

NOTA SOBRE LA IMPORTANCIA DE LAS ZYGAENA FOSILES (Lepidoptera; Zygaenidae) DE ARAGON

Fidel Fernández-Rubio¹

¹ Castellana, 138; 28046 MADRID.

Con motivo de nuestra descripción de dos fósiles de *Zygaena*, encontrados en Aragón (Fernández-Rubio *et al.* 1991, 1995) he recibido diversas preguntas sobre su importancia. Las necesariamente breves líneas que siguen tratan de responder a algunas de esas cuestiones.

El registro fósil de Zygaenini es muy pobre pero, sin embargo, ha proporcionado datos de gran trascendencia tales como la antigüedad del grupo y su paleobiogeografía. Por ello, la presencia de ejemplares fósiles merece ser destacada, ya que aclara partes importantes de la evolución de la tribu y de sus rutas de migración. La existencia de fósiles de Lepidópteros es escasa en comparación con la abundancia de otros grupos de insectos. La causa estriba en que la mayoría de los grupos de Lepidópteros, cuando quedan atrapados en el agua, permanecen con sus alas extendidas sobre la superficie, debido a la acción de la tensión superficial y a la presencia de escamas alares, lo que dificulta su hundimiento. De este modo, el largo tiempo transcurrido en la capa superficial oxigenada hace aumentar, en gran medida, los procesos tafonómicos degradativos físicos y biológicos. Este podría ser uno de los factores que explicasen el escaso registro existente de Lepidópteros en sedimentos lacustres en comparación con el resto de los órdenes de insectos. Pero las especies de *Zygaena* Fabricius, 1775 mantienen, en todo momento, las alas en posición de tejadillo, lo que facilita su sedimentación. Pensamos que este fenómeno ha sido importante para la "abundancia" relativa de Zygaenini en el registro fósil, al conferirles una menor capacidad de flotabilidad y por ello una mayor tendencia a la sedimentación en los lagos del pasado. Todos los ejemplares de la tribu Zygaenini del registro fósil (cuatro en total) se presentan fosilizados con las alas en esta posición.

En el proceso de fosilización debemos distinguir dos etapas tafonómicas:

A.- La etapa bioestratigráfica que incluye los procesos pre-enterramiento, desde que comienza la muerte del organismo hasta que es enterrado definitivamente. El insecto debe quedar después depositado en un fondo anóxico que disminuiría la actividad de organismos necrófagos causantes de la desarticulación (la presencia de ritmitas indica un

fondo sin oxígeno ya que no existe bioturbación).

B.- La etapa fosildiagenética incluye los procesos desde que el organismo queda enterrado hasta que es hallado, siendo la etapa más larga, aunque los procesos diagenéticos no tienen porque haber actuado continuamente durante este tiempo. Estos procesos pueden suponer alteraciones de las características morfológicas, debido a la continuación de la descomposición, la compresión por el peso de los sedimentos, la transformación química de la materia orgánica, etc. No obstante, la preservación de estructuras delicadas como antenas, escamas de las alas, trazas de coloración, etc. indicarían una mineralización diagenética temprana (Allison, 1980).

El escaso registro fósil de Zygaenini publicado hasta la fecha se restringe a sedimentos lacustres laminados. Disponemos solamente de cuatro especímenes fósiles, pero son de alta importancia. Los dos más antiguos corresponden al afloramiento del Mioceno inferior, en la cuenca de Rubielos de Mora al Sur-Este de la cordillera Ibérica (Teruel, España). Allí han sido hallados los dos ejemplares de *Zygaena? turolensis* Fernández-Rubio, Peñalver y Martínez-Delclòs, 1991 y corresponden a depósitos de ambiente aluvial y lacustre (ritmitas bituminosas). El lago instalado en la cuenca sería de tipo meromictico. En este tipo de lagos existe un incremento permanente de densidad a partir de una quimioclina (o picnoclina) que separa una capa profunda estable, denominada monimolimnion, del resto de masa de agua. Es característica la existencia de un fondo anóxico, debido a la no aireación del monimolimnion, que supone la preservación de finas laminaciones no bioturbadas (Anadón, 1989). Los niveles de ritmitas bituminosas ("oil shales") corresponderían a estos ambientes profundos y permanentemente anóxicos. La condición anóxica del fondo ha favorecido la conservación de la flora y fauna produciendo la génesis de este yacimiento del tipo Konservat-Lagerstätten (Seilacher, 1970). En el período Mioceno

