

¿Cuánto vale un mosquito?

Un acercamiento economicista al papel de los artrópodos en el funcionamiento de los ecosistemas

Ignacio RIBERA¹ y Antonio MELIC²

⁽¹⁾ Dr. Massana 14 - 2; 08760 Martorell, Barcelona

⁽²⁾ Avda. Radio Juventud 6, 50012 Zaragoza.

Resumen: Desde una perspectiva antrópica los organismos y ecosistemas son valorados en términos de producción directa consumible; sin embargo, los ecosistemas y sus componentes, prestan otro tipo de servicios que resultan imprescindibles para la especie humana que no son habitualmente reconocidos ni, por tanto, valorados. En el presente artículo se intenta ofrecer una breve síntesis de esos servicios ecológicos, prestando una atención especial al papel imputable a los artrópodos.

How much is worth a mosquito?

An economist approach to the role of arthropods in the functioning of the ecosystems -

Summary: From an anthropogenic point of view, the usual valuation of organisms and ecosystems only includes material goods which can be directly marketed and converted in cash. The ecosystems, and the arthropods as an essential part of most of them, provide a series of functions and services which are habitually not included in the economic valuation of natural resources. One way to quantify these functions and services is by the estimation of the cost of replacing them with current technology - although some are irreproducible, and in consequence their value should be considered infinite. Following the guides given in a recent paper by Constanza et al. (1997), we roughly evaluate the role of arthropods in the different functions and services provided by ecosystems.

¿Qué pasaría si de repente desaparecieran todos los mosquitos?

Ésta, o similar, es una pregunta que posiblemente nos han formulado a muchos de nosotros, entomólogos, especialmente en algunas noches bochornosas de verano cuando los mosquitos ponen en práctica la teoría, ampliamente extendida en el mundo natural, de que la especie humana es, desde ciertas perspectivas, comestible. El entomólogo, cuya condición de experto en la materia no le otorga privilegio alguno en cuanto al acoso artrópodo, no tendrá mucha disposición a efectuar una exposición prolija y detallada de las consecuencias de una hecatombe en masa que acabe con todos los culcicidos del planeta. Es verano, es tarde, hace calor y está ocupado en mantener todos sus glóbulos rojos agrupados. No obstante, más por motivos de educación hacia los presentes que por interés, formulará alguna débil consideración a propósito de que 'todos los bichos sirven para algo' o alguna vaguedad sobre 'el equilibrio de los ecosistemas...' que no suelen convencer a nadie. Otra alternativa para el entomólogo puede consistir en responder: 'absolutamente nada'.

La escena anterior -basada en hechos reales- contiene implícitas una buena serie de cuestiones de enorme importancia doctrinal y práctica. La desaparición de una especie o grupo de especies cualquiera, es una forma particular de un enunciado más general: ¿qué pasa si desaparece la biodiversidad?; o ¿qué pasa si desaparece un ecosistema?; y, en definitiva, ¿qué importancia tiene un taxon particular en un ecosistema?

Estas preguntas no son formuladas en abstracto, desde un punto de vista puramente intelectual o filosófico (al menos, no siempre), sino más bien desde la materialidad y el utilitarismo implícito en la mayor parte de las acciones y planteamientos de la 'especie provisionalmente dominante' (E^pD) del planeta, la humana. La perspectiva economicista de la cuestión varía la formulación de las preguntas aunque mantiene su esencia. Éstas quedan planteadas en términos de valoración económica (fundamentalmente en dólares USA): ¿cuál es el valor de la biodiversidad, de un ecosistema, de una especie? Puede parecer, a priori, que el intento de expresar a través de una moneda el valor de bienes naturales es un ejercicio de simple fanfarria académica; sin embargo, es un camino que ayuda a comprender, por estar expresado en términos muy próximos a la escala de valores de la sociedad, el papel de esos elementos en la Biosfera y en la supervivencia de la especie humana. Si fuéramos capaces de justificar que una especie de coleóptero 'vale' un millón de dólares, muchos de los planteamientos y actuaciones públicas y privadas que ponen en peligro su supervivencia serían considerados de forma mucho más cautelosa que en la actualidad. En gran medida estaríamos poniendo precio a la irresponsabilidad y, por tanto, ésta dejaría de quedar impune. Del mismo modo, si fuéramos capaces de valorar en términos económicos un ecosistema, un hábitat o una zona determinada, dispondríamos

de una herramienta fundamental para seleccionar aquellos que deben ser protegidos de los que puedan ser sacrificables. Este es un problema real y muy actual, pues no pueden conservarse imperturbados todos los hábitats naturales. Es necesario elegir, pero ¿cómo? La valoración económica puede brindar una solución que resuelva el problema en términos objetivos de interés general y no de simple propaganda u oportunidad política (junto a otros intereses bastardos e inconfesables); pero, además, puede ayudar a concienciar a la sociedad de lo que de verdad estamos haciendo con los recursos naturales del planeta fuera de poses y actitudes hipócritas o lamentablemente infantiles. Valorar la 'Naturaleza' lejos de mercantilizarla, la objetiva, la jerarquiza y, en consecuencia, la hace comparativa. ¿Qué es el precio sino el 'valor de cambio'?

Estamos todavía lejos de poder disponer de un sistema fiable de valoración de la 'naturaleza' como herramienta en la toma de decisiones, sin embargo, la complejidad de la cuestión no es invencible. Consideremos que hasta la fecha hemos sido capaces de resolver problemas de valoración tan difíciles como la vida humana y, por sorprendente que pueda parecer, aplicar el método con total naturalidad. Valorar la vida humana es un ejercicio habitual que se repite todos los días en muchos ámbitos distintos: cuando se plantean los metros o el tipo de valla protectora de una carretera, al planificar la disponibilidad y dotación de servicios de urgencia en núcleos urbanos pequeños, o la disponibilidad y dotación del parque de bomberos... En todos estos casos, cotidianamente, se llega a un compromiso entre el coste de aumentar la seguridad (en dinero) y el riesgo que se considera asumible (en vidas humanas), algo en lo que son expertas las compañías de seguros.

