



## Los beneficios que proveen al hombre los ecosistemas naturales: bienes y servicios ecosistémicos

Emma E. Bonino

Centro de Zoología Aplicada. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.  
Universidad Nacional de Córdoba. Rondeau 798, Córdoba, Argentina. Email: boninoe@uolsinectis.com.ar

### Resumen

La naturaleza provee al hombre de la infraestructura necesaria para el desarrollo de sus sociedades. De los ecosistemas naturales se obtienen minerales, combustibles fósiles, maderas, forrajes, productos farmacéuticos, alimentos marinos, etc.. Estos recursos o "bienes ecosistémicos" forman una parte importante de la economía, por lo cual han sido históricamente valorados. Recién en los últimos tiempos se ha reconocido que los sistemas naturales producen también una serie de "servicios ecosistémicos" que determinan la habitabilidad del planeta, tales como la regulación del clima, la descomposición de la basura, la purificación del agua, la regeneración de la fertilidad del suelo, el mantenimiento de la biodiversidad, etc. La actividad económica desarrollada a los fines de satisfacer la demanda de los diferentes artículos de consumo por parte de las sociedades modernas produce degradación ambiental. Esta afecta no sólo la capacidad productiva de los ecosistemas sino también la calidad de estos esenciales servicios ecosistémicos, cuyos costos de reparación, cuando tecnológicamente posible, pueden ser enormes. Así es como el crecimiento económico puede enmascarar una profunda degradación ambiental de costos incalculables para las generaciones futuras.

### Abstract

Nature provides humanity with the infrastructure necessary for societal development. Minerals, fossil fuels, timber, forage, pharmaceuticals, seafood, etc., are obtained from natural ecosystems. These resources, known as "ecosystem goods" have been historically valued because of their importance in the economy. But only recently has it been acknowledged that natural ecosystems also produce a number of "ecosystem services" that determine the inhabitability of the planet. Some of these services are: stabilization of the climate, decomposition of waste, purification of water, renewal of soil fertility, maintenance of biodiversity, among others. The economic activities developed to meet the demands for different goods consumed by modern societies produce environmental degradation. This, in turn, affects not only the productive capacity of the ecosystems but also the quality of the essential ecosystem services. The costs of restoring these services, when it is technologically possible, can be enormous. In this way, economic growth may conceal a severe environmental degradation of inestimable cost for future generations.

### Introducción

La actividad económica de las sociedades modernas ha desencadenado un rápido proceso de deterioro de los ecosistemas naturales, que es observado con gran preocupación por ecólogos y conservacionistas. El origen de este deterioro radica básicamente en que el criterio de máxima eficiencia económica (obtener la mayor ganancia económica en el menor plazo posible) aplicado a los procesos productivos es contrario a los intereses de la conservación y al concepto de explotación sustentable. La degradación no sólo afecta la potencialidad productiva de los sistemas naturales sino que destruye los soportes globales de la vida en la Tierra. Para

detener y revertir el deterioro ambiental es necesario conocer las interacciones existentes entre la economía y el ambiente.

Si bien ya no se discute que los ecosistemas naturales proveen al hombre de la infraestructura necesaria para la construcción y desarrollo de sus sociedades, seguimos subvaluando muchos de los más básicos recursos de los que dependemos. Todos conocemos, por ejemplo, que una parte importante de la economía de un país se basa en sus recursos naturales (Primack *et al.*, 2001). Además, ésto es particularmente cierto en los países en vías de desarrollo, cuya actividad económica depende de la explotación de sus minerales, combustibles fósiles, made-

ras, forrajes, productos farmacéuticos, alimentos marinos, etc.,. Como estos recursos tienen un papel destacado en la economía, son claramente advertidos, apreciados y reconocidos. Pero la contribución del ambiente a la calidad de vida de las personas no termina ahí, pues los ecosistemas naturales generan otra serie de beneficios o servicios que son esenciales para el desarrollo de la vida y que en general pasan totalmente desapercibidos. Odum (1969) los reconoció, ya hace más de 30 años, cuando señaló que el hombre necesitaba no sólo de alimentos y fibras naturales para vivir, sino también de una atmósfera con un adecuado balance de anhídrido carbónico y oxígeno, la moderación climática provista por los océanos y las masas de vegetación, y agua pura para uso humano e industrial. Agregó además, que estos "recursos esenciales" eran eficientemente provistos aún por los paisajes menos productivos.