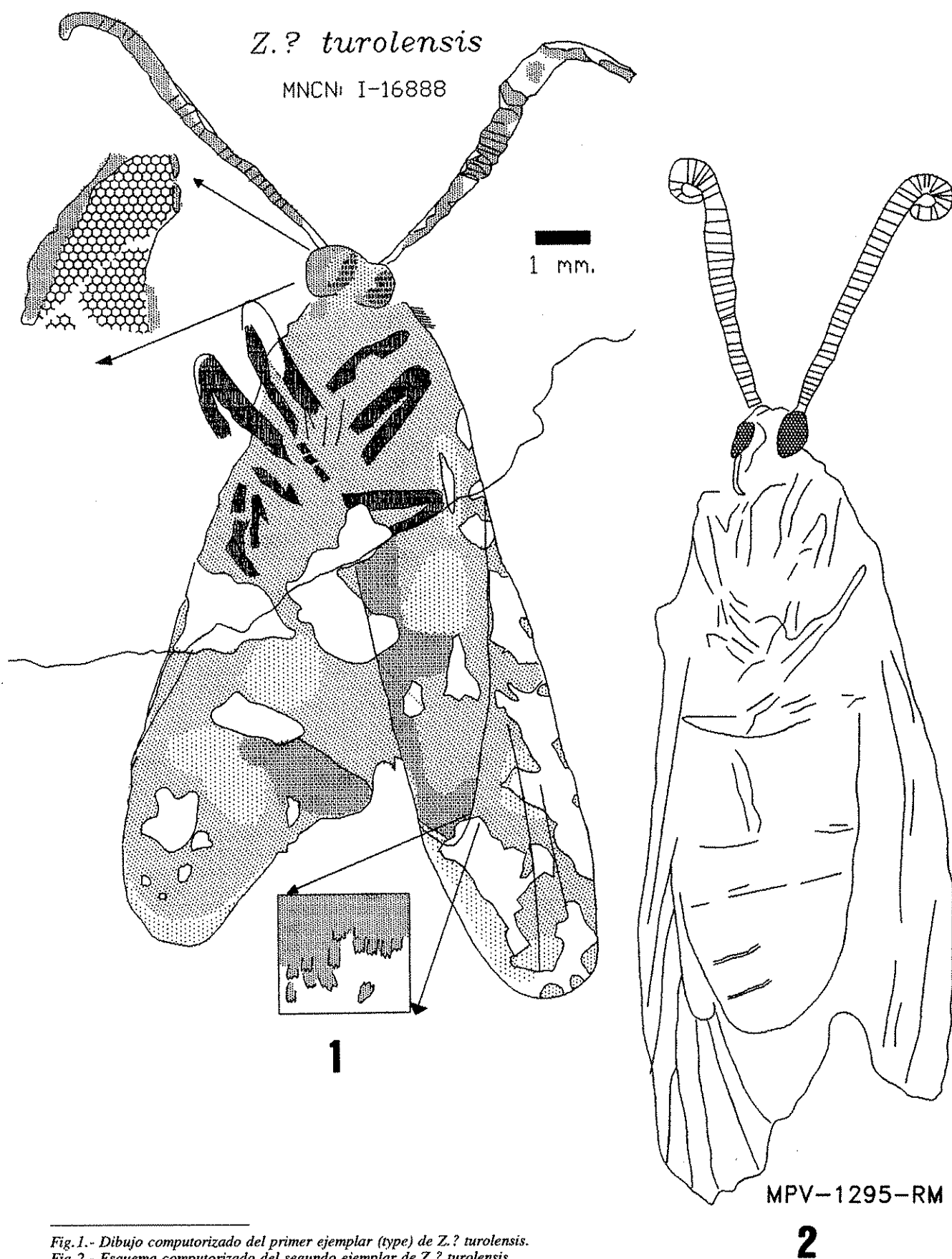


Fig. 1.- Dibujo computadorizado del primer ejemplar (type) de *Z. ? turolensis*.
Fig. 2.- Esquema computadorizado del segundo ejemplar de *Z. ? turolensis*.

inferior existió allí un clima cálido, de tipo subtropical-tropical. Los otros dos fósiles, más modernos, corresponden al afloramiento alemán del Mioceno tardío (Sarmentiano), situado en los lechos de pizarra de Randecker Maar, un cráter volcánico rellenado con depósitos bituminosos, situado en Schäbische Alb (Alpes de Suavia), Württemberg, en el Sur-Oeste de Alemania. Es interesante destacar que en este depósito se ha encontrado también una rica fauna y flora subtropical-tropical. Existe, pues, parecido en clima, flora y fauna entre los ejemplares de España y de Alemania, aunque los Zygaenini alemanes son más modernos. En este yacimiento se han encontrado "*Zygaena*" *miocaenica* Reiss, 1936 y *Zygaenitis controversus* Burgeff, 1951, magníficamente re-descritos por Naumann (1987b).