Pero ni siquiera éste es un caso excepcional. Los conflictos de intereses, tanto públicos como privados, plantean continuamente supuestos de valoración de bienes naturales en los tribunales y juzgados. Es el caso de daños a la propiedad privada natural (atropellar al gato del vecino, incendiarle el árbol de hoja caduca que todos los otoños llena nuestro porche de hojarasca, etc.), fijaciones de valor en procesos de expropiación forzosa, estimación de daños por incendios, sanciones económicas por daños contra espacios, flora y fauna protegida, etc. Sin lugar a dudas se trata de mecanismos rudimentarios e imperfectos de valoración de la naturaleza que intentan suplir la ausencia de un auténtico precio de los bienes y que en muchos casos no tienen en cuenta otros factores diferentes de la propia 'restitución' o reemplazo del bien. Sin embargo, incluso algunos de esos 'otros factores' (valor sentimental, por ejemplo), hallan cabida en la normativa y jurisprudencia. Por ejemplo, la Ley de Expropiación Forzosa fija en el 5 por ciento del justiprecio el valor afectivo de un bien (teniendo en cuenta que la expropiación debe estar justificada en una utilidad social, ese valor podría ser mayor en otros casos). Los tribunales también suelen considerar el 'valor sentimental' de los bienes (si un gamberro ha arrancado un árbol de un jardín, es conveniente que en la demanda se haga constar que fue un regalo de un pariente ya fallecido, con un enorme valor personal y afectivo, con lo que la indemnización será muy superior a la prevista). Por el mismo camino, algunos trabajos intentan establecer el impacto por incendios forestales en la vida silvestre estimando el perjuicio en términos económicos, lo cual implica calcular el perjuicio ecológico en pesetas (ver Martínez-Ruiz y Martínez-Chamorro, 1995, quienes establecen criterios de valoración de árboles centenarios afectados por incendios forestales, entre otros cálculos).

¿Cuánto vale un mosquito?

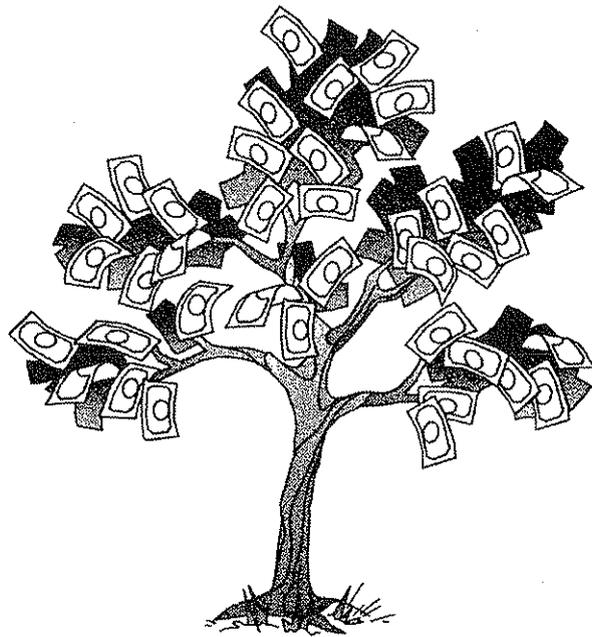
Los ejemplos del epígrafe anterior demuestran que la sociedad es capaz de establecer valoraciones de individuos o ejemplares concretos de organismos (incluido el ser humano). Ahora bien: ¿cuánto vale una especie? ¿cuánto vale, por ejemplo, *Culex pipiens*? Evidentemente, existen enormes diferencias entre valorar un individuo y valorar la especie. Ésta no es el resultado de multiplicar el valor de un individuo por su número (sería demasiado simple), del mismo modo que el valor de una espiga de trigo (que sí puede determinarse) no sirve para valorar, por simple multiplicación, el valor de la planta (como mucho podríamos determinar el valor de la cosecha mundial de este año, no el valor de la especie, cuya ausencia, para empezar, mataría de hambre a un buen puñado de millones de personas cada año). Además, nuestro ejemplo del mosquito plantea dos problemas: 1) A diferencia del trigo, el gato del vecino o el árbol ornamental de su jardín, el mosquito carece de mercado y, en consecuencia, de precio; y 2) Desde la superficial perspectiva humana, los mosquitos son especies molestas y dañinas y, en consecuencia, su 'precio' sería negativo (¿cuánto vale recibir una patada? La mayoría de las personas no estarán dispuestas a pagar ningún precio; si acaso lo pagarán por evitarlo).

En términos generales, la valoración de la biodiversidad a cualquiera de sus niveles (ecosistemas, hábitats, especies...), tiene planteados los mismos problemas que el mosquito. Por ejemplo, carece de un mercado global, que es donde se fijan los precios. Sólo la parte de bienes y servicios obtenidos actualmente en forma de cosechas, maderas, medicinas y otros recursos (por ejemplo, usos recreativos y culturales, etc.) es evaluable directamente. Este valor total (conocido como Valor de Uso Directo; en adelante VUD) representa la cifra que la especie humana está dispuesta a pagar por esa cantidad de bienes y servicios en este momento. Pero la biodiversidad contiene otros aspectos que deben ser valorados aunque carecen de precio (no de valor). Se trata de valorar el conjunto de servicios que prestan los ecosistemas, como pueden ser el reciclado de carbono, oxígeno, nitrógeno... y sus efectos sobre el mantenimiento de la calidad de gases de la atmósfera y el clima, control del ciclo hidrológico y 'depuración' de aguas, protección de zonas de costa, formación y conservación del suelo y ciclo de nutrientes, tratamiento de residuos, polinización, control biológico de plagas de todo tipo, conservación de la 'biblioteca genética' utilizada por el ser humano para extraer diversos 'bienes y servicios', etc. (ver, por ejemplo, Groombridge, 1992; Ehrlich, 1995; Barbier *et al.*, 1995, entre muchos otros). Estos servicios (que pueden denominarse Valor de Uso Indirecto de la Biodiversidad; en adelante VUI) no están 'reconocidos' y, por tanto, carecen de precio. Sin embargo, cabe hacerse la siguiente pregunta: ¿cuánto estaríamos dispuestos a pagar por ellos si el 'suministro' fuera interrumpido? En algunos casos las funciones o servicios son irreproducibles por la especie humana, así que puesto que son vitales para su supervivencia, no es posible asignarles un precio: si desaparece la atmósfera no hay vida, en consecuencia el valor de la atmósfera es infinito. Sin embargo, sí es posible evaluar, por ejemplo, el coste de ciertas alteraciones en la composición atmosférica. Un reciente trabajo se ha ocupado de estos asuntos (Constanza *et al.*, 1997). En él un equipo interdisciplinario intenta valorar lo que costaría reemplazar las funciones o los servicios que proporcionan los ecosistemas naturales con medios y técnicas artificiales. El propósito de este ejercicio (y de otros muchos artículos y

trabajos recientes con un planteamiento parecido, ver por ejemplo Chichilnisky, 1996) es intentar que en la valoración que habitualmente se hace de la riqueza de un país (el producto interior bruto, o P. I. B.) se incluyan no sólo los recursos naturales que pueden proporcionar bienes comercializables de modo inmediato (minerales, petróleo, madera..., es decir, recursos minerales, energéticos y VUD de la Biodiversidad), sino también los recursos naturales que proporcionan otro tipo de prestaciones, que si bien no son comercializables directamente (todavía) son de un valor incuestionable (VUI).

