 2. Los datos obtenidos confirman que la precipitación de la niebla tiene un peso importante en el aporte hídrico de las islas, con cifras algo superiores al 20% de la

TABLA 2
Incremento de captación por lluvia horizontal

Isla	Incremento (hm ³ /año)	Evapotrans. % s/lluvia	Incremento real (hm ³ /año)
Tenerife	72,5	35	47,2
La Palma	77,8	32,7	52,4
Gomera	21,7	37	13,7
El Hierro	10,5	40	6,3
Total			119,6

Fuente: Elaboración propia.

cifra correspondiente al total de la precipitación de lluvia abierta. Si aceptamos los datos anteriores, podríamos intentar la valoración de este tipo de beneficio aportado por los bosques, que sería directa: multiplicar el volumen de agua por el precio de ésta. Antes de este paso, sin embargo, hay que aclarar una serie de cuestiones. El problema no es que coexistan distintos precios, pues se podría tomar un promedio; la verdadera limitación es el precio del agua en sí. Si partimos de que el agua es un recurso renovable y, por tanto, susceptible de ser usado de forma sostenible, única alternativa de gestión de este recurso a largo plazo, tenemos, en primer lugar, que de cara a la extracción, el precio no es el instrumento apropiado para regularla, ya que la gestión sostenible se relaciona con cantidades máximas de extracción, métodos de extracción, etc., mientras que, por diversos motivos que no podemos desarrollar aquí, el precio del agua no se relaciona con estas cuestiones, llevando con toda probabilidad a otro tipo de gestión diferente, tal como puede apreciarse actualmente. Las cuestiones serían si podemos tomar algún precio y, en su caso, qué precio elegir. Realmente, visto lo anterior no podríamos tomar precios que de antemano sabemos ficticios; sin embargo, tomaremos un precio para dar una cifra de beneficios, sabiendo, por tanto, las reservas con que hay que tomar los resultados. La elección del precio nos ha parecido que sería algo más correcta si tomamos el del agua de mar desalinizada en potabilizadoras, ya que éste es el precio mínimo que debería tener el agua cuando la demanda superase el uso sostenible, es decir, la recarga natural anual, debiéndose entonces recurrir al uso de las potabilizadoras. El precio medio del agua procedente de las potabilizadoras de Las Palmas se situaría siempre por encima de las 125 ptas/m³ (2), precio éste que podría considerarse mínimo (coste de producción). Si multiplicamos ahora el incremento de captación de agua debido a los bosques por el precio anterior, tendríamos unos beneficios anuales para toda Canarias de 14.950 millones de pesetas.

(2) J. L. Guerra, comunicación personal.

3. **Funciones edáficas.** El suelo es un recurso básico e insustituible, pues permite el asentamiento y desarrollo de las comunidades vegetales y, por tanto de las animales, además de ser utilizado por el hombre para actividades agrícolas y ganaderas. El suelo se forma y también se pierde; lo ideal sería que existiera un equilibrio entre ambos flujos, situación original posiblemente de los ecosistemas no alterados. Nos encontramos muy lejos hoy de esa situación, que de hecho debería ser el marco de referencia en lo que atañe a este importante recurso. Pues bien, el bosque tiene un enorme peso en el proceso de formación y conservación del suelo, además de otras funciones relacionadas que trataremos a continuación:

a) *Formación del suelo.* Un centímetro de suelo tarda en formarse, por lo general, unos doscientos a cuatrocientos años, de manera que el suelo que se pierde es, a efectos prácticos, irrecuperable, y con él la capacidad de producción (Machado, 1986). Vemos, pues, en primer lugar, que la formación de los suelos es un proceso lento. Por otro lado, tanto la laurisilva como el pinar juegan un importante papel en la formación de sus respectivos suelos, de características diferentes. En el caso del pinar, poco exigente en cuanto a las condiciones para su asentamiento, éste se convierte en un tipo de bosque especialmente indicado para la colonización de terrenos volcánicos, superadas unas condiciones mínimas de altitud y pluviosidad principalmente, creando así suelos que luego pueden ser además aprovechados por otras especies. Por su parte, la laurisilva, «al mantener constantemente durante todo el año la humedad edáfica, acelera los procesos de pedogénesis, es decir, alteración física y química de la roca, etc.» (Velázquez Padrón *et al.*, 1987).

b) Otras subfunciones destacables serían la fijación del suelo, agua y nutrientes, la fertilización del suelo, etc.