Las alas anteriores de estos cuatro especímenes muestran, en forma más o menos clara, el típico patrón de seis puntos. Este dibujo es sinapomórfico (sinapé = conexión) de los géneros *Praezygaena*, Alberti, 1954, *Reissita* Tremewan, 1959, *Epizygaenella* Tremewan & Povolny, 1958 y *Zygaena* Fabricius, 1775 y es visible en estos cuatro fósiles, aunque algo menos desarrollado (especialmente en *Z? turolensis*), que en especies actuales como consecuencia, probablemente, de su mayor primitivismo. Pero falta en los géneros africanos *Orna* Kirby 1892 y *Epiorna* Alberti 1954, considerados como los más primitivos de la tribu. La mancha 1 es alargada (lo que no es infrecuente en especies actuales de *Praezygaena*, *Zygaena* y *Epizygaenella*).

Como ya estableció Reiss (1936) nada podemos saber con certeza sobre la coloración del ala anterior y del ala posterior, abdomen y patagia. De conformidad con lo que ocurre en las actuales Zygaenini la coloración pudo haber sido roja o amarilla. Como en *Epizygaenella caschmirensis* (Kollar, 1844) y en algunas especies de *Praezygaena* pudo haber diferencias entre el ala anterior y el ala posterior (p.e., el ala anterior pudo haber sido amarilla y la posterior roja). Debido a la supuesta estructura de los pigmentos rojos y amarillos, químicamente próximos, de *Zygaena* no deben esperarse diferencias en los colores conservados (Naumann 1987b).

El cuarto ejemplar corresponde a *Zygaenitis controversus* y presenta también el patrón de dibujo de seis puntos en el ala anterior. Solamente los puntos 3-4 y 5-6 son bien visibles. Hay vestigios del punto 1 en cada ala. Hay ligeras dudas sobre si esta especie (como *Zygaena? turolensis* y "*Zygaena*" *miocaenica*) hayan tenido completo el dibujo de seis puntos característico de las taxas más evolucionadas, o si solamente se iniciaba en ellas. Puede afirmarse que su punto 1 es muy alargado y que su extensión discal abarca al punto 3, lo que no ocurre en los ejemplares actuales de *Zygaena*. Su aspecto sugiere que *Zygaenitis controversus* pertenece al mismo tronco que *Epizygaenella* o a su inmediata vecindad.

La forma alargada del ala (común a los actuales géneros *Epiorna*, *Neurosymploca* Wallengren, 1858, *Zutulba* Kirby, 1992, *Reissita*, *Epizygaenella* y *Zygaena*) sería consecuencia del cambio de los hábitos crepusculares por los diurnos. De ello puede deducirse

que *Zygaena? turolensis*, "*Zygaena*" *miocaenica* y *Zygaenitis controversus* serían, probablemente, insectos diurnos, como casi todos los actuales Zygaenini. En un estudio estadístico reciente (Fernández-Rubio *et al.*, 1993) se concluye que los cocientes longitud ala anterior/anchura ala anterior y longitud ala posterior/anchura ala posterior son muy próximas en los Zygaenini fósiles. En ese mismo estudio ha sido comprobado que las alas de los Zygaenini fósiles hallados hasta la fecha, son, proporcionalmente, más estrechas que las de las especies actuales.

