

ASPECTOS ECOLÓGICOS DE LA EVOLUCIÓN HUMANA

Aniceto López Fernández

Académico Numerario

RESUMEN

PALABRAS CLAVE

Extinciones.
Colonización.
Contaminación.
Ecología.

En este trabajo se describen algunos de los impactos ecológicos que el hombre como especie ha ejercido sobre la naturaleza.

Hay que destacar la responsabilidad del hombre sobre la extinción de especies que comenzó con la colonización de Australia, continuó durante el Holoceno y llega hasta la actualidad.

La domesticación de especies vegetales y animales no fue homogénea en los distintos lugares colonizados. Estuvo condicionada por la diversidad de especies susceptibles a ser domesticadas en ese ecosistema, lo que incidió en el grado de civilización alcanzado.

ABSTRACT

KEYWORDS

Extinctions.
Colonization.
Contamination.
Ecology.

This paper describes some of the ecological impacts that man has exercised on the nature.

It is necessary to emphasize the responsibility of the man on the extinction of species that began with the colonization of Australia, continued during the Holocene and arrives until the present time.

The domestication of plant and animal species was not homogeneous in the different colonized places. It was conditioned by the diversity of capable species to be domesticated in that ecosystem, which affected the degree of civilization achieved.

Excmo. Sr. Director, Junta Rectora, Ilustre Cuerpo Académico, Autoridades, Señoras y Señores.

Hoy celebramos en esta Real Academia de Córdoba un año más y ya van doce de manera continuada, el Día Mundial del Medio Ambiente. Con tal motivo, trataré sobre algunos aspectos ecológicos que han ido sucediéndose a medida que la especie humana ha ido colonizando el planeta Tierra.

Los descubrimientos arqueológicos indican que el hombre (*Homo sapiens*) nace como especie en una región de

Etiopía cuyo eje es el río Omo, tributario del lago Turkana. La fecha se sitúa en el periodo interglacial último, llamado Eemiense, varias decenas de miles de años antes de que comenzase la glaciación Wurm o Wisconsin que terminó hace 12.000 años. Estos primeros hombres se comportaban como una especie integrada en la naturaleza, no tenían ninguna capacidad de operar en contra de ella, porque además de ocupar al principio una débil extensión geográfica contaban con pocos efectivos poblacionales.

Durante varias decenas de miles de años los primeros humanos fueron capaces de ocupar vastas extensiones de África, para decidir después grupos importantes de población salir de dicho continente, probablemente alentados por cambios climáticos adversos para ellos. Así comenzó la dispersión humana que hoy se cifra sucediera hace unos cien mil años, mucho antes de lo que hasta ahora se pensaba, que eran unos 65.000 años. ¿Pero hacia dónde se dirigieron? Los estudios realizados sugieren que hubo una única dispersión de los primeros humanos que fue rápida probablemente en algunos miles de años hacia el próximo Oriente y Arabia. Posteriormente tomaron una ruta sur, pasando por India hacia el sur de Asia, bordeando la costa del Océano Índico. Hace unos 40-50.000 años llegaron a Australia, antes de desplegarse por el resto del mundo, aunque se produjo un temprano retoño principalmente en el Próximo Oriente y Europa unos 40.000 años atrás. Estos primeros humanos migradores no debieron causar graves daños a la naturaleza pues sus útiles de piedra eran rudimentarios y los empleaban en la caza de animales poco peligrosos y trabajos relacionados con ello.

Debemos ahora mencionar un hecho tremendamente significativo. Hace unos 40.000 años se produjo un avance evolutivo crucial, el Gran Salto Adelante que denomina Jared Diamond, Profesor de Geografía de la Universidad de California (UCLA), que dio lugar a los Cromañones que marcaron el comienzo del Paleolítico Superior desde un punto de vista antropológico. Utilizaban útiles de piedra normalizados y de hueso: agujas, arpones, anzuelos... y con el tiempo arcos y flechas. Eran muy hábiles en la caza y eran capaces de capturar grandes presas, a la vez que competían con gran ventaja con otros homínidos, con los que compartía territorio, principalmente el *Homo erectus* en Asia y los Neandertales en Europa. Este avance de extraordinaria importancia en la evolución humana pudo consistir bien en un cambio en la organización del cerebro, sin afectar a su tamaño, que los hizo más inteligentes, o bien en el perfeccionamiento de la laringe y, en consecuencia, de la base anatómica del lenguaje moderno, del que tanto depende el ejercicio de la creatividad humana y que además es la base de la comunicación, de extraordinaria importancia en la extensión al resto de congéneres de los avances culturales.

