

## **Ecopuzzles: Un material didáctico para el aprendizaje de las relaciones tróficas**

**Ramón González Ruiz**

Universidad de Jaén. Dpto. Biología Animal, Vegetal y Ecología.  
Las Lagunillas S/N. 23071 Jaén.  
ramonglz@ujaen.es

### **RESUMEN**

La divulgación de las relaciones existentes en los ecosistemas es una tarea compleja, por lo que la base de este proyecto, una vez seleccionadas aquellas esencialmente sobresalientes, ha sido poner a punto una técnica que permitiese relacionar espacialmente los diferentes elementos. Para ello se ha recurrido a un modelo bidimensional, compuesto por fichas octogonales que encajan en un retículo de piezas cuadrangulares fijas. Por su configuración, cada una de las fichas octogonales, además de estar en contacto con 4 piezas cuadrangulares, permite un contacto con otras 4 del mismo tipo.

Las fichas octogonales corresponden a especies animales seleccionadas en los diferentes ecosistemas, y son mayoritariamente artrópodos (insectos principalmente) mientras que las piezas cuadrangulares representan diferentes recursos tróficos (plantas, suelo, excrementos, vegetación acuática...) que pueden ser utilizados por estos, al menos en alguna etapa de su desarrollo.

Para su correcto montaje, las fichas octogonales deberán ocupar una *única* posición correcta, para lo que deberá tenerse en cuenta la correspondencia de los *iconos* utilizados. En el caso de los contactos octógonos-cuadrados, estos representan el tipo de relación de los animales con los distintos recursos tróficos (nectarífagia, antofagia, radicífagia, filofagia, xilofagia...). En el caso de los contactos entre octógonos, los iconos representan diferentes interacciones entre animales, según su estatus ecológico: *depredador entomófago, parasitoide, presa...*, relaciones que se representan gráficamente mediante diferentes tipos de flechas, que parten de la/s especie/es depredadora/parasitoide, y señalan a la/s posible/s especie/s de presa/s potencial/es.

De este modo, el montaje de las fichas puede realizarse con relativa facilidad, y una vez correctamente colocadas, el tablero permite visualizar el entramado de interacciones entre los elementos representados. La información contenida es amplia y permite una visión

de conjunto, permitiendo conocer las relaciones particulares entre especies concretas.

**Palabras clave:** Relaciones tróficas, ecología animal, ecología agrícola, ecología forestal.

## SUMMARY

### **Ecopuzzles: a didactic material to learning the trophic relationships in the ecosystems**

The function of disseminating information of the existing relations in an ecosystem is a complex task, for what the base of this project, once selected those essential ones, has been to design a technical material that was allowing to relate spatially the different elements involved in an ecosystem.

For it, there has been appealed to a two-dimensional model composed by octagonal filing cards that they fit into a reticulum of quadrangular fixed pieces. For his geometric configuration, each of the filing cards, beside being in touch with 4 quadrangular pieces, supports relation with other 4 of the same octagonal type.

The octagonal filing cards correspond to animal species selected in the different ecosystems, and are mostly arthropods (mainly insects) whereas the quadrangular pieces represent different trophic resources (plants, soil, excrements, aquatic vegetation ...) that can be used by these species, at least in some stage of his development.

For his correct assembly, the octagonal filing cards have to be fitted in the only correct position, for what will have to bear in mind the correspondence of the used *icons*. In case of the octagonal-square, these contacts represent the type of relation of the animals with the different trophic resources (nectar sucker, flower eater, leaf eater, roots eater, wood eater, sap sucker...). In case of the contacts between octagonal, the icons represent different interactions between animals, according to his ecological status: entomophagous predator, parasitoid, host, prey ..., relations that are represented graphically by means of different types of arrow graphically by means of different types of arrow, from the predator and parasitoid species, up to their potential preys/host.

Thus, the assembly of the cards can be realized relatively easily, and once correctly placed, the board allows to visualize the studding interaction between the represented elements. The contained information is wide and allows an overall view, as well as the particular relationships between the species.