La venación del ala anterior de estos fósiles ofrece muy importantes datos: En efecto, en *Zygaena? turolensis* y "*Zygaena*" *miocaenica* la r1, la r2 y la r4 nacen separadas. Esto descarta a *Epizygaenella* y aunque esta venación aparece también en las actuales *Epiorna*, *Neurosymploca*, *Praezygaena* y *Zygaena* pensamos deben adscribirse a *Zygaena*, por el aspecto de las escamas y sus diferentes áreas geográficas de distribución actual. Por el contrario *Zygaenitis controversus* (que también pudo haber tenido manchas de coloración roja o amarilla en ala anterior y ala posterior y cíngulo abdominal) muestra r2-r4 unidas por su base y m2 y m3 con origen común. Es decir, una venación idéntica a los representantes del actual género *Epizygaenella*, típica de él y bien distinta a la los otros fósiles antes citados. El horquillamiento de las venas r2-r4 en el ala anterior (ausente en los otros géneros mencionados) no puede representar una situación de estado primitivo y fue sólo una aparición única durante la evolución de Zygaenini. Y es éste un carácter diferenciador entre ambos géneros paleárticos, imprescindible para separarlos. La presunción de que *Zygaenitis controversus* y las actuales *Epizygaenella* forman parte de una entidad monofilética establecida en las tierras de Eurasia durante el Mioceno incluye la suposición de que los grupos hermanos *Epizygaenella* y *Zygaena* existieron al mismo tiempo.

Las alas posteriores de los cuatro fósiles presentan un dibujo especializado, consistente en un margen posterior ancho y bien resaltado en oscuro, una muy bien diferenciada área del tornus y un característico trazo costal, lo que actualmente aparece sólo en los géneros *Praezygaena*, *Epizygaenella* y en algunas especies de *Zygaena* consideradas como primitivas. No se conserva su venación, que en las especies actuales de Zygaenini no ofrece diferencias significativas.

Las antenas son clavuliformes, con extremo aguzado (como en el género *Zygaena* actual). Su morfología clavuliforme es carácter sinapomórfico de los géneros *Epiorna*, *Neurosymploca*, *Zutulba*, *Reissita*, *Epiorna*, *Epizygaenella* y *Zygaena*, como ya destacó Naumann (1987b). En *turolensis* las antenas son menos gruesas que en los otros dos fósiles (pero superponibles a las de algunas especies actuales). Su aspecto algo curvado en su parte distal, más acusado en el segundo ejemplar descubierto (Fernández-Rubio *et al.*, 1995) no aparece en los otras dos especies fósiles, pero se encuentra también en especies actuales muertas (en telas de araña) y pudiera tratarse de una alteración post-mortem, por lo que no puede atribuirse, con certeza, a primitivismo. Su tercio medio presenta mayor anchura que la porción proximal y distal y la

porción distal es aguzada y se encuentra fuertemente curvada. El número mínimo de segmentos antenales estimado es de unos 46, mientras que en *miocaenica* es de 37-38, con una antena más clavuliforme que en la mayor parte de las especies recientes de *Zygaena* y es similar a la de los machos actuales de alguna *Neurosymploca*.

Entendemos que *turoloensis* y *miocaenica* deben adscribirse al actual género *Zygaena* por la forma clavuliforme de sus antenas, con final aguzado; por el ala anterior alargada mostrando el clásico patrón de seis manchas y con las venas r1, r2 y r4 que nacen separadas (no horquilladas); por sus escamas anchas y con el final cortado en ángulo recto, pero no lineal sino con escotaduras no muy profundas; por el ala posterior alargada (aunque proporcionalmente menos que el ala anterior), con apex y margen posterior oscuro y provista de indicios netos de trazo transversal también oscuro y con la parte visible del margen látero-superior del tórax provista de escamas modificadas a pilosas. Evidentemente caracteres típicos del género tales como la estructura de su genitalia, ultraestructura de sus escamas alares, plantas nutricias, forma del capullo y diapausia en cuarta edad (consecuencia de su adaptación a climas áridos) no pueden discernirse en los fósiles. Un carácter apomórfico se ha conservado en *Zygaenitis controversus* que permite una más exacta interpretación de su situación taxonómica: la venación del ala anterior, con el característico horquillamiento de las venas r2 y r4 (unidas por su base), lo que

obliga a adscribirla al género *Epizygaenella*, único de los actuales que presenta tal venación.

Pudiera también tratarse de un antecesor común a ambos géneros paleárticos (*Zygaena* y *Epizygaenella*), lo que representaría un género arcaico extinguido, que pudiese haber existido en el Mioceno sarmentiano. En todo caso, el patrón de seis manchas del ala anterior, que parece reconocerse, es común a ambos géneros paleárticos y típico de ellos, no hallándose en *Orna* ni en *Epiorna* que son géneros africanos filogenéticamente más arcaicos.