La colonización de Australia, tuvo como consecuencia la extinción de su megafauna, aves de dos centenares de kilos de peso, lagartos de una tonelada, cocodrilos terrestres, y entre otros animales los Diprodontes (*G. Diprotodon*), el marsupial más grande que jamás ha existido que llegó a pesar casi tres toneladas, Esteurinos (subfamilia *Sthenurinae*), también herbívoros o los Leones Marsupiales (*Thylacoleo carnifex*) depredadores carnívoros. Fue la primera exterminación masiva de grandes

animales realizada por humanos modernos invasores con habilidades cinegéticas desarrolladas que acabaron con la megafauna australiana pocos miles de años después de su llegada. Así se quedaron Australia y Nueva Guinea sin ningún candidato a la posible ulterior domesticación de animales.

La colonización de Europa por los Cromañones con sus esqueletos modernos y armas superiores trajo como consecuencia que en pocos milenios desaparecieran los Neandertales, hace unos 30.000 años, aunque investigaciones realizadas en Gibraltar reducen estas fechas. Neandertales que habían vivido y evolucionado en este continente durante varios cientos de miles de años y con los que llegó el hombre a cruzarse según recientes estudios realizados por el biólogo sueco Svante Paabo (Estocolmo, 1955) que actualmente trabaja en el Instituto Max Planck de Antropología Evolutiva y en la universidad de Múnich, que ha sido galardonado, noticia de ayer mismo 6 de junio, con el Premio Princesa de Asturias 2018 a la Investigación Científica. Los descubrimientos de este pionero de la paleogenética obligan a reescribir la historia de nuestra especie. Entre otras cuestiones, por ejemplo, parece que heredamos de los Neandertales una piel más gruesa.

La conquista de los territorios siberianos hace unos veinte mil años contribuiría a la extinción del Mamut (*G. Mammuthus*) —aunque algunos pudieron sobrevivir hasta mediados del Holoceno en hábitats reducidos como indican las investigaciones de Guthrie en la isla de San Paul en el mar de Bering— y del Rinoceronte Lanudo (*Coelodonta antiquitatis*) de Eurasia.

Generalmente, hasta finales del siglo XX, ya que actualmente está ganando fuerza la Teoría del poblamiento temprano de América por los restos arqueológicos encontrados principalmente en Monte Verde en Chile con casi 15.000 años de antigüedad, pero este es otro asunto a discutir, se aceptó que el pueblo Clovis pasó hacia América por el puente de Beringia sobre el estrecho de Bering desde Siberia hasta Alaska hace aproximadamente trece mil o trece mil quinientos años, antes de que quedase inundado dicho estrecho por la subida del nivel del mar asociado al deshielo del final de la glaciación. Poco después de esa fecha se encontraron numerosos yacimientos de Clovis que documentan la primera colonización americana con una rápida extensión. En efecto, se dirigieron hacia el sur por un corredor libre de hielo al este de las Montañas Rocosas, llegaron al valle del río Mackenzie al oeste de Canadá y constituyeron la cultura Clovis, que toma el nombre de una localidad de Nuevo México cerca de la que se hallaron manifestaciones de esa cultura, en particular, puntas de flecha con acanaladuras, típicas de dicha cultura. De ese pueblo se supone descienden todos los demás pueblos de origen americano, hipótesis ahora discutida por el poblamiento temprano de América que sitúa el ingreso del hombre mucho antes en el tiempo y que modifica las hipótesis de las rutas de entrada y dispersión por el continente. Lo cierto es que después de la llegada de cazadores Clovis se produjo la extinción del Perezoso de Shasta (*Nothrotheriops shastensis*) y de la Cabra Montés de Harrington (*Oreamnos harringtoni*) en la zona del Gran Cañón. Son solo algunos ejemplos ilustrativos.

En consecuencia, fueron agresivos con la naturaleza estos humanos colonizadores de Australia, Eurasia y América. Sin embargo, en África no hubo extinciones significativas.