El valor de los servicios prestados por la Biosfera según el trabajo citado asciende a unos 33 billones de dólares USA/año, cifra que no podría satisfacer la humanidad aunque estuviera dispuesta a ello, pues la suma del P. I. B. mundial apenas supera la mitad. Esta cifra puede que sólo sea una curiosidad económico-ecológica, pero ayuda a comprender el verdadero significado que juega la biodiversidad en el planeta, motiva la valoración más sensata de decisiones en cuestiones medioambientales (la 'irresponsabilidad' ahora tiene un precio mejor definido), e incentiva el adecuado establecimiento de políticas de protección y conservación de ecosistemas y especies. Volveremos sobre esta cuestión más adelante.

A pesar de disponer de un cierto valor estimado para el VUI (además del VUD), todavía es necesario considerar otros factores que deben ser tenidos en cuenta en la determinación del precio de nuestro mosquito y, por extensión, de la biodiversidad. Se trata, en esta ocasión, de dos componentes muy difíciles de cuantificar: el Valor de Opción (en adelante, VO) y el Coste de Oportunidad (en adelante, CO). Ambos son, sin embargo, fáciles de definir: el VO es el valor actualizado de las futuras aplicaciones de la biodiversidad, tanto en forma de uso directo (nuevos alimentos, variedades genéticas más resistentes, etc...), como de uso indirecto (por ejemplo, utilización de organismos como detritívoros o depredadores de plagas agrícolas o sanitarias, descubrimiento de papeles ecológicos ignorados, etc.). El número de especies es, en la actualidad, un misterio. No sabemos cuántas especies existen, ni su biología y el papel ecológico que desarrollan en el seno de los ecosistemas. Sin embargo, sí sabemos que la biodiversidad es una fuente permanente de recursos de distinto tipo para la especie humana. El problema es cómo conocer -y valorar- esos recursos que todavía están por ser descubiertos. Junto a este concepto, el Coste de Oportunidad termina de complicar las cosas. En términos económicos puede definirse como el precio de la alternativa perdida y se plantea cuando los recursos disponibles son escasos en presencia de alternativas mutuamente excluyentes que lo superan y que obligan a elegir. En el marco de este artículo, la cuestión puede plantearse en términos de consumo actual (perdiendo o reduciendo Biodiversidad) frente a su conservación. La pérdida de biodiversidad implica una satisfacción actual de necesidades, que se mide como un 'ingreso' en el VUD (por ejemplo, madera proveniente de la tala de selva brasileña), pero lleva incorporado un 'coste' futuro que básicamente recaerá sobre las próximas generaciones (no sólo no dispondrán de madera si los bosques desaparecen; además tendrán un déficit, tal vez definitivo, en servicios ecológicos VUI; además habremos reducido considerablemente su VO, pues tendrán 'menos posibilidades' de descubrir nuevos recursos, ya que la biodiversidad global será menor que la actual). Ese 'coste futuro' es el CO. Diferentes autores han señalado la existencia de límites a la posibilidad de cuantificar el valor de la biodiversidad (por ejemplo, Norton, 1988).



Este es el caso del Coste de Oportunidad y tal vez por ello (aunque también por otras causas fácilmente comprensibles), la biodiversidad ha sido definida como un 'bien público' (por ejemplo, Hanemann, 1988; Tickell, 1996), única forma -al menos hipotética- de salvaguardar los derechos de las generaciones futuras, especialmente a la luz de que muchas de las decisiones adoptadas en la actualidad tienen consecuencias irreversibles. ¿Cómo valorar derechos que corresponde administrar a personas aún no nacidas? El gran peligro -y de ahí el enorme coste de oportunidad que puede derivarse- es que muchas de las decisiones actuales son adoptadas sin disponer de información sobre las futuras consecuencias (Tickell, 1996). De hecho, puede decirse que el CO no se distribuye equitativamente en el tiempo, pero lo cierto es que tampoco lo hace en el espacio. La pérdida de biodiversidad global no afecta por igual a todos los individuos y sociedades que conforman la especie humana (Barbier *et al.*, 1995), depende de su ubicación geográfica sobre el planeta, de la situación económica del país en que resida y de su nivel de renta personal.

Salvando pequeñas matizaciones, como por ejemplo, el llamado Valor de No Uso (ver Groombridge, 1992) que encierra valoraciones de tipo cultural, ético, etc., que bien podrían quedar integradas en el VO como patrimonio conservado y a transmitir, el valor de los servicios de la biodiversidad queda integrado como la suma algebraica de: VUD + VUI + VO + CO. Los dos primeros sumandos pueden cuantificarse o estimarse con un razonable grado de aproximación; los dos últimos son harina de otro costal y requieren todavía de un análisis profundo y del perfeccionamiento de técnicas de futurología que, en estos momentos, están más cerca de la magia que de la ciencia. Conocemos, no obstante, un valor mínimo de los servicios prestados por la biodiversidad, aunque ignoremos el valor total. Algo es algo.

Es necesario hacer una breve matización. En las páginas anteriores nos hemos referido reiteradamente a la posibilidad de establecer el valor de la biodiversidad; sin embargo, este valor no debe confundirse con la suma algebraica de los valores de uso, de opción y coste de oportunidad. Todos ellos (en conjunto) sólo representan el valor de los

servicios prestados anualmente por la biodiversidad, es decir, utilizando un ejemplo financiero, el importe de la renta o intereses generados por un capital. Valorar la biodiversidad requiere determinar el importe del capital (capital natural). Existen múltiples métodos económico-financieros para valorar un capital a partir de su capacidad para generar una renta, pero estos métodos no parecen adecuados para fijar el valor de la biodiversidad.

Nuestra intención inicial era valorar un mosquito (o una especie de mosquito). No podemos conseguirlo, por supuesto, y seguramente no es especialmente importante. Lo realmente trascendente es tomar conciencia de que los organismos no sólo tienen un valor de uso directo valuable en términos de producción o cosechas, o un valor negativo que representa el perjuicio directo perceptible por la especie humana (molestias, daños a la salud, plagas...), sino también un enorme valor ecológico como componentes de ecosistemas productores de servicios esenciales para la supervivencia humana. Determinar exactamente qué parte de esa función es realizada por cada especie (lo que nos permitiría valorarla indirectamente) es objetivo prácticamente imposible. Desconocemos aproximadamente el 95 por ciento de las especies, el papel ecológico que desarrolla cada una de ellas y una buena parte del 5 por ciento restante, así como el complejo y delicado sistema de conexiones que pone en marcha la maquinaria del ecosistema (incluida la función en su seno de la biodiversidad).