Las funciones anteriores son muy difíciles de valorar de una forma más o menos razonable. Realmente deberíamos limitarnos a reconocer su gran importancia, dejando de lado

las valoraciones monetarias, pues nos tropezamos de nuevo con las limitaciones que apuntamos para el caso de las funciones acuíferas, pero con carácter mucho más grave. En concreto, la primera limitación era la falta de investigaciones específicas sobre el objeto a valorar; en este caso la carencia de datos suficientes nos obligará de nuevo a partir de unos supuestos basados en cifras muy generales o puntuales, pero dudosamente extrapolables que suponen un grado de arbitrariedad importante. En segundo lugar, el otro problema apuntado, el carácter ficticio de los precios, es en este caso nuestra principal limitación. Como vemos, el precio del suelo es ridículo, siendo a veces inexistente, lo que refleja un sistema de valoración irreal para un activo de la importancia del suelo. No obstante, a pesar de estos dos grandes obstáculos, llegaremos a cifras monetarias que desde ahora sabemos que deben tomarse como ilustrativas, con todas las reservas y teniendo en cuenta que la verdadera importancia de esta función es que es básica para el mantenimiento del propio ecosistema y que es muy susceptible de originar procesos irreversibles si no se garantiza su mantenimiento.

En un experimento llevado a cabo en el Hierro (Padrón, 1988) se obtuvieron resultados que apuntan a la ganancia neta de suelo, además de la protección contra la erosión. Los datos, referidos al fayal brezal comparado con una zona con tigua deforestada, podrían ser similares para la laurisilva o superiores. Extrapolando los datos de este experimento (con todas las reservas sobre el grado de representatividad) a toda la laurisilva con fines meramente ilustrativos, tendríamos:

Extensión de la laurisilva en Canarias: 19.000 ha.

Formación de suelo: $25 \text{ tm/ha/año} \times 19.000 \text{ ha} = 475.000 \text{ tm/año}$.

Control de la erosión (pérdida de suelo evitada): $75 \text{ tm/ha/año} \times 19.000 \text{ ha} = 1.425.000 \text{ tm/año}$.

Realmente las cifras anteriores ayudan a captar la importancia de esta función de los ecosistemas forestales, habida

cuenta de la importancia del suelo para la vida y de las importantes consecuencias de la erosión. Los datos anteriores serían equivalentes, para dar una idea, a la creación anual de 158 ha de tierra cultivable con una profundidad de 30 cm y a evitar anualmente la pérdida de 475 ha de tierra con la misma profundidad. Consultas efectuadas en Tenerife dan un precio aproximado de 500 ptas/m³ de tierra. Es claro que un precio tan bajo e incluso nulo no incorpora la escasez ni los costes ecológicos asociados a su pérdida en el lugar de origen ni mucho menos los de su agotamiento en zonas donde no es renovable (irreversibilidad). La conclusión es que la cifra que presentamos a continuación es, de cualquier perspectiva, insignificante en comparación con la importancia real de esta función. De todas formas, esto mismo es en sí un resultado de la investigación que nos ocupa. Las cifras finales serían entonces:

Beneficio formación del suelo: $475.000 \text{ m}^3/\text{año} \times 500 \text{ de ptas/m}^3 = 237,5 \text{ millones de ptas/año.}$

Beneficio control erosión: $1.425.000 \text{ m}^3/\text{año} \times 500 \text{ ptas/m}^3 = 712,5 \text{ millones de ptas/año.}$

Beneficio total (sólo laurisilva) = 950 millones de ptas/año.

Recordamos, para terminar, que si evaluásemos los daños concretos de los efectos asociados a la erosión, obtendríamos una cifra importante al sumar estas dos obtenidas.

4. **Funciones productivas.** El aprovechamiento de los productos forestales ha pasado por fases muy diferentes a través de la historia en Canarias. Sin analizar estos distintos períodos históricos, lo que se saldría del propósito de este trabajo, simplemente diremos que el bosque se ha sobreexplotado, y la prueba de ello es la reducida extensión que ocupa en relación con la original, en especial en algunas islas, como Gran Canaria. Muchos de los usos del bosque han ido desapareciendo o bien se desarrollan en proporciones mínimas. La política de protección de los mismos, cada vez más estricta, hace que su mayor enemigo actual sea el fuego, no suficientemente controlado actualmente. Sin embargo, no olvidemos que un uso

racional sostenible del bosque no sólo no atenta a su conservación, sino que ayuda a ésta al aumentar el interés por la misma. En este sentido, lo que se necesita es una buena ordenación de los distintos aprovechamientos de que es susceptible el bosque, de forma se garantice su conservación como ecosistema.