Otros aspectos ecológicos que se vieron afectados tuvieron lugar por el cambio climático que supuso la llegada del Holoceno, hace unos 12.000 años, que fue crucial para la historia humana y para las relaciones del hombre con la naturaleza. En efecto, con la retirada de los hielos no solo se produjeron migraciones hacia latitudes más altas de la fauna adaptada al frío, sino que además se extinguieron muchas especies vegetales y animales, particularmente de la megafauna. En estas extinciones, como digo, intervino el nuevo clima del Planeta, pero también el hombre moderno con su cada vez más eficaz tecnología de caza y capacidad de alteración del hábitat. Por ejemplo, Barnosky y colaboradores apuntan que el 80 por ciento de las especies de grandes mamíferos de Norteamérica se extinguieron en los mil años siguientes a la llegada del hombre a dicho continente.

De nuevo nuestra especie participó en este comienzo del Holoceno en la extinción de especies. Pero además, el cambio paulatino de comportamiento que experimentó al abandonar progresivamente su antigua forma de vida de cazador-recolector, le hizo ser una especie más sedentaria que comenzó a experimentar con la naturaleza en laboratorios a cielo abierto, lo que hoy correspondería a asuntos de biotecnología, solo que ésta lo consigue en menos tiempo. Ello le proporcionó una mayor disponibilidad de alimento, que con el transcurrir del tiempo le condujo a una mayor y mejor organización social. Sin embargo, a este gran avance que supuso la agricultura hay que contraponer los nuevos perjuicios que aparecieron ligados a los asentamientos permanentes y al dominio territorial que dio lugar al nacimiento de los ejércitos. Se afirma que con la agricultura llegó el desarrollo de las desigualdades sociales, la corrupción, las enfermedades y el despotismo. El crecimiento poblacional que antes se había mantenido en equilibrio gracias al rigor de la naturaleza, aumentó vertiginosamente cuando ésta se vio subyugada por el arado. Hace 10.000 años la población era de unos diez millones de personas, cinco mil años después era de cien millones, hacia principios del siglo XIX era de mil millones, en 1930 dos mil millones, en 1960 tres mil millones, en 1987 cinco mil millones y en la actualidad ya hemos superado con creces los siete mil millones.

Pero no todos los hábitats que por entonces ocupaba el hombre contaban con las mismas especies silvestres, ya fuesen vegetales o animales, susceptibles de ser domesticadas. Por su riqueza en plantas silvestres de cereales y leguminosas, el área del Creciente Fértil comenzó, hace 8.500 años, a destacar en agricultura, cuyo desarrollo es a costa de la destrucción del ecosistema existente. Fueron ocho los cultivos primigenios que el hombre logró, suministrándole una importante fuente de alimento: el trigo escanda (*Triticum dicoccum*), trigo esprilla (*Triticum monococcum*), la cebada (*Hordeum vulgare*), el guisante (*Pisum sativum*), la lenteja (*Lens culinaris*), el garbanzo (*Cicer arietinum*), la arveja (*Vicia sativa*) y una planta herbácea de fibra, el lino (*Linum usitatissimum*).

Unos mil años después del comienzo de la actividad agrícola, en la zona del Sudoeste asiático se detectan las primeras actividades de domesticación de animales, identificables por estar dirigidas a la disminución de las dimensiones de la cornamenta. El primer animal domesticado fue el perro (*Canis lupus familiaris*), a partir del lobo (*Canis lupus*), unos 10.000 años a.C. Las siguientes especies que se domesticaron fueron la oveja (*Ovis orientalis aries*), a partir del muflón (*Ovis orientalis*), la cabra (*Capra aegagrus hircus*), de la cabra de Bezoar (*Capra aegagrus aegagrus*) y el cerdo (*Sus scrofa domestica*), del jabalí (*Sus scrofa*). Hacia el 6.000 a.C. se domestica la vaca (*Bos primigenius taurus*) cuyo antepasado fue el extinto Uro (*Bos primigenius primigenius*). Dos mil años después se domesticó el caballo (*Equus ferus*) a partir de los caballos salvajes del sur de Rusia. Estas especies conforman las grandes especies domesticadas. Los condicionantes ecológicos de estas domesticaciones y de las que siguieron, y que sería prolijo enumerar aquí, se analizaron en trabajos anteriores de quién les habla, pero que se pueden resumir en que las diferentes civilizaciones que alcanzó la humanidad estuvieron condicionadas por la diversidad de especies susceptibles de ser domesticadas en los distintos lugares donde nacieron y su diferente grado de éxito en el tiempo también. Por ejemplo, la inexistencia de especies potencialmente domesticables en Australia, ya que el hombre las eliminó poco después de llegar, hizo que los hombres australianos tuviesen una muy tenue civilización. Casi igual sucedió en América, no había apenas especies que domesticar, en el sur únicamente la llama, el maíz necesitó de seis mil años para que se obtuviesen mazorcas de cierto tamaño partiendo de su predecesor silvestre, el teosinte. De forma muy resumida esto explica, en parte, que las civilizaciones más potentes naciesen en Europa y no en Australia o América. El hecho es que desde antiguo el hombre no ha cesado de experimentar para tratar de dominar ciertas especies fuera del contexto evolutivo natural.