El reconocimiento de la relación entre economía y ambiente y de la dependencia del hombre con respecto a la naturaleza ha conducido al desarrollo de una nueva disciplina conocida como Economía Ecológica. Dentro de su marco se acepta que los ambientes naturales proveen de "bienes ecosistémicos" y de "servicios ecosistémicos", los cuales están muy ligados entre sí (Constanza *et al*, 1997; Daily, 1997). Los primeros se refieren básicamente a los recursos naturales ya mencionados arriba y es claro que son mercancías, que tienen en general valor de mercado. Esto significa también, que generan beneficios de tipo directo a los seres humanos y esa es la razón principal por la que no pasan desapercibidos. Los servicios ecosistémicos, en cambio, están referidos a un amplio rango de condiciones y procesos interrelacionados, asociados a los ecosistemas naturales y que funcionan de una manera tan compleja e inexplorada que difícilmente podrían ser sustituidos por la tecnología (Daily, 1997). Estos servicios son, entonces, el producto de esa compleja interrelación de las numerosas funciones de los ecosistemas y los responsables de mantener las condiciones óptimas de habitabilidad en los ambientes naturales. Los beneficios generados son, en general de tipo indirecto, lo que ha conducido a que pasen desapercibidos a los seres humanos, entre otras razones porque son de acceso libre ya que no pagamos

por su aprovechamiento. Entre los más importantes se reconocen:

- La regulación climática
- La reserva de agua dulce
- El control de la erosión de los suelos
- El mantenimiento de la fertilidad de los suelos
- La descomposición de la basura
- El mantenimiento de la biodiversidad
- La polinización de los cultivos y de la vegetación natural
- Esparcimiento, belleza estética, alimentación intelectual y espiritual

**La regulación climática** tiene lugar a través de diferentes procesos. El clima de la Tierra ha fluctuado de manera pronunciada desde la existencia de la humanidad debido a causas naturales. Sin embargo, el calentamiento global que se observa en la actualidad puede explicarse por las alteraciones ambientales inducidas por el hombre, a través de la modificación de una serie de procesos relacionados con la regulación del clima. Por ejemplo, el proceso de deforestación, que ha producido una dramática reducción de las superficies de bosques en todo el mundo, es responsable de la liberación a la atmósfera del carbono capturado en la biomasa forestal y en los suelos asociados. Como consecuencia, no sólo se altera el depósito de este elemento sino que también se destruye la capacidad de almacenamiento de la vegetación original (Broecker *et al*, 1979; Houghton *et al*, 1987; Adger y Brown, 1994). La acumulación de anhídrido carbónico en la atmósfera es una de las causas del efecto invernadero, con sus consecuencias negativas en la regulación de las temperaturas, las precipitaciones y procesos biológicos que dependen del clima tanto a niveles globales como locales. Además del impacto en la atmósfera, los ecosistemas ejercen una influencia física que ayuda a moderar el clima a nivel regional y local. En los trópicos, por ejemplo, la transpiración de las plantas durante las mañanas causa tormentas en la tarde, produciendo la refrigeración del suelo y evitando la pérdida local de humedad (Daily *et al* 1997 a). Los bosques en general, participan en la moderación de las temperaturas extremas

pues proveen de sombra, evitan la insolación y desecación del suelo y su erosión por parte del viento. Queda claro entonces que el clima y los ecosistemas naturales están íntimamente asociados y que la estabilidad de esa asociación es un importante beneficio derivado de la naturaleza.