**Keywords:** Relations trophic relationships, animal ecology, agricultural ecology, forest ecology.

## **ANTECEDENTES Y OBJETIVOS**

Las complejas interacciones entre los organismos de las biocenosis, y los intrincados flujos de materia y energía que se establecen entre los eslabones de las cadenas tróficas, supone necesariamente que la divulgación científica de su estructura y funcionamiento sea una tarea realmente compleja. Se ha pretendido mediante este proyecto aportar un material didáctico apropiado, para lo que inicialmente se ha procedido por seleccionar los elementos y las relaciones esencialmente sobresalientes que tienen lugar, y poner a punto una técnica que permitiese considerar y visualizar gráficamente las diferentes vías o flujos de energía que se establecen en ellos.

## **METODOLOGÍA: ELABORACIÓN DE UN MODELO GENERAL**

Un modelo multidimensional podría ofrecer las mejores posibilidades, no obstante por su mayor manejabilidad, pese a otros inconvenientes y limitaciones, se ha recurrido a un modelo bidimensional, compuesto por figuras geométricas (cuadrangulares y octogonales alternas) que permite la existencia de múltiples zonas de contacto entre ellas. Por su configuración, cada una de las piezas octogonales está en contacto con 4 piezas cuadrangulares, a la vez que con otras 4 del mismo tipo. Las piezas cuadrangulares son fijas, siendo móviles solo las octogonales, las cuales corresponden con una única posición correcta en el tablero, para el adecuado ensamblaje del puzzle.

Las piezas cuadrangulares corresponden a distintas categorías, propiedades o características de la ecología de las especies tratadas, o bien representan especies botánicas concretas (dependiendo del modelo), con las que se relacionan las diferentes especies animales. Estas, se representan en las fichas octogonales, mediante dibujos en su zona central (peces, aves, insectos, arácnidos...).

Para establecer las correspondencias entre los dos tipos de fichas, se consideran diferentes aspectos de la biología, hábitat, alimentación, distribución geográfica...etc, para lo que se utilizan iconos representativos, situados en las zonas periféricas de las fichas octogonales, en su zona de contacto con las fichas cuadrangulares contiguas. Estos iconos se sitúan por tanto en los lados oblicuos de los octógonos, con la finalidad de hacerlos coincidir espacialmente con los equivalentes, presentes en las piezas cuadrangulares.

Aunque para el montaje de los puzzles no se requiere conocimiento alguno sobre la fauna y flora representada, la información contenida, una vez completado el tablero, permite obtener una información sobre la biología de las especies tratadas, ofreciendo una visión de conjunto, así como de las interacciones particulares que se establecen entre elementos concretos de los ecosistemas.

Con este tipo de material didáctico se han pretendido alcanzar los siguientes objetivos:

- Sensibilizar en la conservación del medio ambiente y la naturaleza.

- Contribuir a la comprensión de los ecosistemas mediterráneos.
- Proporcionar una idea general del entramado de relaciones que tienen lugar en los entornos agrícolas, forestales y marinos, contribuyendo a su comprensión.
- Proporcionar unos conocimientos sobre el modo en que interaccionan especies concretas y características de animales entre si y con el medio ambiente.

**RESULTADOS: DESCRIPCIÓN DE LOS MODELOS ESPECÍFICOS**

*(I) Aves del olivar.*

Consta de 35 fichas octogonales (en disposición 7 x 5), cada una de las cuales corresponde a una ficha en la que se señalan los aspectos morfométricos y biológicos más relevantes de las principales especies de aves que en algún momento del año pueden ser observadas en el olivar del sur de España. Estas se agrupan según sus posibles hábitos migratorios (sedentarias, migratoria invernales, migratorias nidificantes), indicándose su abundancia relativa en el olivar, sus hábitos de actividad, la época del año en la que se encuentran presentes en el área de cultivo, así como el momento del año en el que tiene lugar su reproducción. Las fichas octogonales se colocan en el tablero en función del tipo de alimentación y las zonas de nidificación en el olivar.