Entre las actuaciones en contra de la naturaleza más recientes cabe citar algunas muy significativas que demuestran que la expansión de la humanidad trae como consecuencia la extinción de muchas especies, sobre todo endémicas, de los lugares que eran colonizados.

Hace unos 600 años en Hawái el hombre eliminó a un ganso de gran tamaño no volador, que no ha recibido nombre científico, emparentado con el actual Nene (*Branta sandvicensis*) que tampoco vuela aunque es de menor tamaño. Todas las aves endémicas de islas evolutivamente han ido perdiendo la facultad de volar, al empuqueñecerse sus alas, por no tener depredadores que las capturen.

Tras la colonización de Madagascar entre los años 300 y 800 d.C., en poco tiempo, desaparecen su Lémur Gigante (*G. Megaladapis*) tan grande como un Orangután (*G. Pongo*), la Fosa Gigante (*Cryptoprocta spelea*) y los Pájaros Elefante (*Aepyornis maximus*).

Nueva Zelanda fue colonizada hacia el año 1000 de nuestra era por agricultores polinesios y dieron lugar a los Maoríes. Un grupo de ellos llegaron a las pequeñas islas Chatham originando a los Morioris que volvieron a ser cazadores-recolectores

y debieron incluso controlar su población ante los escasos recursos disponibles. Los Maoríes de Nueva Zelanda siguieron con la agricultura y la caza ocasionando que, en pocos siglos, acabaran con los Moa (*O. Dinornithiformes*) (figura 1) pertenecientes a nueve especies de aves terrestres, parecidas al avestruz, que no tenían capacidad de volar y que podían llegar a pesar 200 kg. Hacia el 1400 d.C. desaparece el Águila de Haast (*Arpagornis moorei*), el águila de mayor tamaño que se ha conocido y que se alimentaba de los Moa. También los Maoríes acabaron brutalmente con sus parientes Morioris de Chatham, que eran un pueblo pacífico, con dos expediciones bélicas que llegaron a la isla a finales de noviembre y principios de diciembre de 1835. Pero esto es solo un ejemplo entre muchos que se podrían citar, como los que se refieren a la colonización de América del Norte.

Aunque ha habido amplia discusión científica sobre el tema, hoy se acepta que el hombre polinesio llegó hacia el año 1200 d.C. a la antigua isla española de San Carlos (Pascua) que nos proporciona un modelo o paradigma sobre lo que sucede cuando se produce en la naturaleza un exceso poblacional que acaba con los recursos naturales existentes incluyendo fauna y vegetación autóctona. Es un ejemplo de lo que se ha dado en llamar ecocidio o suicidio de la sociedad por cuestiones ecológicas.



Figura 1. Moa (*O. Dinornithiformes*).

El arquetipo de las extinciones es el Dodo (*Raphus cucullatus*) (figura 2) que habitó en Isla Mauricio, un ave Columbiforme de largo pico, de un metro de altura, con un peso de 10 kg. y de alas tan pequeñas que no podían volar. Se extinguió hacia 1662, pocos años después de que el hombre llegase a la isla con su carga de perros, gatos, cerdos, ratas... y la subsiguiente caza y destrucción del hábitat de esta singular especie. Otro pariente cercano al Dodo, que también había perdido la capacidad de volar, era el Solitario de Rodrigues (*Pezophaps solitaria*), ave endémica de la isla mascareña de Rodrigues (Mauricio), que se extinguió hacia 1760 por las mismas causas. Igual sucedió con el Ibis de Reunión (*Threskiornis solitarius*), un ave Pelecaniforme, endémica de dicha isla, que se extinguió también en el siglo XVIII, y muchos otros casos más.