No podemos liquidar este epígrafe sin presentar un valor, al menos simbólico, para nuestro mosquito. Puede decirse que el valor calculado por Constanza *et al.* (1997) de los servicios ecológicos prestados por todos los ecosistemas mundiales serían, en último término, imputables a los organismos que los mantienen en funcionamiento. La cifra asciende a 33 billones de dólares USA. Las estimaciones del número de especies que componen la biodiversidad se mueven en una banda que oscila entre los 4 y 100 millones, por lo que la cifra de 33 millones puede considerarse 'razonablemente asumible'. En consecuencia, el VUI medio de un organismo cualquiera es, bajo estas premisas, un millón de dólares USA/año. Como mínimo.

¿Para qué sirve un mosquito?

Si formalizamos un poco la pregunta con la que iniciamos el artículo, podría reformularse así: ¿qué importancia puede tener una especie particular en un ecosistema? De modo más general, y puesto que de artrópodos va el tema, ¿qué importancia, qué papel juegan los artrópodos en la naturaleza? Hay muchas posibles maneras de enfocar la respuesta, pero considerando el marco general de esta monografía, vamos a adoptar una aproximación 'utilitarista' y a intentar valorar la importancia de los artrópodos en el funcionamiento de los ecosistemas desde nuestra particular perspectiva de E^D (Especie provisionalmente Dominante).

Vamos a seguir, en lo posible, los pasos de Constanza *et al.* (1997, así como la información complementaria accesible vía Internet) y, cómo no, el planteamiento que venimos esbozando desde el comienzo de este artículo. En lo que queda por delante, intentaremos ser más concisos y sintéticos.

Constanza *et al.* (1997) resumen las funciones y servicios prestados por los ecosistemas en una lista reproducida como Tabla 1 en este artículo. Los mismos autores del artículo reconocen que se trata de una clasificación que en ocasiones resulta redundante y de un listado no exhaustivo, pero a nuestros efectos constituye, sin duda alguna, una buena base para discutir el papel de los artrópodos en el funcionamiento de los ecosistemas. La Tabla 2 recoge una aproximación para el caso de España de los valores calculados por Constanza *et al.* (1997) por ha y año. En algunas de las funciones o servicios incluidos en la Tabla 1 los artrópodos juegan un papel cuantitativamente escaso, aunque sea posible encontrar conexiones más o menos justificadas. Pasaremos un poco por alto estos apartados 'menores', deteniéndonos un poco más en aquellos en los que los artrópodos son artistas principales. En algunos casos dos o más apartados se tratan conjuntamente por estar muy relacionados en lo que a artrópodos se refiere. Como se verá, en la mayoría de los casos el tema es tratado con detalle en este mismo volumen, y cuando ello ocurre simplemente remitimos al lector al artículo correspondiente al objeto de evitar reiteraciones (ver Anejo I, a modo de índice).

• Regulación de la composición de la atmósfera y del clima

Todavía no se ha encontrado el artrópodo autótrofo (aunque no sería del todo raro que existiese, con algas simbiotes, por supuesto), así que todos son consumidores de O₂ y productores netos de CO₂. La importancia global de este proceso dependerá de la biomasa total de los artrópodos, y de su tasa metabólica media. Los artrópodos son parte principal de la materia viva de los ecosistemas, tan sólo superados por las plantas en la mayoría de ambientes, y por grupos concretos de animales en ambientes determinados. En una estimación superficial, Williams (1964) establece la cifra de 10¹⁸ o 10¹⁹ insectos viviendo en todo momento sobre la superficie de la Tierra, un número nada desdeñable.

Tema diferente es el del papel de los artrópodos en la elaboración de otro tipo de gases, que pueden tener efectos en el clima (además de en la composición atmosférica *per se*), como son el metano u otros gases procedentes de la descomposición orgánica. Aquí la importancia de los artrópodos es indirecta, interviniendo a través de su función de descomponedores de materia orgánica en el suelo o en el agua -lo que se tratará más adelante.

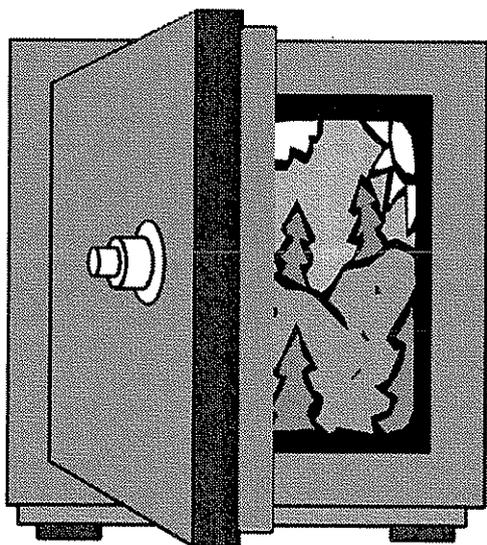


Tabla 1
Servicios y funciones que desempeñan los ecosistemas (adaptado de Constanza *et al.*, 1997).
 Con asterisco (*), funciones y servicios en los que los artrópodos pueden desempeñar un papel de importancia.

Servicio	Función	Ejemplos
Regulación de gases	Regulación de la composición química de la atmósfera	Balace de CO ₂ /O ₂ , producción o destrucción de ozono, niveles de SO ₃
Regulación del clima	Regulación de la temperatura, precipitación y otros procesos climáticos a escala global o local	Regulación de gases invernadero, procesos que afectan a la producción de nubes
Regulación de perturbaciones	Regular la respuesta de los ecosistemas a las perturbaciones	Protección contra tormentas, inundaciones, sequías, controladas principalmente por la estructura de la vegetación
Regulación del agua	Regulación de los flujos hidrológicos	Provisión de flujos de agua para la agricultura o la industria (p. ej. molinos)
Suministro de agua	Almacenamiento y retención de agua	Provisión de agua por zonas húmedas, embalses o acuíferos
Control de la erosión y retención de sedimentos	Retención del suelo dentro del ecosistema	Prevención de la pérdida de suelo por el viento, la escorrentía u otros procesos, retención de limos en lagos y humedales
Formación de suelos*	Procesos de formación del suelo	Erosión de las rocas y acumulación de materia orgánica
Reciclado de nutrientes*	Almacenamiento, reciclado interno, procesado y adquisición de nutrientes	Fijación de nitrógeno, fósforo, y otros elementos o nutrientes
Tratamiento de residuos*	Recuperación de nutrientes móviles, y eliminación o descomposición del exceso de nutrientes y compuestos externos	Tratamiento de residuos, control de la polución, detoxificación
Polinización*	Transporte de los gametos florales	Suministro de polinizadores para la reproducción de plantas
Control biológico*	Regulación trófico-dinámica de las poblaciones	Control de especies presa con predadores, reducción de las poblaciones de herbívoros mediante predadores
Refugio	Hábitat para poblaciones residentes o transitorias	Criaderos, hábitats para especies migratorias, zonas de invernada
Producción de alimentos	Porción de la producción primaria bruta extraíble como comida	Producción de pesca, caza, cultivos, frutos
Materias primas	Porción de la producción primaria extraíble como materias primas	Producción de combustible, madera y pienso
Recursos genéticos*	Fuentes de materiales y productos biológicos únicos	Medicinas, materiales de uso científico, genes de resistencia a pestes o patógenos, especies ornamentales
Recreo*	Proporcionar oportunidades para actividades recreativas	Eco-turismo, pesca deportiva, otras actividades recreativas al aire libre
Servicios culturales*	Proporcionar oportunidades para actividades no lucrativas	Valores estéticos, artísticos, educativos, espirituales y / o científicos

Tabla 2
Valor en dólares americanos de 1994 de los servicios que proporcionan distintos biomas terrestres en España.