Nos encontramos aquí con el único tipo de función que tradicionalmente se ha considerado por la economía ortodoxa como constituyente de la «producción forestal». Nos referimos a los diferentes aprovechamientos directos del bosque que tendrían un precio, cuyo origen es diverso. En la tabla 3 aparecen los aprovechamientos en los últimos años para las cuatro islas occidentales.

TABLA 3
Aprovechamientos forestales 1985-1990

Año	Madera (m ³)	Leña (estéreos)	Pinocha, etc. (qm)	Pastos (ha)	Valoración (mill. ptas.)
1985	8.399	32.113	223.003	1.625	36,6
1986	3.202	32.602	443.500	—	33,3
1987	7.673	31.410	421.400	1.175	39,2
1988	7.450	25.684	383.050	1.880	35,7
1989	1.474	26.710	354.200	1.655	32,5
1990	900	15.052	281.700	130	25,6

Fuente: Dirección General de Medio Ambiente, Gobierno de Canarias.

5. Funciones recreativas:

a) *Recreación.* No cabe duda de que el esparcimiento de la población es cada vez más importante a todos los niveles. Una de las opciones que se tienen para el mismo es la de los montes, antes la primera actividad, superada hoy por las playas en términos cuantitativos de uso. Aun así, el bosque reúne importantes contingentes de población con fines recreativos, especialmente durante los meses de verano, centrándose mayoritariamente en las áreas recreativas, habilitadas para tal fin por los organismos responsables de la conservación. La actividad más frecuente consiste en visitas familiares de una jornada y concentradas normalmente en días festivos. Con

carácter menos masivo existen otras modalidades, como excursiones y acampadas de diversos grupos, colegios, etc.

Los beneficios de la recreación están constituidos por la satisfacción que reporta a la población local el uso y disfrute de los lugares recreativos situados en los montes. El método generalmente más utilizado para la evaluación de los beneficios recreativos es el del coste de viaje, que en Canarias añade una limitación importante a las limitaciones generales del método, la inexistencia real del usuario marginal. El usuario marginal es el individuo que viaja desde más lejos y, por tanto, incurre en el coste más alto para disfrutar del lugar recreativo. En realidad, no es que no se encuentre este individuo para cada lugar, que puede encontrarse, lo que ocurre es que, debido a las cortas distancias y a la existencia de numerosos lugares de recreo en los bosques, realmente se viajaría desde más lejos si las distancias fueran mayores y hubiera exclusividad de lugares recreativos. Esto significa que el usuario marginal para un lugar recreativo concreto no estaría representando la máxima disposición a pagar por disfrutar del mismo como el método supone. A esto hay que añadir la multiplicidad de lugares recreativos, relativamente próximos entre sí.

De cinco encuestas realizadas en lugares recreativos, que *a priori* reunían unas condiciones favorables, sólo en un caso pudo obtenerse un modelo fiable, pero que en ningún caso puede considerarse verdaderamente representativo. Los datos de las cuatro encuestas restantes suponían una relación tasa de visitas-coste de viaje extraña. Para el caso donde se pudo adaptar un modelo con buena fiabilidad, se obtuvo finalmente:

Beneficios recreativos = 57.200 ptas.

Ahora bien, estos beneficios sólo corresponderían al día de la encuesta. Con ciertos supuestos, pudimos obtener una cifra orientativa de beneficios anuales de:

$$57.200 \times 2 \times 52 = 5.948.800 \text{ ptas/año}$$

Esta cifra correspondería a un solo lugar recreativo forestal, no pudiendo ser extendida de ningún modo a los demás.

b) Otra subfunción importante serían los beneficios turísticos debidos a los bosques.