Figura 2. Dodo (*Raphus cucullatus*).

¿Se comporta el hombre actual de manera distinta a la que hasta ahora hemos descrito?

La respuesta es evidentemente negativa. Es decir se continúa con agresiones a los ecosistemas y además acrecentadas en comparación con las anteriores. Algunas de las cuestiones de más actualidad podrían incluir a las siguientes.

La minería, la contaminación por metales pesados como el mercurio en amplias zonas de la cuenca del Amazonas que se introduce en las cadenas tróficas o por herbicidas como el Agente Naranja utilizado en las guerras de Vietnam y Corea que contenía una dioxina con una Dosis Letal 50 de solo 0,025 ppm, o la contaminación por metilmercurio de la bahía de Minamata en Japón que afectó a cientos de pescadores por consumir pescado contaminado que les produjo efectos cancerígenos.

nos y malformaciones genéticamente heredables (Enfermedad de Minamata, aún hoy con enfermos y con hospitales especializados en su tratamiento en Japón).

El máximo exponente de la contaminación radioactiva fue la provocada por la explosión del reactor número cuatro de la Central Nuclear de Chernobil ocurrida a la una y veintitrés minutos del día 26 de abril de 1986 que se llevó a cientos de vidas y dejó secuelas a miles de personas, además de la contaminación que se extendió por gran parte de Europa, particularmente de Cesio-137, que afectó a ecosistemas terrestres y acuáticos al incorporarse a las cadenas tróficas y al propio hombre.

Otro caso es el de la lluvia ácida, que tiene un pH inferior a 5.6, como consecuencia de la presencia de ácido nítrico y sulfúrico, procedentes de los óxidos de nitrógeno y azufre de origen industrial que ha ocasionado la pérdida de grandes superficies boscosas tanto en Europa como en el E de los Estados Unidos.

Las aguas contaminadas por nitratos (y fosfatos) constituyen otro tipo de contaminación química que se origina con el drenaje desde los campos de cultivo, generalmente por pérdida de fertilizantes vía lixiviación. Ello trae como consecuencia la eutrofización de los ecosistemas acuáticos receptores y la subsiguiente pérdida de calidad del agua. También relacionado con la actividad agrícola es la polución por residuos de plaguicidas, han sido muchas las familias de sustancias sintéticas que se han utilizado y se siguen utilizando en la lucha contra las plagas, pero se han empleado en ocasiones sin valorar previamente sus efectos sobre la naturaleza, como ocurrió con el DDT.

Los vertidos de aguas residuales urbanas e industriales a los ecosistemas acuáticos es otra forma de contaminación tremendamente extendida. Los océanos están recibiendo cantidades ingentes de los más variados productos y residuos. Baste citar los cientos de millones de toneladas de plásticos que reciben anualmente. Hace unos días tuvimos la noticia de una ballena hallada muerta con ochenta bolsas de plástico en su estómago. Los vertederos, las incineradoras y el reciclado de residuos no ofrecen un futuro halagador. Las especies invasoras, la sobreexplotación de recursos marinos y terrestres, la aniquilación del paisaje, el cambio climático son otras de las cuestiones que podrían ser tratadas con más amplitud. El hombre actual está aumentando en niveles importantes la tasa natural de extinción de especies.

CONCLUSIÓN

El hombre a lo largo de su evolución se ha alejado mucho de respetar a los ecosistemas en el sentido más amplio de la palabra respetar, pero la solución a todos los problemas que el hombre ha creado tenemos que buscarla en el propio hombre, una especie que tiene que ser capaz de adoptar decisiones lógicas tras reconocer que no puede sobrevivir agrediendo cada vez más al equilibrio ecológico y a la propia naturaleza del Planeta, que viene perfeccionando, desde hace unos 4.000 millones de años, la vida en su seno. Nuestra generación y las que nos sucedan tienen que ser lo suficientemente eficaces para lograr solventar los graves problemas medioambien-

tales que hasta ahora se han creado y no poner en nuevos jaque-mate a la naturaleza. No podemos ser la quimera de los ecosistemas. Hemos de cambiar de actitud, a nivel global, sobre la naturaleza. Tal vez, cuando esto se consiga, podrá adquirir su máxima expresión la frase de Ramón Margalef López, ecólogo español de renombre universal, ya fallecido, que escribía en el año 2000: "Reflexionando sobre nuestra Tierra y su cubierta viva podríamos llegar a ver el mundo como una obra de arte".