Figura 1: Ecopuzzle 1: Aves del olivar

*(II) Relaciones ecológicas en ecosistemas mediterráneos.*

Consta de 99 fichas octogonales (en disposición 11 x 9). En este se considera una selección de artrópodos, principalmente insectos, característicos de ecosistemas agrícolas, agroforestales y forestales del bioma mediterráneo (bosques de frondosas, coníferas...). En las especies fitófagas, se representan aspectos como tipo de alimentación en las diferentes especies vegetales con las que se relacionan (piezas cuadradas). Dada la diversidad de relaciones planta/insecto, y los diferentes recursos que de estas obtienen, mediante iconos específicos se describen todas y cada una de las fuentes de alimentación que les proporcionan (savia, polen, flor, hojas, fruto, tronco, raíz...), según la especie de insecto. En el caso de las entomófagas, sus presas potenciales y el tipo de entomofagia, para lo que se utilizan símbolos en las zonas de contacto entre octógonos contiguos.

*(III) Relaciones ecológicas en el olivar.*

Este modelo consta de 99 fichas octogonales (en disposición 11 x 9). Se han seleccionado las principales especies de artrópodos característicos del cultivo olivar. En este caso, el objetivo es dar a conocer las principales plagas de insectos y ácaros del olivo según las diferentes zonas que pueden afectar; y las principales especies de plagas, así como de sus enemigos naturales en el arco mediterráneo. Igualmente, se ha pretendido precisar en el papel que las diferentes especies vegetales (herbáceas, arbustivas o arbóreas) existentes en el área de cultivo y que ejercen una influencia sobre plagas y/o enemigos naturales, indistintamente. Por último, se ha tratado de ilustrar sobre el papel ejercido por determinadas especies vegetales en el control natural de las plagas del olivo, al favorecer estas el desarrollo de poblaciones de fitófagos que a su vez permiten el mantenimiento de poblaciones de enemigos naturales.

Para ello, por una parte, se tienen en consideración 36 especies plaga del olivo, entre las que 3 son de importancia general, 7 son secundarias de importancia media, 15 son secundarias de importancia local, y 11 son fitófagos de escasa o nula importancia económica. Como en el modelo anterior, en este también se consideran las relaciones entre fitófagos y entomófagos, teniéndose en consideración las principales especies (32 especies) de enemigos naturales de las plagas del olivo, de ellos 19 depredadores y 13 parasitoides, para lo que se utilizan sendos tipos de iconos que afectan únicamente a octógonos contiguos.

*(IV) Plagas de las masas forestales españolas.*

Como los dos anteriores, este modelo consta de 99 fichas octogonales (en disposición 11 x 9). El objetivo ha sido el dar a conocer las especies plaga asociadas a las principales especies arbóreas que integran nuestras masas forestales (correspondientes a las familias Pináceas, Cupresáceas, Fagáceas, Salicáceas, Ulmáceas, Juglandáceas,

Mirtáceas, Oleáceas), así como mostrar el modo en que los distintos estadios de desarrollo (larva/adulto) de estos insectos plaga llevan a cabo su acción perjudicial, y que por tanto repercuten de una u otra forma en nuestros intereses económicos, ecológicos, sociales, paisajísticos...

Las 90 especies que integran la serie de plagas tratadas en esta obra (consideradas por los principales autores del área de la entomología forestal ibérica, entre las de importancia general, media y accidental), se agrupan en función del tipo de alimentación (defoliadores, perforadores, radicifagos, chupadores de savia, antófagos, formadores de agallas...), por lo que repercuten de uno u otro modo en nuestros intereses económicos, ecológicos, sociales, paisajísticos...

## REFERENCIAS

Bozsik, A. y González Ruiz, R. (2006). First data on the sibling species of the common green lacewings in Spain (Neuroptera: Chrysopidae). 4th Int. Plant Protect. Symp. Debrecen University. 3-11.

De Andres Cantero, F. (2000). Plagas y enfermedades del olivo.

De Liñan Vicente, C. (1998). Entomología Agroforestal. Ediciones Agrotécnicas, S.L. 1309 págs.

Del Cañizo, J.A.; Moreno, R. y Garijo, R. (1990). Guía práctica de plagas. Ediciones Mundi-Prensa. 428 págs.

García Fuentes, A. y Cano Carmona, E. (1995). Malas hierbas del olivar jaennense. Diputación provincial de Jaén. 203 págs.

García Valdecasas, A. y Vaticón, N. (1997). Los invertebrados de agua dulce. Penthalon ediciones. 179 págs.