**La reserva de agua dulce** realizada en los ecosistemas naturales es un servicio de particular importancia. Sólo una pequeña proporción del agua que se encuentra en la Tierra (0,77% del total) consiste en agua dulce disponible para los diferentes usos humanos. Mientras es posible que existan sustitutos para otros recursos, el agua dulce es sin duda irremplazable y en las últimas décadas su demanda ha aumentado debido al crecimiento poblacional. Los ríos, lagos y capas freáticas proveen de agua dulce, la que es regulada por los ciclos hidrológicos (Myers, 1984; Constanza *et al*, 1997). Lamentablemente, estos ciclos son alterados por los procesos de degradación ambiental. Los bosques, por ejemplo, juegan un papel muy importante en el almacenamiento de agua pues reducen la evapotranspiración del suelo y aseguran la infiltración del agua hacia las napas freáticas. Por lo tanto, la deforestación afecta de manera severa el funcionamiento de los ciclos hidrológicos.

**El control de la erosión de los suelos** es un servicio prestado por la vegetación, tanto bosques como pastizales, a través de su cobertura protectora, la que modera la acción del agua y el viento y evita por lo tanto la erosión hídrica y eólica aceleradas (Myers, 1984; Constanza *et al*, 1997; Sala y Paruelo, 1997). La importancia de este servicio se pone de manifiesto cuando se observa el grado de erosión que a veces presentan los suelos sometidos a cultivos; ellos suelen quedar totalmente expuestos en épocas de lluvias o vientos, sufriendo fuertes procesos erosivos que afectan su productividad.

**El mantenimiento de la fertilidad de los suelos** se realiza a través de los procesos de descomposición, ciclado de nutrientes, acumulación de materia orgánica y fijación de nitrógeno (Daily *et al*, 1997 b). Una cantidad importante de organismos terrestres mueren cada año y sus restos, junto con sus excrementos, son consumidos por los organismos del suelo. Estos son los "descomponedores" de la cadena

trófica, que obtienen su energía de las grandes y complejas moléculas orgánicas provenientes de los individuos muertos. El número de especies que componen la biota del suelo es enorme y de gran abundancia. Sin embargo, el conocimiento de los microorganismos, por ejemplo, es sin dudas insuficiente a pesar de su importancia relacionada con la descomposición última de la materia orgánica que produce la liberación de los minerales para su uso por las plantas (Swift y Anderson, 1994).

**La descomposición de la basura** se produce también en el suelo junto con la descomposición de la materia orgánica, en un proceso similar al descrito arriba. Este servicio no es trivial. Las poblaciones humanas generan enormes cantidades de basura, tanto de origen doméstico como industrial, lo que ha originado un verdadero problema a los municipios que deben encargarse de su eliminación. Sin embargo, la naturaleza ha venido prestando este servicio de manera gratuita gracias al amplio rango y combinación de organismos descomponedores, algunos de los cuales son capaces de producir reacciones altamente especializadas que descomponen compuestos químicos muy variados y complejos (Daily *et al*, 1997 a).

**El mantenimiento de la biodiversidad** es un servicio relacionado con la variedad de formas de vida en todos los niveles de organización, desde el molecular al ecosistémico. En general, la biodiversidad se asocia a la cantidad de especies que forman una comunidad particular respondiendo a un determinado arreglo de condiciones físicas y biológicas que producen los ecosistemas; es generada y mantenida en los ecosistemas naturales, donde los organismos encuentran una amplia variedad de condiciones para su desarrollo. La importancia de la biodiversidad reside en que provee de los recursos genéticos y bioquímicos necesarios para el desarrollo de la agricultura, la ganadería y la producción de medicamentos, permitiendo la adaptación de estas actividades al cambio global (Myers, 1997; Constanza *et al*, 1997). Cabe preguntarse cuántos nuevos cultivos pueden hallarse todavía entre las plantas silvestres esperando ser descubiertos. O bien, qué nuevas plagas para la agricultura pueden aparecer todavía requiriendo el desarrollo de variedades resistentes, para lo cual habrá que recurrir a la

información genética guardada en la naturaleza. Sería también interesante conocer cuántas curas para muchas enfermedades actuales y futuras pueden obtenerse todavía de las plantas silvestres.