6. Funciones climáticas:

a) *Regulación del clima.* El bosque en general ejerce una función reguladora del clima que puede ser considerada como global (influencia en el clima planetario) y de carácter local (microclimas). La influencia principal se da a nivel de la temperatura (en general, disminuyéndola), de la humedad (aumentándola) y del viento (frenándolo y creando turbulencias) (Mc Neely *et al.*, 1990). De hecho, tras la desaparición de un bosque, normalmente se produce un cambio climático, en el sentido de un aumento del calor, la sequedad y el viento (Myers *et al.*, 1990).

b) Otra subfunción importante sería la creación de microclimas. En el caso de los bosques que estudiamos, este fenómeno tiene lugar en ambos, aunque hay que destacar el caso de la laurisilva, pues el microclima que desarrolla este ecosistema es de unas características muy diferenciadas de su entorno inmediato. El grado de humedad que se alcanza en estos bosques llega incluso a la saturación, aunque la humedad relativa media es de un 80%. Este microclima permite la presencia de «un oasis de frescor, una explosión de vida en unas islas determinadas por la escasez de lluvias y la sequedad de la zona» (Velázquez Padrón *et al.*, 1987). Los posibles beneficios que tuviesen su origen en estos microclimas, creemos que se recogen ya en otras funciones de manera más directa, como es el caso de las acuíferas (un clima más húmedo aumenta la captación de agua) o las edáficas (la humedad también favorece la formación de suelo), menos complicados tal vez de captar que las climáticas. Incluso podemos considerar que la potencial satisfacción humana debida a estos refugios climáticos podría englobarse en los beneficios de las funciones recreativas, considerando que uno de los componentes de las mismas es el especial clima de los bosques.

7. Funciones científicas y educativas:

a) *Investigación científica.* Dentro de la investigación científica ligada a los ecosistemas forestales, podríamos distinguir entre aquella que estudia dichos ecosistemas en sí, es decir, las características, sus especies, su funcionamiento, etc., y, por otro lado, una investigación aplicada encaminada a los productos o utilidades directas que pueden derivarse de ellos (farmacia, agricultura, etc.). Con respecto a la investigación aplicada, hay que decir que en Canarias se halla en sus comienzos; el campo y las posibilidades que ofrece son muy importantes debido a la gran diversidad genética existente en los ecosistemas de las islas. No existen aún casos de comercialización de productos o aplicaciones prácticas derivados de investigaciones de especies forestales, aunque en estos momentos se encuentran en proceso de estudio algunas. Como ejemplos más destacables, podemos citar dos especies: el tagasaste (forrajera) (3) y el viñátigo (insecticida natural, control de plagas) (4). Dado que, como hemos visto, no existen aún casos de comercialización de productos forestales obtenidos de la investigación, no cabe hablar de beneficios de la misma en términos monetarios.

b) Destacaríamos, por otro lado, la educación a distintos niveles relacionada con estos ecosistemas.

8. Funciones generales:

a) *Regulación atmosférica.* Aunque la mayoría del oxígeno lo suministran las algas marinas, la producción de O₂ de los bosques es muy importante; de hecho, una hectárea de bosque proporciona aproximadamente el oxígeno que necesitan 10 personas (WWF y Sanchón, 1980).

Para el caso de Canarias, podría decirse que la mayoría de los ecosistemas son inmaduros, con la excepción de algunos pinares y ciertas zonas de laurisilva. Por tanto, podría hablarse de una producción neta de O₂ y una absorción impor-

(3) y (4) P. Méndez, comunicación personal.

tante de CO₂. En el caso del CO₂, su absorción por parte de los montes (y en general de todos los vegetales) compensaría en cierta medida las emisiones de las actividades humanas, función importante a nivel planetario. Comparando ambas magnitudes sabemos en qué medida una región es exportadora o importadora neta de CO₂. La tabla 4 nos da una aproximación para el caso canario.

TABLA 4
Fijación y emisiones anuales de CO₂ en Canarias

Fijación (tm carbono/año)		Emisiones (tm c/año)		%
Laurisilva	75.000	Vehículos	950.000	
Pinar	225.000	Industria	900.000	
Total	300.000	Total	1.850.000	16

Fuente: J. M. Fernández-Palacios (5) y A. Díaz (6). Elaboración propia.

Es decir, que los dos tipos de bosque que estudiamos fijan anualmente el equivalente al 16% de las emisiones de CO₂ que se producen en Canarias. Los datos de fijación global deberían incluir la totalidad de los vegetales de las islas, incluidos los cultivos agrícolas, no estando en nuestra disposición aún. Algunos autores han utilizado el coste de reducción de emisiones de CO₂ como medida del valor del beneficio de la fijación del mismo (Van Kooten, 1992). Utilizando un valor promedio de los propuestos por dicho autor, tendríamos un beneficio de unas 20.000 pesetas por tonelada de carbono/ha/año, lo que nos daría en nuestro caso unos beneficios de:

$$300.000 \times 20.000 = 6.000 \text{ millones de ptas/año}$$

9. **Otras funciones.** Hemos tratado en este punto una serie de funciones que en absoluto agotan todas las desempeñadas por los bosques. Por un lado, hemos tratado de destacar aquellas que, en el caso de Canarias, tienen una especial

(5) Departamento de Ecología. Universidad de La Laguna.