Los datos de superficie se obtuvieron del Anuario El País (1996) y Casado & Montes (1995). Los datos de los valores por hectárea y año se han tomado de Constanza *et al.* (1997). Ver Tabla 1 para la explicación de los servicios. n: el papel del bioma respecto a esta función es nulo o insignificante.

Bioma Terrestre	Bosque	Pastos	Humedales	Lagos /ríos	Agrícola
Área (ha x10 ⁶)	16,2	6,5	0,114	0,6	4,7
Servicios (US\$ x 10 ⁶ / ha año)					
1 Regulación de gases	n	7	133	n	n
2 Regulación del clima	141	0	n	n	n
3 Regulación de perturbaciones	2	n	4539	n	n
4 Regulación del agua	2	3	15	5445	n
5 Suministro de agua	3	n	3800	2117	n
6 Control erosión y retención sedimentos	96	29	n	n	n
7 Formación de suelos	10	1	n	n	n
8 Reciclado de nutrientes	361	n	n	n	n
9 Tratamiento de residuos	87	87	4177	665	n
10 Polinización	n	25	n	n	14
11 Control biológico	2	23	n	n	24
12 Refugio	n	n	304	n	n
13 Producción de alimentos	43	67	256	41	54
14 Materias primas	138	n	106	n	n
15 Recursos genéticos	16	0	n	n	n
16 Recreo	66	2	574	230	n
17 Servicios culturales	2	n	881	n	n
Valor total: US\$ x 10 ⁶ / ha año	969	244	14785	8498	92
Valor total: US\$ x 10 ⁶ / año	15697,8	1586	1685,5	5098,8	432,4

- *Regulación de las perturbaciones, y del flujo y suministro de agua, control de la erosión y retención de sedimentos*

Estos son apartados en los que la estructura vegetal y del suelo de los ecosistemas juegan un papel predominante. Los artrópodos no tienen tampoco importancia directa, pero sí indirecta, a través de su influencia en la estructura del suelo y de la cubierta vegetal.

La presencia de una cubierta vegetal desarrollada es un factor clave tanto para la retención de suelo como para la amortiguación de las irregularidades en las precipitaciones (es decir, en la regulación de los flujos de escorrentía) y la erosión excesiva. La presencia de una cubierta vegetal desarrollada depende a su vez del reciclado de los nutrientes del sistema a través de los organismos del suelo. Ya sea en climas templados o fríos, en los que la relativa lentitud de los procesos de descomposición hace que se acumulen suelos potentes, con un gran acumulo de materia orgánica en espera de ser degradada, o en climas tropicales, en donde el reciclado es casi inmediato y no existen suelos desarrollados (todos los nutrientes del sistema están en uso, en forma de árbol la mayoría), si no existe descomposición el sistema no se sostiene. Como se verá más adelante, los artrópodos juegan un papel primordial en estos procesos.

Hay otro aspecto en el que los artrópodos pueden influir en la cubierta vegetal: a través de la acción de fitófagos, que o bien la consumen directamente, o bien transmiten enfermedades (generalmente hongos o virus) que la destruyen. De modo indirecto, la acción de parásitos o predadores sobre

estos fitófagos (sean o no artrópodos) es también una forma por la que los artrópodos pueden alterar la estructura, la composición, y la biomasa de la cobertura vegetal.

- *Formación del suelo y ciclo de nutrientes*

En estos apartados el papel de los artrópodos sí es fundamental. En una reseña de un reciente simposio Groffman (1997) da la cifra de hasta un millón de artrópodos por m² de suelo típico. Williams (1964) da la cifra de 400 millones de insectos y 700 millones de ácaros por acre de suelo forestal en Inglaterra (1 acre es aproximadamente 0.4 hectáreas, o sea 100.000 insectos y 175.000 ácaros por m²). La biota del suelo y el sedimento procesa cerca del 80% de la materia orgánica que las plantas producen, degradándola en CO₂ y materia orgánica e inorgánica del suelo y poniéndola por tanto nuevamente a disposición de las plantas, en un proceso de reciclado que es esencial para el mantenimiento de los ecosistemas.

La composición taxonómica de esta fauna del suelo sólo es conocida de una forma muy aproximada. En su mayor parte, está constituida por microartrópodos de difícil estudio (como los ácaros, uno de los grupos principales), de los que todavía se sabe muy poco. Incluso en ambientes dulceacuícolas, en principio mejor estudiados por el interés inmediato que los procesos de descomposición tienen en la calidad de las aguas, el conocimiento taxonómico de la microfauna de descomponedores es todavía escaso. En el mismo artículo de Groffman (1997) se recoge el dato de que en estudios sistemáticos de la fauna del sedimento en los Estados Unidos

todavía se encuentra una especie nueva de crustáceo aproximadamente cada 50 muestras. Algunas de estas especies son esenciales en los procesos de descomposición, constituyendo especies clave de las que puede depender en gran medida el buen funcionamiento de todo el sistema. La ignorancia más absoluta de su autoecología puede fácilmente conducir a que alteraciones que se presuman leves alteren de forma profunda el funcionamiento de procesos clave en el ecosistema. La vulnerabilidad a la pérdida de diversidad por alteraciones antrópicas en estos grupos de organismos es totalmente desconocida.

• Tratamiento de residuos

La importancia de los artrópodos se centra en su papel como descomponedores de materia orgánica, algo ya parcialmente comentado en el apartado anterior. No es importante su posible actividad como detoxificadora de contaminantes inorgánicos habituales, pero sí de la contaminación orgánica tanto de ambientes acuáticos como terrestres. Dos aspectos concretos a destacar son la fauna coprófaga y necrófaga, y la reducción de la eutrofización en ambientes acuáticos por parte del zooplancton (buena parte del cual son artrópodos), temas tratados en este volumen para los ambientes terrestres.