**La polinización de cultivos y de la vegetación natural** es un servicio que pasa inadvertido y que es absolutamente necesario para la reproducción de la mayoría de las plantas con flores (Buchmann y Nabhan, 1999). Cerca de 220.000 plantas requieren de la polinización por insectos y otros organismos (Daily *et al*, 1997 a). Este número incluye especies silvestres y cerca del 70 % de los cultivos que alimentan al mundo. Alrededor de 100.000 diferentes especies animales (la mayoría insectos) proveen de este servicio gratuitamente (Daily *et al*, 1997 a). Gracias a ello se perpetúan las plantas de los cultivos, los jardines, los pastizales y los bosques.

**Esparcimiento, belleza estética, alimentación intelectual y espiritual**, son beneficios disfrutados por la humanidad. Las numerosas visitas a las áreas protegidas, tales como nuestros parques nacionales, son un indicador de la profunda gratificación que muchas personas obtienen de la contemplación de la naturaleza. Del mismo modo, las actividades que se realizan al aire libre, como observación de aves, caminatas, campamentos, escalamientos, pesca y caza, buceo, fotografía, ecoturismo etc., demuestran que la naturaleza es una fuente extraordinaria de bienestar, salud, placer, paz, inspiración y belleza.

La falta de atención sobre el rol fundamental que juegan los servicios ecosistémicos en nuestra vida es fácil de entender, no se advierte su importancia si no se altera su condición, o su pérdida se hace evidente. Más aún, hasta hace muy poco tiempo se consideró que los bienes y servicios ecosistémicos eran regalos de la naturaleza cuya provisión estaba asegurada (Repetto, 1992). Semejante apreciación se debe, en gran parte, a que son tan fundamentales para la vida humana y se producen a una escala tan enorme que es difícil de entender que las actividades humanas puedan afectarlos de manera irreparable. Sin embargo, es cada vez más evidente que la explotación a gran escala de los recursos puede no sólo agotar la producción de bienes (veamos, por ejemplo, el caso de las

pesquerías oceánicas, degradadas en casi todo el mundo), sino también afectar los servicios ecosistémicos.

La tala completa de un bosque, bajo el criterio de máxima eficiencia económica, puede acarrear una serie de alteraciones ambientales. Es posible predecir que el suelo quedaría desnudo, facilitando su erosión por los efectos directos del agua y del viento; se alteraría el mantenimiento de la fertilidad del suelo pues se vería afectada la recuperación de materia orgánica en calidad y cantidad; se afectarían los procesos de filtración y almacenamiento del agua por el aumento de la densidad del suelo, entre otros factores; disminuirían los hábitats necesarios para mantener la biodiversidad y se reducirían los depósitos de carbono de la vegetación y el suelo. Todas estas alteraciones significan fallas en las funciones del ecosistema que afectan la calidad de los beneficios derivados de los servicios ecosistémicos correspondientes.

Si se reconociera que las alteraciones en la producción de los servicios ecosistémicos pueden producir importantes pérdidas económicas probablemente contaríamos con más incentivos para la conservación ambiental. Existen "servicios" que tienen un gran valor potencial de mercado. Las nacientes de agua, por ejemplo, tienen una importancia crucial por su relación con la provisión de agua dulce, y han adquirido gran reconocimiento en los últimos tiempos. En ello tuvo mucho que ver una experiencia ocurrida en la ciudad de Nueva York. El agua que satisface las necesidades de esta enorme urbe proviene de nacientes ubicadas en las montañas de Castkill, al noroeste de la ciudad. Durante décadas, las Castkill proveyeron de agua dulce de excelente calidad sin necesidad de filtrado ni tratamientos químicos, salvo un ligero clorado previo a su consumo por la población. El proceso de purificación era realizado de manera natural por las raíces de las plantas y los microorganismos del suelo, que actuaban simultáneamente al filtrado y sedimentación de las impurezas del agua durante su drenaje a través del suelo. En 1990, la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) detectó que el agua ya no reunía las condiciones de potabilidad requeridas y advirtió a la ciudad que debía construir a la brevedad una planta de filtrado. El monto de la in-