(6) Departamento de Física Fundamental y Experimental. Universidad de La Laguna.

significación. En todo caso es aconsejable que, en un estudio como el que nos ocupa, se elabore una lista lo más exhaustiva posible de funciones, sean éstas susceptibles de valoración o no, pues ayuda a captar mejor la importancia global que tienen los ecosistemas. Citamos un ejemplo más para mostrar la diversa naturaleza que éstas pueden tener:

— *Satisfacción humana por la existencia del bosque.* El hombre experimenta una satisfacción por la mera existencia de un bien natural como puede ser el bosque, incluso aunque no visite jamás dicho bosque, debido a razones psicológicas, sentimentales, espirituales, etc. Esto se ha comprobado y se ha intentado medir y valorar, denominando valor de existencia al valor atribuible a dicha satisfacción o utilidad derivada del conocimiento o certeza de la mera existencia del bien en cuestión. Por otro lado, podría añadirse a lo anterior el hecho de que se puede obtener satisfacción de la contemplación de vídeos, libros, etc., referidos a un bosque, aunque se trata de una función totalmente diferente, pues ya supone una utilidad directa.

CONCLUSION

La posibilidad de obtener valoraciones monetarias de los beneficios de los montes es muy limitada. De las nueve funciones estudiadas, sólo en cinco de ellas se ha podido intentar una valoración. De estas cinco, sólo dos pueden ser evaluadas de una forma razonable: la función productiva (que de hecho era la única que se valoraba hasta ahora) y la de captación de agua, si bien esta última necesita de estudios más rigurosos para una mayor precisión. La fijación de CO₂ sólo es una parte de la regulación atmosférica. Las otras dos funciones son más complicadas: en el caso de las edáficas es necesaria mucha más información y existen serios problemas para asignar un precio al suelo. Por su parte, en el caso de los beneficios recreativos, el método más usado, el del coste de viaje, ha demostrado tener importantes limitaciones técnicas que lo desaconsejan en Canarias, aunque sería necesario ex-

APENDICE
**Resumen de los beneficios de las funciones forestales de la
 laurisilva y el pinar en Canarias**

Beneficios de las funciones ambientales: laurisilva y pinar		
Función	Beneficios	Valor monetario (millones ptas/año)
Genética	Para el propio ecosistema, para el ecosistema planetario, potencialidades para usos muy diversos, etc.	—
Acuífera	Regulación hidrológica, incremento de la captación de agua, estimación: 119,6 Hm ³ /año (excepto Gran Canaria) (20% de la lluvia abierta)	14.950
Edáfica	Regulación del suelo. Estimaciones (sólo laurisilva): Creación de suelo: 475.000 m ³ /año. Control erosión: 1.425.000 m ³ /año	950
	(Evitar efectos erosión infraestructura)	
Productiva	Usos forestales directos: madera, leña, pinocha, etc., y pastos	25-30
Recreativa turística	Recreación de la población local, estimación (sólo una zona recreativa): 23.920 visitas/año	5,9
Climática	Regulación del clima, influencias diversas en el entorno del ecosistema	—
Científica educativa	Investigación general y aplicada, potencialidades en muchos campos	—
General	Regulación atmosférica, producción de O ₂ , absorción de impurezas, absorción de CO ₂	6.000
Otras	Satisfacción humana por la existencia del bosque, otras	—

Fuente: Elaboración propia.

perimentar más. De esto se sigue el predominio de las funciones «no productivas» frente a las «productivas» en el caso de los montes canarios, lo que da especial importancia a un enfoque alternativo al de la economía convencional. Las valoraciones monetarias, aunque tienen importancia para captar mejor los beneficios forestales, no pueden ser en ningún caso el instrumento adecuado para la gestión de los bosques. Además de ser incompletas (muchas funciones quedan fuera de la valoración) e inexactas (serias limitaciones en la valoración), no captan el fenómeno de la irreversibilidad ni sirven de guía para una gestión sostenible de los ecosistemas. La conservación total de los bosques supone unos beneficios de

oportunidad de carácter infinito. Por tanto, se justifica plenamente, desde un punto de vista económico, dicha conservación, entendida como una gestión sostenible o el mantenimiento de las funciones ambientales de los ecosistemas forestales. Del mismo modo se justifican los gastos y medidas necesarias para asegurar la conservación.