Consiguientemente, *Zygaena? turoloensis* y "*Zygaena*" *miocaenica* pueden ser consideradas como pertenecientes al género *Zygaena* o bien como especies de incierta ubicación y representativas de la línea *Praezygaena* + *Reissita* + *Epizygaenella* + *Zygaena*, mientras que *Zygaenitis controversus* puede considerarse próxima o idéntica a *Epizygaenella*.

El dibujo del ala posterior, con obscurecimiento del apex, margen posterior y trazo medial, solo se encuentra hoy en *Praezygaena*, *Epizygaenella* y en algunas especies de *Zygaena* primitivas, que han conservado caracteres arcaicos.

En los fósiles de Teruel no es posible conocer si presentaba anillo abdominal rojo, que si es claramente visible en los otros dos *Zygaenini* miocénicos alemanes, las *Zygaena* primitivas y en las *Epizygaenella*, aunque ello sea bastante probable.

Como es lógico, hay diferencias mensurables entre estas tres especies fósiles y las principales se recogen en la TABLA N° 1.

	<i>Zygaena? turoloensis</i> (tamaño promedio)	" <i>Zygaena</i> " <i>miocaenica</i> (Según Naumann, 1987)	<i>Zygaenitis controversus</i> (Según Naumann, op. cit.)
Tamaño	13.4 mm	15.0 mm	23.0 mm
Longitud antena	6.1 mm	6.3 mm	8.1 mm aprox.
Anchura máx. antena	0.4 mm	0.6 mm	0.8 mm
Nº segmentos antenales (estimados)	46 mínimo	37-38	?
Longitud ala anterior	11.9 mm	13.0 mm	19.0 mm
Anchura máx. ala anterior	4.0 mm	3.4 mm	5.0 mm
Longitud ala posterior (estimada)	8.5 mm	9.5 mm	?
Anchura máx. ala posterior	2.8 mm	3.4 mm	?
Longitud abdomen	6.8 mm	6.5 mm	12.9 mm aprox.
Anchura máx. abdomen	2.7 mm	3.2 mm	5.8 mm

TABLA N° 1: Diferencias principales entre tres especies fósiles de *Zygaenini*.

Se observa un tamaño mayor en *miocaenica*, aunque tanto ésta como *turolensis* está dentro de las cifras que se encuentran en las *Zygaena* actuales. Si comparamos estos tamaños vemos la similitud entre ambas y su diferencia con *controversus*. Sin embargo, desde un punto de vista meramente estadístico el tamaño de la muestra lo hace no significativo.

Las *Zygaenini* del Mioceno debieron tener una distribución y dispersión similar al modelo que ocurre con las formas actuales: falta de migración y limitada capacidad para colonizar y ocupar áreas nuevas; son estenoécicas (stenós = estrecho) y no expansivas. La colonización de la masa de Eurasia ha conducido muy pronto (posiblemente en el Mioceno) a unas taxas muy próximas o idénticas a las actuales *Epizygaenella* y *Zygaena* paleárticas. Considerando la abundancia de las *Zygaena* actuales puede entreverse gran número de especies extinguidas de *Zygaena* y sus próximos grupos de troncos.

Actualmente en el Paleártico sólo se encuentran los géneros *Zygaena* y *Epizygaenella*. El área de dispersión de *Epizygaenella* está muy reducida. En efecto, *Epizygaenella caschmirensis* se encuentra sólo en el norte de la India, Nepal, Cachemira, Pakistán y Afganistán y la zona colonizada por *Epizygaenella erythrosoma* (Hamson, [1892]) es aun menor (Norte de la India) ocupando una altitud algo superior.

De acuerdo con Naumann (1987b) pensamos que el antecesor común a estos dos géneros paleárticos debió haber salido de la región Etiópica, antes del Mioceno, pues en los dos fósiles del Mioceno tardío de Alemania se encuentran significativas diferencias: *Zygaena? turolensis* y "*Zygaena? miocaenica*" tiene caracteres de venación alar correspondientes a las actuales *Zygaena* mientras que *Zygaenitis controversus* muestra un estrecho parentesco con las actuales *Epizygaenella*. Esto sugiere que en el Mioceno tardío el área de este último género abarcaría una extensión mucho mayor.

Se piensa que la primitiva evolución de *Zygaenini* tuvo lugar, probablemente, en el África tropical, apareciendo allí los primeros géneros (*Orna*, *Epiorna*, *Neurosymploca*, *Zutulba*, *Praezygaena* y *Reissita* están ahora restringidos a esa zona y *Reissita* a Arabia). Estas taxas representan una serie de subordinados grupos-hermanos relacionados. Solamente una línea-tronco debió desplazarse de África tropical hacia la región Paleártica. El más reciente dato de esa migración pudo haber sido del Mioceno, a causa de las cuatro *Zygaenini* encontradas en los depósitos miocénicos de Teruel y Alemania.