En ambientes acuáticos existe también una fauna coprófaga y necrófaga característica, compuesta en buena medida por artrópodos. En este medio se da además un proceso que no tiene un equivalente claro en el medio terrestre, que es el del transporte vertical de nutrientes por medio de las heces. Muchos de los artrópodos del plancton (generalmente crustáceos, como por ejemplo copépodos) envuelven las heces en una especie de membrana gelatinosa, formando paquetes más o menos compactos que no se disuelven en el agua de modo inmediato, sino que se hunden por efecto de la gravedad (Margalef, 1983). La ventaja inmediata para el organismo no está todavía clara. Podría ser un modo de deshacerse rápidamente de una posible fuente de problemas, al ser las heces fácilmente localizables por posibles predadores, pero el efecto es un modo de transporte rápido y eficaz de nutrientes desde la superficie al fondo, en donde existe toda una fauna que espera como maná (literalmente) la lluvia de excrementos que de forma constante se les viene encima.

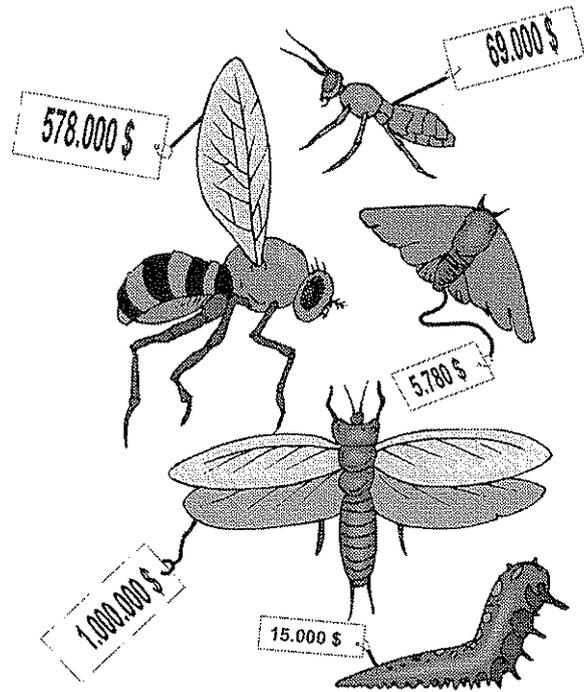
Además de este tipo de procesos particulares, el papel de los artrópodos en la degradación y descomposición de residuos orgánicos en el medio acuático es también esencial, aunque generalmente mediado por la actividad de los hongos, cuya actividad inicial es muchas veces imprescindible para que la fauna de artrópodos pueda iniciar su ataque a los restos vegetales (Margalef, 1983; Williams & Feltmate, 1992).

• Polinización

Este es otro de los aspectos en los que los artrópodos son artistas principales. Sólo marginalmente, y en ambientes concretos, otros grupos pueden rivalizar en importancia con ellos, como las aves (principalmente colibríes) o algunos mamíferos, y no sólo los murciélagos frugívoros (Carthew & Goldingay, 1996). El tema de la polinización se trata de modo exhaustivo en otro artículo de este volumen.

• Control biológico

Sin duda éste es uno de los aspectos en los que los artrópodos tienen mayor importancia en los ecosistemas, tanto desde un punto de vista puramente economicista como



adoptando un enfoque más general. Los capítulos dedicados al tema en esta monografía así lo demuestran (depredadores, parásitos y seminívoros). En muy pocos casos el agente controlador no es un artrópodo.

• Refugio

El papel en este caso vuelve a ser indirecto, tanto por la ya tantas veces comentada influencia en la estructura general de la vegetación, como por ser ellos mismos parte importante de los posibles hábitats refugio: son el recurso alimentario que permitirá a otros grupos utilizarlos de modo transitorio, permitiendo en última instancia su continuidad. Así, las lagunas someras salobres son refugio de multitud de aves migratorias en buena parte por la extraordinaria abundancia de algunas especies de artrópodos (generalmente crustáceos), que en determinadas épocas del año se desarrollan en ellas (Margalef, 1983). Del mismo modo, buena parte de los recursos alimenticios que hacen que zonas de una acusada estacionalidad se conviertan en refugio de muchas especies en las épocas de mayor productividad (como en primavera y verano en el Ártico) están formados por especies de artrópodos.

Los artrópodos, por su menor tamaño, son en particular importantes para la alimentación de las fases juveniles de muchos organismos tanto acuáticos como terrestres, permitiendo concentraciones elevadas de individuos inmaduros en zonas de cría de especies que en estado adulto se alimentan de presas de mayor tamaño.

• Producción de alimento

La tradición culinaria de Europa occidental no incluye a los insectos en la dieta habitual, aunque sí a los crustáceos - por lo menos en el sur. Otras culturas incorporan a los insectos en su menú de cada día y, considerados globalmente, los artrópodos juegan un papel importante en la alimentación de sectores amplios de la humanidad. En esta misma monografía se trata la importancia de los artrópodos como fuente

de alimento en dos trabajos, así como la apicultura (ver también Defoliart, 1995).

Hasta aquí el papel positivo de los artrópodos como fuente de alimento. La cruz es sin duda su papel como competidores feroces de los humanos por los mismos alimentos, en particular por los que la E'D considera como 'suyos'. Los artrópodos juegan un papel limitante clave en la producción ganadera y agrícola, y en particular en la conservación de esta producción (sobre todo la agrícola). Temas todos ellos tratados en esta monografía: plagas de productos agrícolas, forestales, de productos almacenados y daños al patrimonio histórico y cultural (junto a los artículos sobre su control), entomología veterinaria y ciclos de artrópodos parásitos.

• *Materia prima*

En general las materias primas que los artrópodos proporcionan tienen una importancia global únicamente anecdótica. No se puede decir que la cantaridina, la colchicina, la laca u otros productos obtenidos de artrópodos (en los ejemplos mencionados, de coleópteros meloidos y de homópteros respectivamente) sean de una importancia económica determinante, por lo menos en la actualidad. Sí hay dos materias primas que han sido, y en cierta medida continúan siendo, de una importancia fundamental: la seda y los productos derivados de las explotaciones apícolas.

• *Recursos genéticos, recreo, y servicios culturales*

El denominador común subyacente a todos estos servicios es la extraordinaria diversidad de los artrópodos. La importancia tanto de los recursos genéticos -directamente proporcionales a la diversidad genética- así como de la función cultural o recreativa de los artrópodos radica en la variedad y la plasticidad que hace que distintos grupos de artrópodos estén bien representados en prácticamente todos los ecosistemas, incluido el urbano. No puede tampoco dejar de destacarse el papel simbólico que juegan en determinadas culturas primitivas (habitualmente con carácter de fenómeno religioso) y modernas, y su utilización en diversos medios. Prácticamente la última sección del volumen está dedicada a estos aspectos. Asimismo pueden verse otros temas relacionados con los artrópodos como generadores de información (por ejemplo, entomología forense, bioindicadores ecológicos, etc.), como animales de experimentación, etc.