BIBLIOGRAFIA

- AGUILERA, F., y CASTILLA, C. (1991): *Valoración económica de los montes de Canarias*. Fase 2. No publicado.
- CASTILLA, C. (1992a): «¿Puede la valoración del medio ambiente resolver el problema de su gestión eficaz?». *Cuadernos de Economía*, 20, 57-58.
- CASTILLA, C. (1992b): «Economía ecológica: El caso de las irreversibilidades». *Información Comercial Española*, 711.
- EBERLE, E. D., y HAYDEN, F. G. (1991): «Critique of contingent valuation and travel cost methods for valuing natural resources and ecosystems». *Journal of Economic Issues*, 25, 3.
- EHRENFELD, D. (1988): «Why put a value on biodiversity?». En: Wilson y Peter (eds.): *Biodiversity. Conserving the world's biological diversity*. Washington, D. C. (citado por McNeely *et al.*, 1990). Varios editores.
- HUETING, R. (1980): *New scarcity and economic growth*. North Holland.
- HUETING, R. (1990): *Correcting national income for environmental losses: A practical solution for a theoretical dilemma*. Foundation for International Studies. Vienna Centre, Unesco.
- KAMMER, M. (1974): «Clima y vegetación en Tenerife». *Scripta Geobotánica*. Universidad de Gottinga.
- MACHADO, A. (1986): *Razones y peculiaridades de una estrategia canaria para la conservación*. Congreso de Cultura Canaria, La Laguna.
- MCNEELY *et al.* (1990): *Conserving the world's biological diversity*. Varios editores.
- MYERS, N. (1990): *Lessons of the rainforest*. Susanne Head y Robert Heinzman (eds.).
- PADRÓN, P. A. (1988): *Estudio edafológico de la isla de Hierro*. Tesis doctoral en elaboración. Departamento de Edafología y Geología. Universidad de La Laguna.
- SANTANA PÉREZ, L. (1987): *Estudio de las precipitaciones de niebla*. No publicado.

- VAN KOOTEN (1992): *Accounting for carbon fixation by Alberta's Forests and Peatlands*. II Meeting de la ISEE, Estocolmo. (Citado por Anielsky.)
- VELÁZQUEZ PADRÓN *et al.* (1985): *Laurisilva, estudio de conservación forestal*. Icona, monografía nº 46.
- WWF y SANCHÓN, A. (1980): *El hombre, el bosque y el desierto*. Integral monográfico, N. 1.

Palabras clave: Valoración ambiental, funciones ambientales, irreversibilidad, beneficios de oportunidad.

RESUMEN

Los ecosistemas forestales de Canarias ofrecen una rica diversidad de funciones ambientales que acrecientan su interés por encima de sus valores comerciales.

La economía ecológica pone de manifiesto las insuficiencias de las valoraciones monetarias de las funciones ambientales para servir de guía de la gestión del ambiente.

Se ha aplicado en el trabajo un enfoque de economía ecológica para poner de manifiesto las dificultades de la valoración monetaria y el interés de aplicar diversos criterios no monetarios para la gestión de los bosques de Canarias.

RÉSUMÉ

Les écosystèmes forestiers des îles Canaries présentent une riche diversité de fonctions environnementales qui accroissent leur intérêt au-dessus de leurs valeurs commerciales.

L'économie écologique fait apparaître les insuffisances des évaluations monétaires des fonctions environnementales en tant que guide de la gestion de l'environnement.

Le présent travail prend appui sur une approche d'économie écologique pour mettre en relief les difficultés de l'évaluation monétaire et souligner l'intérêt de l'application d'un certain nombre de critères non monétaires à la gestion des forêts des îles Canaries.

SUMMARY

Canary Island forestry ecosystems fulfil a wide range of environmental functions that raise their interest beyond more commercial worth.

The ecological economy reveals that monetary valuations of the environmental functions are a poor guide for management of the environment.

In this paper, an ecological economy approach has been taken to show the problems with monetary valuation and the interest of applying various non-monetary criteria in forestry management on the Canary Islands.