He dicho.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- BARNOSKY, A. D., KOCH, P. L., FERANEC, R.S., WING, S. L. and SHABEL, A. B. 2004. "Assessing the causes of late Pleistocene extinctions on the continents". *Science* Vol. 306 no. 5693: 70-75.
- DIAMOND, J. 2007. *El Tercer Chimpancé. Origen y Futuro del Animal Humano*. Debate.
- 2008. *Armas, Gérmenes y Acero*. De bolsillo.
- ERICKSON, J. 2006. *La vida en La Tierra. Origen y Evolución*. McGraw-Hill.
- FORSTER, P. and MATSUMURA, S. 2005. "Did early humans go north or sud?" *Science* Vol. 308 no. 5724: 965-966.
- GEORGESCO ROEGEN, N. 1996. *La ley de la entropía y el proceso económico*. Madrid. Fundación Argentina. Traducción de *The entropy law and the economic process*, 1971. Harvard Univ. Press.
- GONZÁLEZ BERNÁLDEZ, F. 1970. "Ecología". *Graellsia* XXV: 339-346.
- GUTHRIE, D.R. 2004. "Radiocarbon evidence of mid-Holocene mammoths stranded on an Alaskan Bering Sea Island". *Nature* 429: 746-749.
- LÓPEZ FERNÁNDEZ, A., GONZÁLEZ, J. M., FERNÁNDEZ, J., MARTÍNEZ, J., PUERTO, A. y RICO, M. 1980. "Contaminación de la laguna de Zoñar (Córdoba). Niveles de insecticidas organoclorados en huevos de focha común (*Fulica atra*)". *Studia Oecologica* II: 171-179.
- LÓPEZ FERNÁNDEZ, A. e INFANTE MIRANDA, F. 1982. "Residuos de insecticidas organoclorados en algunos ecosistemas acuáticos del SE de la provincia de Córdoba. III. Niveles en el cangrejo de río (*Austroptamobius pallipes* Lereb)". *Archivos de Zootecnia* 31, 119: 73-90.
- LÓPEZ FERNÁNDEZ, A., MUÑOZ ALBELDA, T. y BELLIDO SEMPERE, E. 1984. "Contaminación por residuos de insecticidas organoclorados de la laguna de Zoñar (Córdoba)". *Limnética* 1: 122-127.
- LÓPEZ FERNÁNDEZ, A. 2007. "Metales Preciosos: el Oro". *Boletín de la Real Academia de Córdoba* 152: 345-353.
- 2010. "¿Es un mito la relación CO₂-Cambio Climático?". *BRAC* 158-159: 295-312.
- 2012a. "Cambio Climático: cal y arena". *Boletín de la Academia Malagueña de Ciencias* XIV: 7-21.
- 2012b. "La incidencia de productos agroquímicos en los embalses: el caso de Iznájar". Segundas Jornadas de la Real Academia de Córdoba sobre Iznájar. *Letras de la Subbética* 6: 235-249.

- 2012c. "Sobre ciertos ecosistemas acuáticos "sagrados" de India y Nepal". *BRAC* 161: 365- 378.
- 2013. "Hechos ecológicos que condicionaron el inicio de las civilizaciones". *BRAC* 162: 527-539.
- 2015a. "¿Somos ecológicos?", en *Cómo somos y cómo nos ven*. Peña Martínez, J. y Carosella E. D. Coordinadores. Ponencias Symposium, París.
- 2015b. "Consideraciones ecológicas sobre la antigua isla española de San Carlos". *BRAC* 164: 53-72.
- MACAULAY et al., 2005. "Single, rapid coastal settlements of Asia revealed by analysis of complete mitochondrial genomes". *Science*. Vol. 308 no. 5724: 1034-1036.
- MARGALEF, R. 2000. "Organització de la biosfera i reflexions sobre el present i futur de la nostra especie i de la ciencia ecológica". *Treballs de la Societat Catalana de Biologia*, 50: 47-59.