González Ruiz, R. (1995). Control integrado de la grafiosis del olmo, *Ophiostoma novo-ulmi*, en la Alhambra y el Generalife. V Jornadas Científicas de la Sociedad española de Entomología Aplicada. Sevilla.

González Ruiz, R. Al-asaad, S. y Bozsik, A. (2008). Influencia de las masas forestales en la diversidad y abundancia de los crisópidos (Neur., Chrysopidae) del olivar. Actas de la I Reunión sobre Sanidad Forestal.

González Ruiz, R. (2011). Atracción cromática y resistencia comportamental: un método para la determinación de especies bioindicadoras del olivar. VII Congreso Nacional de Entomología Aplicada. XII Jornadas Científicas de la SEEA. Universidad Internacional de Baeza (Jaén).

Omedes, A.; Senar, J. C. y Uribe, F. (1997). Animales de nuestras ciudades. Guía Ilustrada de la fauna urbana de la Península Ibérica y Baleares. Ed. Planeta 340 pp.

Sáenz de Buruaga, M y Carranza, J. (2009). Gestión cinegética en los ecosistemas mediterráneos. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía. 540 págs. *Huelva (W Cuenca del Guadalquivir)*. (Civis, J., ed.). Ed. Universidad de Salamanca, Salamanca. Pp: 9-23.