• *Otras consideraciones*

Aspectos más directamente relacionados con la diversidad se tratan en otro artículo específico (ver el trabajo de Martín Piera). Hay sin embargo dos temas importantes, habitualmente poco destacados, que merecen un tratamiento más detallado. Uno es el papel de la diversidad en el mantenimiento del normal funcionamiento de los ecosistemas, y otro el de los organismos patógenos (ya sean parásitos, parasitoides o vectores) como generadores de diversidad en otros grupos. Sobre el primero pueden consultarse cualquiera de los volúmenes clásicos sobre biodiversidad, comenzando por el mítico *Biodiversity* (Wilson, 1988) y continuando con varios de los citados en la primera parte de este artículo (Groombridge, 1992; Ricklefs & Schluter, 1993; Heywood, 1995). También puede verse Ramakrishnan (1996), artículo en el que se hace un análisis del tema 'desde la dimensión humana'.

Respecto al segundo tema, el papel de los organismos patógenos, llevamos demasiado tiempo utilizando el pretexto del mosquito como para no reservar el epígrafe final.

¿Cuánto pagar por recibir una buena patada?

La importancia cuantitativa de parásitos y patógenos se suele infravalorar. Muchas veces ni siquiera se incluyen en la representación de las cadenas tróficas de los ecosistemas (a pesar de que más de la mitad de las especies animales pueden en algún momento de su ciclo ser parásitas, Marcogliese & Cone, 1977), y su importancia tanto a escalas ecológicas (en el funcionamiento diario de los ecosistemas, ver por ejemplo, Dobson & Hudson, 1986; o Minchella & Scott, 1991) como evolutivas (no sólo en fenómenos de especiación, sino en el origen, y sobre todo el mantenimiento, de grandes innovaciones, como el sexo, ver por ejemplo Hurst & Peck [1996], u otros artículos en el mismo número monográfico de *Trends in Ecology and Evolution*) es cada vez más apreciada. Ni que decir tiene que muchos de ellos son artrópodos, sobre todo en lo que a vectores se refiere.

Siguiendo con esta tónica, tampoco se suele prestar mucha atención a la hipótesis de que los organismos patógenos, bien sean directamente parásitos o vectores de hongos o virus, y en algunos casos, los fitófagos, pueden ser un agente principal en la generación y el mantenimiento de la diversidad de árboles en los bosques tropicales. El principio teórico es simple: si un árbol viejo está lleno de patógenos, es más fácil que un árbol joven que crezca cerca se infecte. Si es de la misma especie será vulnerable a los mismos patógenos, y no podrá crecer. Esto hace que al lado de un árbol maduro sea más probable que crezcan árboles de otras especies. El efecto global es aumentar la diversidad, es decir, el número de especies por unidad de área, y reducir la dominancia, la proliferación de una especie de árboles a densidades grandes (Wills, 1996).

El proceso es parecido a lo que en términos epidemiológicos (y aplicado al ganado) se llama la 'vacunación del rebaño', algo bien conocido también en epidemiología humana: para que una enfermedad o un parásito que se transmite horizontalmente (por contagio, en oposición a la transmisión vertical, de progenitores a descendencia) se mantenga viable en una población tiene que haber una densidad mínima de huéspedes potenciales. Si la densidad es muy baja, es poco probable que se produzca la transmisión. En el caso de poblaciones de una misma especie, 'huésped potencial' es el que no es inmune (por ejemplo, por no estar vacunado). Si la probabilidad de que un individuo enfermo encuentre otro que no esté vacunado - y al que le pueda transmitir su enfermedad o sus parásitos - es muy baja, la cadena de transmisión se rompe, aunque no todos los individuos estén inmunizados. Cuando todos los individuos de la especie son susceptibles de ser atacados, la solución está en disminuir su densidad, de modo que sea poco probable que un individuo infectado pueda transmitir su enfermedad a algún congénere.

Hay datos experimentales que parecen demostrar que efectivamente la extraordinaria riqueza en especies de árboles de algunos bosques tropicales se debe al efecto de los patógenos (por ejemplo, en la isla de Barro Colorado, Panamá, Wills *et al.*, 1997). En algunos bosques son comunes hasta 300 especies de árbol por hectárea. Hay pocas evidencias de que existan interacciones entre especies distintas, y

no parece que haya competencia por recursos o por el espacio. La regulación de las poblaciones se hace por competencia intraespecífica, o por efecto del aumento de la densidad de individuos de una misma especie -lo que favorece la transmisión de patógenos, como hemos visto.

De confirmarse estos datos todavía preliminares, el mantenimiento de la diversidad de los bosques tropicales podría depender del mantenimiento de la diversidad de patógenos, parásitos, y huéspedes intermediarios que los

mantienen o dispersan, muchos de los cuales son artrópodos. Mecanismos parecidos podrían actuar con otros grupos de organismos, ya dentro del reino animal. De hecho, la teoría de 'Hypersea' propone una justificación a la mayor biodiversidad terrestre frente a la acuática basada en el papel del parasitismo terrestre (ver McMenamin & McMenamin, 1994).

Así que después de todo puede que los mosquitos sí sirvan para algo.