versión necesaria para la construcción de esta obra fue estimado en una cifra que oscilaba entre los 6 000 y los 8 000 millones de dólares, a los que había que agregar costos operativos anuales por valor de unos 300 millones de dólares (Chichilnisky y Heal, 1998). Ante semejantes montos de dinero, enormes aún para una ciudad rica como Nueva York, los funcionarios responsables del problema se preguntaron qué estaba fallando para que un proceso que fuera totalmente eficiente y gratuito durante décadas presentara problemas.

La investigación que se realizó explicó que la principal causa de la declinación del servicio se debía a la intensificación de la agricultura y a la construcción de casas de veraneo en el área de la cuenca, ya que la región tiene gran belleza escénica. Estos cambios habían provocado el aumento de residuos cloacales que contaminaban la napa freática, lo que sumado a los fertilizantes y pesticidas que quedaban en el suelo, superaban la eficacia de los procesos naturales de purificación del agua, al punto de no poder satisfacer los requerimientos de la EPA (Chichilnisky y Heal, 1998; Heal, 2000).

Una vez diagnosticado el problema se tomó conciencia de que durante décadas los habitantes de Nueva York habían disfrutado de un inmenso y oculto regalo de la naturaleza. Al mismo tiempo, los ecólogos plantearon como alternativa de solución la de reparar el enorme sistema natural de filtrado que había purificado el agua hasta entonces. Es decir, corregir los procesos degradatorios que se habían iniciado en el área de la cuenca.

Los especialistas determinaron que el daño ambiental producido no era demasiado grande y estimaron que con sólo 1500 millones de dólares (monto muy inferior al estimado para la construcción de la planta de filtrado) podían

remediar el problema. Este dinero se destinaría básicamente a comprar tierras en manos de particulares, sin necesidad de expropiación, construir plantas de tratamiento cloacales y subsidiar a los productores para que no trabajaran la tierra. Al mismo tiempo, se impusieron restricciones a nuevas construcciones (Daily y Ellison, 2002). En la actualidad, no sólo se está restaurando el sistema natural de filtrado y purificación del agua, sino también, protegiendo la belleza de esta región y recuperando sus bosques y su biodiversidad.

Este análisis nos hace recapacitar acerca del impacto de las acciones humanas sobre el ambiente y entender que la degradación ambiental no sólo afecta la provisión de bienes ecosistémicos o recursos sino también a importantes servicios ecosistémicos lo que en general no advertimos. Si bien estos servicios no tienen valor de mercado inciden tarde o temprano en la economía.

En términos generales, el crecimiento económico puede destruir hábitats y servicios ecosistémicos que originarán enormes costos a la humanidad en el mediano y largo plazo, los que probablemente excedan los beneficios económicos percibidos en el corto plazo. El mayor problema reside en que la degradación ambiental, derivada de las actividades productivas, no es registrada como un costo por el Sistema de Contabilidad Nacional de las Naciones Unidas. Esta herramienta poderosa se utiliza para calcular el Producto Bruto Interno (PBI), considerado la medida primordial de crecimiento económico. Así es como sucede, sobre todo en los países en vías de desarrollo, que un PBI alto, supuesto indicador de riqueza, puede estar enmascarando una profunda degradación ambiental de consecuencias impredecibles para las generaciones futuras.