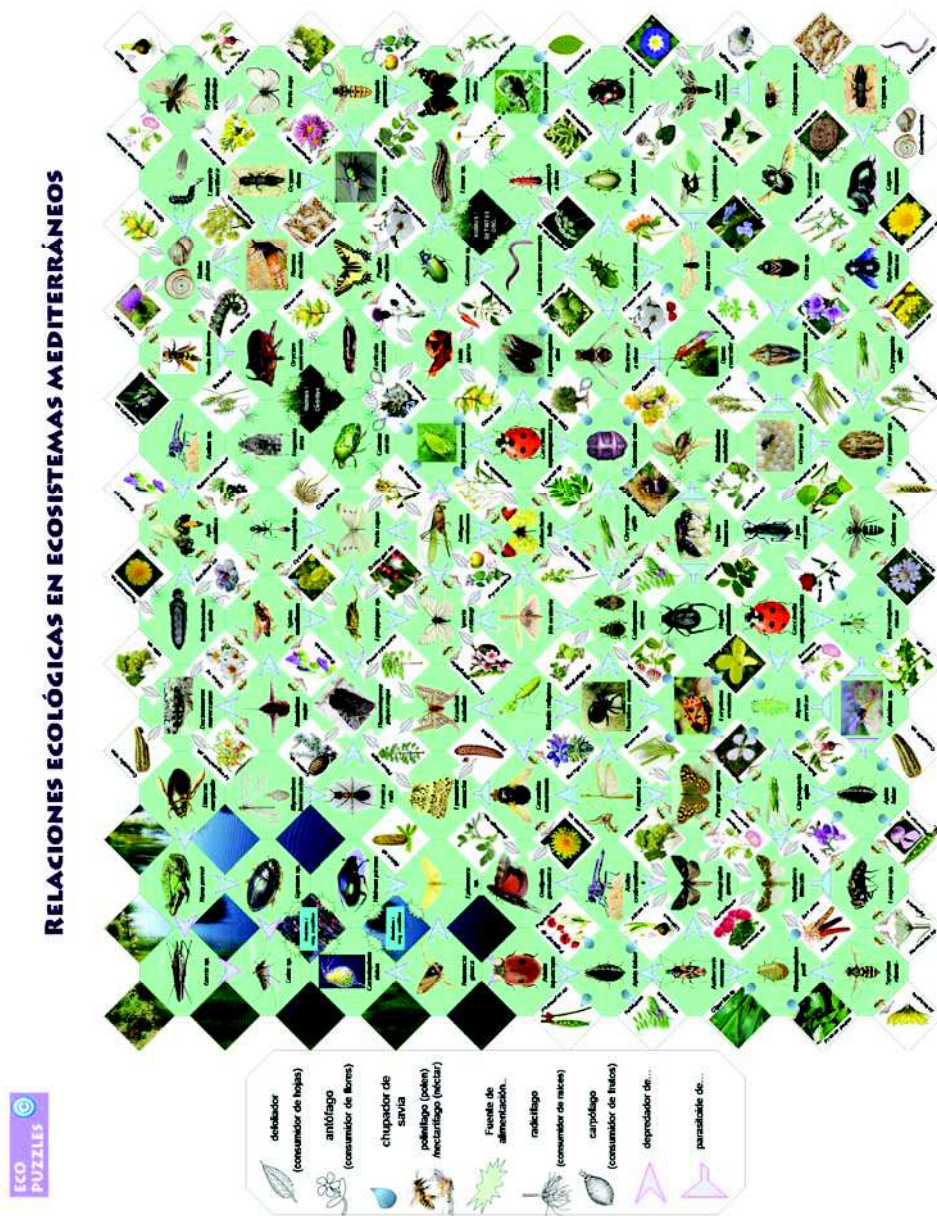


Figura 2. Ecopuzzle 2. Relaciones ecológicas en ecosistemas mediterráneos.





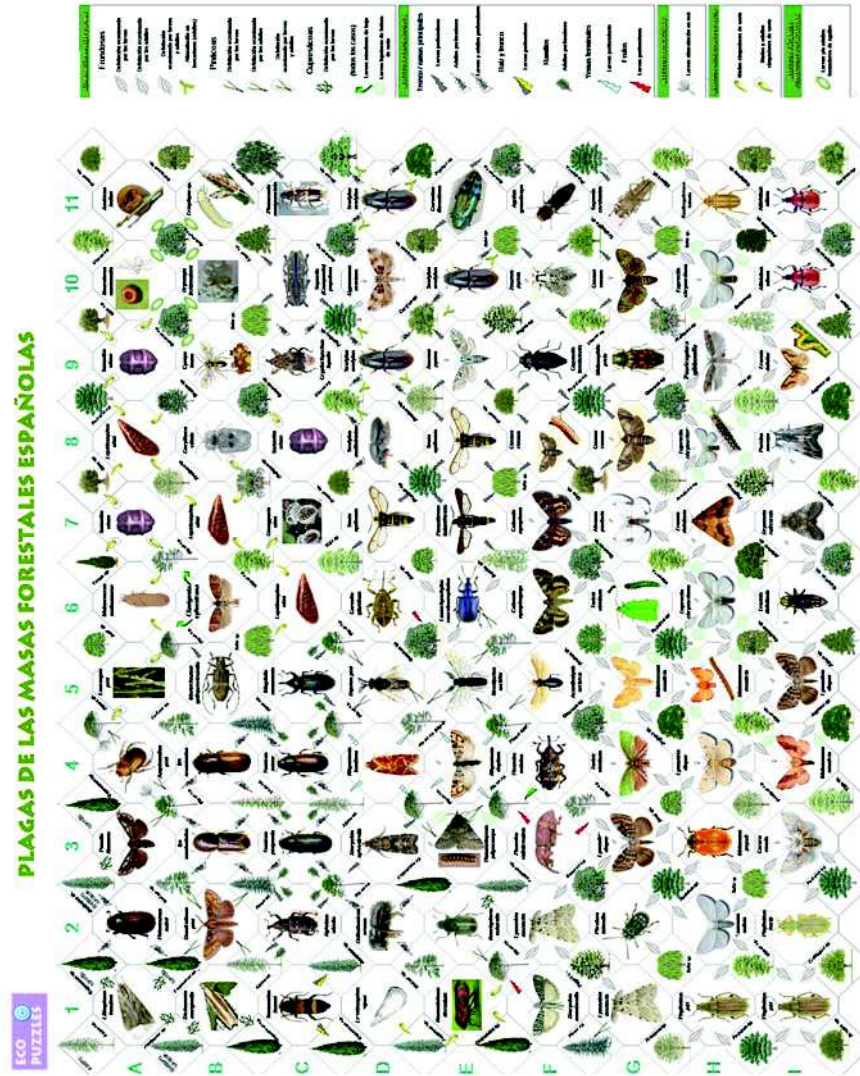


Figura 4. Ecopuzzle 4. Plagas de las masas forestales españolas.



Figura 5. Ecopuzzle 5. Peces del litoral europeo.



Figura 6. Ecopuzzle 6. Aves de las ciudades.