Bibliografía

- BARBIER, E. B., BROW, G., DALMAZZONE, S. *et al.* 1995. The Economic Value of Biodiversity. En: HEYWOOD, V. H. (ed.): *Global Biodiversity Assessment*. Cambridge Univ. Press., 823-914.
- CARTHEW, S. M. & GOLDINGAY, R. L. 1996. Non-flying mammals as pollinators. *Trends in Ecology and Evolution*, **12**: 85-125.
- CASADO, S. & MONTES, C. 1995. Guía de los lagos y humedales de España. J.M. Reyero Ed., Madrid, 255 pp.
- CHICHILNISKY, G. 1996. The economic value of the Earth's resources. *Trends in Ecology and Evolution*, **11**: 135-140.
- CONSTANZA, R., D'ARGE, R. DE GROOT, R., FARBER, S., GRASSO, M., HANNON, B., LIMBURG, K., NAEEM, S., O'NEILL, R. V., PARUELO, J., RASKIN, R. G., SUTTON, P. & VAN DER BELT, M. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, **387**: 253-260; datos adicionales en <http://www.nature.com>.
- DEFOLIART, G. R. 1995. Edible insects as minilivestock. *Biodiversity & Conservation*, **4**: 306-321.
- DOBSON, A. P. & HUDSON, P. J. 1986. Parasites, disease and the structure of ecological communities. *Trends in Ecology and Evolution*, **1**: 11-15.
- EHRlich, P. R. 1995. Context: biodiversity and ecosystem services. En: HEYWOOD, V. H. (ed.): *Global Biodiversity Assessment*. Cambridge Univ. Press., 282-285.
- EL PAIS 1996. *Anuario*. El País, Madrid.
- GROFFMAN, P. M. 1997. Global biodiversity: is it in the mud and the dirt? *Trends in Ecology and Evolution*, **12**: 301-302.
- GROOMBRIDGE, B. (ed) 1992. *Global Biodiversity. Status of the Earth's Living Resources*. Chapman & Hall. Londres, 585 pp.
- HANEMANN, W. M. 1988. Economics and the preservation of biodiversity. En: WILSON, E. O. (Ed.): *Biodiversity*, National Academic Press, Washington D.C., 193-199.
- HEYWOOD, V. H. (ed.) 1995. *Global Biodiversity Assessment*. Cambridge Univ. Press., 1140 pp.
- HURST, L. D. & PECK, J. R. 1996. Recent advances in understanding of the evolution and maintenance of sex. *Trends in Ecology and Evolution*, **11**: 46-52.
- MARCOGLIESE, D. J. & CONE, D. K. 1997. Food webs: a plea for parasites. *Trends in Ecology and Evolution* **12**: 320-325.
- MARGALEF, R. 1983. *Limnología*. Omega, Barcelona, 1010 pp.
- MARTINEZ RUIZ, E. y MARTINEZ CHAMORRO, E. 1995.-Estimación del impacto por incendios forestales en la vida silvestre. Perjuicio económico. *Ecología*, **9**: 121-126.
- MCMENAMIN, K. & MCMENAMIN, D. 1994. *Hypersea. Life on Land*. Columbia Univ. Press. New York, 344 pp.
- MINCHELLA, D. J. & SCOTT, M. E. 1991. Parasitism: a cryptic determinant of animal community structure. *Trends in Ecology and Evolution*, **6**: 250-254.
- NORTON, B. 1988. Commodity, Amenity, and Morality. The Limits of Quantification in Valuing Biodiversity. En: WILSON, E. O. (Ed.): *Biodiversity*, National Academic Press, Washington D.C., 200-205.
- RAMAKRISHNAN, P. S. 1996. Ecological Functions of Biodiversity: The Human Dimension. En: DI CASTRI, F. & YOUNES, T.: *Biodiversity, Science and Development. Towards a New Partnership*. CAB Inter., 114-129.
- RICKLEFS, R. E. & SCHLUTER, D. 1993. *Species Diversity in Ecological Communities. Historical and Geographical perspectives*. Univ. Chicago Press, 414 pp.
- TICKELL, C. 1996. The Value of Biological Diversity: Socio-political Perspectives. En: DI CASTRI, F. & YOUNES, T.: *Biodiversity, Science and Development. Towards a New Partnership*. CAB Inter., 606-613.
- WILLIAMS, C. B. 1964. *Patterns in the balance of nature and related problems in quantitative ecology*. Academic Press, London, 324 pp.
- WILLIAMS, D. D. & FELTMATE, B. W. 1992. *Aquatic insects*. C.A.B. International, Wallingford, 358 pp.
- WILLS, C. 1996. Safety in diversity. *New Scientist*, 23 Marzo, 38-42.
- WILLS, C., CONDIT, R., FOSTER, R. B. & HUBBELL, S. P. 1997. Strong density- and diversity-related effects help to maintain species diversity in a neotropical forest. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, **94**:1252-1257.
- WILSON, E. O. 1988. *Biodiversity*. National Academy Press, Washington, 521 pp.

Anejo I

Artículos de este volumen relacionados con los servicios prestados por los Artrópodos

SERVICIO ECOLÓGICO/TEMA:	Artículo/s del volumen <i>Los Artrópodos y el Hombre</i>
Biodiversidad, recursos genéticos, etc.	<i>Apuntes sobre Biodiversidad y Conservación de Insectos: Dilemas, Ficciones y ¿Soluciones?</i> F. Martín-Piera.
Formación del suelo, ciclo de nutrientes y tratamiento de residuos	<i>Detritívoros, Coprófagos y Necrófagos.</i> E. Galante & M. A. Marcos-García.
Polinización	<i>Los insectos polinizadores: una aproximación antropocéntrica.</i> J. L. Viejo & C. Ornos-Gallego.
Control biológico	<i>El uso de depredadores en el control biológico aplicado.</i> M. Sánchez-Ruiz et al. <i>Himenópteros Parasítica y control de plagas.</i> J. L. Anento & J. Selfa. <i>Uso de curculiónidos seminívoros como controladores biológicos.</i> M. P. Gurrea.
Producción de alimento	<i>¿Por qué no comer insectos?</i> V. M. Holt. <i>Los artrópodos como fuente de alimentación.</i> J. A. Domínguez.
Materias primas	<i>Hymenoptera, S. A. (notas apícolas).</i> J. A. Domínguez. <i>Artrópodos y Homeopatía.</i> V. Martínez-Tejero.
Bioindicadores	<i>Los artrópodos como bioindicadores de la calidad de las aguas.</i> A. M. Pujante. <i>El uso de artrópodos como indicadores biológicos.</i> I. Ribera & G. Foster.
Otros servicios	<i>Los insectos y la muerte.</i> C. González-Peña (entomología forense). <i>Drosophila y otros insectos en la investigación genética.</i> E. Petitpierre (uso de artrópodos como animales de experimentación e investigación no entomológica).
Servicios culturales y recreativos: Mitología y religión. Arte Cultura Sociedad	<i>Los insectos y el hombre prehistórico.</i> X. Bellés. <i>Escarabajos Sagrados.</i> F. Martín-Piera. <i>Los insectos en la mitología y la literatura de la Grecia antigua.</i> P. Moret. <i>El Alter Ego de la mariposa.</i> D. Grustán. <i>Artrópodos y Mitología en Aragón.</i> R. Andolz. <i>Luis Buñuel y los insectos.</i> A. Sánchez-Vidal. <i>Los insectos en la literatura moderna.</i> P. Moret. <i>Los artrópodos en los tebeos.</i> A. Melic. <i>Pros y contras del coleccionismo entomológico.</i> V.V.A.A. <i>El 'apolo' que surgió del frío.</i> E. Fernández Vidal.
Relaciones negativas: Competencia por los recursos.	<i>Plagas agrícolas y forestales.</i> J. Selfa & J. L. Anento. <i>Plagas de los productos almacenados.</i> M. de los Mozos Pascual. <i>Insectos causantes de daños al patrimonio histórico y cultural: caracterización, tipos de daño y métodos de lucha (Arthropoda: Insecta).</i> J. L. Yela. <i>Paisaje después de la batalla.</i> J. A. Domínguez. <i>Entomología veterinaria.</i> M. A. Peribáñez et al.
Sanidad (sensu lato):	<i>Artrópodos y salud humana.</i> F. Fernández-Rubio. <i>Patología causada por Artrópodos de interés toxinológico y alergológico.</i> F. J. Monzón & R. M. Blasco-Gil. <i>Artrópodos y psicopatología: aproximación a dos entidades clínicas.</i> A. Querol.
Parasitismo	<i>El parasitismo por artrópodos en los vertebrados terrestres.</i> J. Lucientes & J. A. Castillo.