Alberti (1954) adscribía a *caschmirensis* en el género *Praezygaena*, fundado en la presencia de un proceso valvar. Esto creaba dudas sobre su ruta de dispersión, pues según esta concepción el género se encontraría en África del Sur y en el Himalaya. Pero estudios posteriores (Naumann 1987a) mostraron que ese proceso valvar era de distinta configuración y faltaba en la otra especie del grupo: *erythrosoma*. La creación del género *Epizygaenella* eliminó estas dudas, en el sentido de que *Praezygaena* no tuvo porque tener nunca representación Paleártica.

CONCLUSIONES:

De cuanto antecede puede afirmarse lo siguiente:

1.-En el Mioceno inferior existían especies correspondientes al actual género *Zygaena*, o a su inmediata vecindad. Los más antiguos representantes, hasta ahora conocidos, corresponden a Teruel.

2.-Su presencia en Aragón avala nuestra idea (Fernández-Rubio 1990 a y b) de la importancia de la actual Península Ibérica, al menos como centro secundario de dispersión del género *Zygaena*.

3.-En el Mioceno superior existieron en Eurasia *Epizygaenella* o, al menos, taxa con similar venación, y en un área geográfica mucho más amplia de la que este género ocupa en la actualidad.

Puede también intuirse que:

1.-Los antecesores de ambos géneros vinieron de África, antes del Mioceno.

2.-Probablemente lo hicieron en una sola oleada y no necesariamente por la ruta Árabe.

BIBLIOGRAFIA

- Allison, P.A. 1983.- Konservat-Lagerstätten: Cause and classification. *Paleobiology* 14: 332-344.
- Anadon P. 1989.- Lagos. In Sedimentología. *Nuevas tendencias C.S.I.C.* vol I: 219-270.
- Burgeff, H. 1951.- Die Meeralspengrenze der Zygaenen (Lep.) eine mit Hilfe der Polulationsanalyse der Arten der Gattung *Zygaena* (Lepidoptera) durchgeführte Untersuchung über die Lokalisation und Bedeutung geographischer Rassen in ihrem Zusammenhang mit der Eiszeit. *Biol. Zbl.* 70: 1-23.
- Fernández-Rubio, F. 1990a.- Origen y distribución del género *Zygaena* F. 1775 en la Península Ibérica. *Bol. San. Veg. Plagas* 16: 445-447.
- 1990b.- *Guía de mariposas diurnas de la Península Ibérica (Zygaena)*. Ed. Pirámide. Madrid.
- Fernández-Rubio, F., de Olano, I. & Cuñarro, J. 1993.- Contribución al conocimiento de algunos parámetros mensurables de *Zygaenini* (Zygaenidae, Lepidoptera) paleárticos. *Est. Mus. Cienc. Nat. Alava* 8: 103-136.
- Fernández-Rubio, F., Peñalver, E. & Martínez-Delclòs, X. 1991.- *Zygaena? turolensis*, una nueva especie de Lepidótera Zygaenidae del Mioceno Inferior de Rubielos de Mora (Teruel). Descripción y filogenia. *Est. Mus. Cienc. Nat. Alava* 6: 77-93.
- Fernández-Rubio, F., Peñalver, E. 1995.- Un nuevo ejemplar fósil de *Zygaena? turolensis* Fernández-Rubio et al. 1991 (Lepidoptera; Zygaenidae) *Est. Mus. Cienc. Nat. Alava*, 9 (1994): 39-48.
- Naumann, C.M. 1987a.- *Epizygaenella erythrosoma* with notes on the taxonomic treatment of the genus *Epizygaenella*. *Mitt. Münch. Ent. Ges.* 77: 139-147.
- 1987b.- On the phylogenetic significance of two Miocene zygaenid moths (Insecta, Lepidoptera). *Paläont. Z.* 61: 299-309.
- Reiss, H. 1936.- Ein Zygaenenfund aus der Tertiärzeit. *Ent. Rdsch.* 53: 554-556.
- Seilacher A. 1970: Begriff und Bedeutung der Fossil-Lagerstätten. *Neus Jarburg für Geologie und Paläologie Abhandlungen* 34-39.