## Bibliografía

- Adger, W.N. y Brown, K. 1994. *Land Use and the Causes of Global Warming*. John Wiley and Sons, Chichester, 271 p.
- Buchmann, S.L. y Nabhan, G.P. 1999. *The Forgotten Pollinators*. Island Press, Washington, D. C. EE.UU., 292 p.
- Broecker, W. S., Takahashi, T., Simpson, H. J. y Peng, T. H. 1979. Fate of fossil fuel carbon dioxide and the global carbon budget. *Science*, 206, pp. 409-418.
- Constanza, R., d'Arge, R., de Gross, R., Farber, F., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., Neill, R., Paruelo, J., Raskin, R., Sutton, P. y van den Belt, M. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387, pp 4-11.
- Chichilnisky, G. y Heal, G. 1998. Economic returns from the biosphere. *Nature*, 391, pp. 629-630.

- Daily, G.C. (ed.). 1997. *Nature's Services. Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Island Press, Washington, D.C. EE.UU., 392 p.
- Daily, G. C., Alexander, S., Ehrlich, P.R., Goulder, L., Lubchenco, J., Matson, P. A., Mooney, H.A., Postel, S., Schneider, S.H., Tilman, D. y Woodwell, G.M. 1997 a. Ecosystem Services: Benefits Supplied to Human Societies by Natural Ecosystems. *Issues in Ecology*, N° 2.
- Daily, G.C., Matson, P. y Vitousek, P.M. 1997 b. Ecosystem Services Supplied by Soil (pp. 113-132). En: *Nature's Services. Societal Dependence on Natural Ecosystems* (Daily, G.C., ed.). Island Press, Washington, D.C. EE.UU., 392 p.
- Daily, G.C. y Ellison, K. 2002. *The New Economy of Nature. The Quest to Make Conservation Profitable*. Island Press, Washington, D.C. EE.UU., 260 p.
- Heal, G. 2000. *Nature and the Marketplace. Capturing the Value of Ecosystem Services*. Island Press, Washington, D.C. EE.UU., 203 p.
- Houghton, R. A., Boone, R. D., Fruci, J. R., Hobbie, J. E., Melillo, J. M., Palm, C.A., Peterson, B.J., Shever, G.R. y Woodwell, G. M. 1987. The flux of carbon from terrestrial ecosystems to the atmosphere in 1980 due to changes in land use: geographic distribution of the global flux. *Tellus* 37B, pp. 122-139.
- Myers, N. 1984. Environmental Services (pp. 260-293). En: *Tropical Forests and Our Future*. W.W. Norton and Company, Nueva York, Londres.
- Myers, N. 1997. Biodiversity's Genetic Library (pp. 255-273). En: *Nature's Services. Societal Dependence on Natural Ecosystems* (Daily, G.C., ed). Island Press, Washington, D.C. EE.UU., 392 p.
- Odum, E. P. 1969. The estategy of ecosystem development. *Science*, 164, pp. 262-270.
- Primack, R., Rozzi, R., Feisinger, P., Dirzo, R. y Massardo, F. 2001. *Fundamentos de Conservación Biológica: Perspectivas Latinoamericanas*. Fondo de Cultura Económica FCE, México, D.F. México.
- Repetto, R. 1992. Los activos ambientales en la contabilidad nacional. *Investigación y Ciencia*, agosto, pp. 6-12.
- Sala, O.E. y Paruelo, J.M. 1997. Ecosystem Services in Grasslands (pp. 237-252). En: *Natures's Services. Societal Dependence on Natural Ecosystems* (Daly, G.C., ed.). Island Press, Washington, D.C. EE.UU., 392 p.
- Swift, M.J. y Anderson, J.M. 1994. Biodiversity and Ecosystem Function in Agricultural Systems (pp. 15-38). En: *Biodiversity and Ecosystem Function* (Schulze, E.-D.; Mooney, H.A., eds). Springer-Verlag, Berlín, Alemania, 525 p.