

CONSIDERACIONES SOBRE LOS COLORES Y MANCHAS ALARES DE LAS *Zygaena* Fabricius, 1775 (Insecta: Lepidoptera, Zygaenidae)

Fidel Fernández-Rubio¹

¹ Castellana, n° 138; 28046 MADRID.

Cuando se observa el conjunto de las especies que se engloban en el género *Zygaena* Fabricius, 1775 destaca un hecho interesante: pueden encontrarse morphos (= aspecto externo) parecidos en especies claramente diferentes (lo que se denomina pleixomorfismo). Por ejemplo: *Zygaena* (*Zygaena*) *theryi* de Joannis, 1908 y *Z. (Z.) lavandulae* Esper, (1783), son muy similares entre sí. Esto también ocurre con *Zygaena* (*Agrumenia*) *cocandica* Erschoff, 1874; *Z. (A.) afgana* Moore, [1860]; *Z. (A.) formosa* Herrich-Schäffer, 1852 y *Z. (A.) kravigini* Grum-Grshimailo, 1887. Y se observa igualmente con *Z. (A.) carniolica* (Scopoli, 1763); *Z. (Z.) occitanica* (Scopoli, 1781); *Z. (A.) maroccana* Rothschild, 1917; *Z. (A.) orana* Duponchel, 1835; *Z. (A.) magiana* Staudinger, 1889 y *Z. (A.) youngi* Rothschild, 1926 y con el usual problema taxonómico español: *Z. (Z.) trifolii* (Esper, 1783); *Z. (Z.) loniceræ* (Scheven, 1777) y *Z. (Z.) filipendulae* (Linnaeus, 1758) (forma de cinco puntos), para cuya resolución tantas veces hay que recurrir a la genitalia.

Por el contrario, existe también un increíble polimorfismo (=aspectos diferentes) en un misma especie. Esto explica que, P.e, *Z. (Z.) fausta* (Linnaeus, 1767) fuese considerada como varias especies distintas (*fausta*; *faustina* Ochseneimer, 1808; *baetica* Rambur, 1839; *gibraltarica* Tremewan, 1961; *almerica*, Burgeff, 1963; *aitanae* Burgeff & Klaué, 1968; *resendei*, Burgeff 1969, *murciensis* Reiss, 1922) hasta nuestros trabajos de 1975, hoy universalmente admitidos (Naumann y Tremewan, 1984 págs. 167 y 181). Otro ejemplo puede ser el de *Z. (A.) carniolica* (Scopoli, 1763), con algunas subespecies muy diferentes del morpho habitual (p.e., *kapadokkiae* Junge & Rose, 1976, con color de fondo en el ala anterior pajizo y manchas rojas y ala posterior roja con margen pajizo). Este polimorfismo aparece, incluso, en especies poco expandidas, como *Z. (Mesembrynus) sarpedon* (Hübner, 1790), o en *Z. (Z.) nevadensis* Rambur, 1866 (donde hoy se engloban las antiguas especies morfológicas desde Francia hasta el Cáucaso), y lo mismo cabe decir *Z. (A.) occitanica* (de Villiers, 1789) (en la que hoy se incluye la antigua especie *freudi* Daniel, 1960) etc.

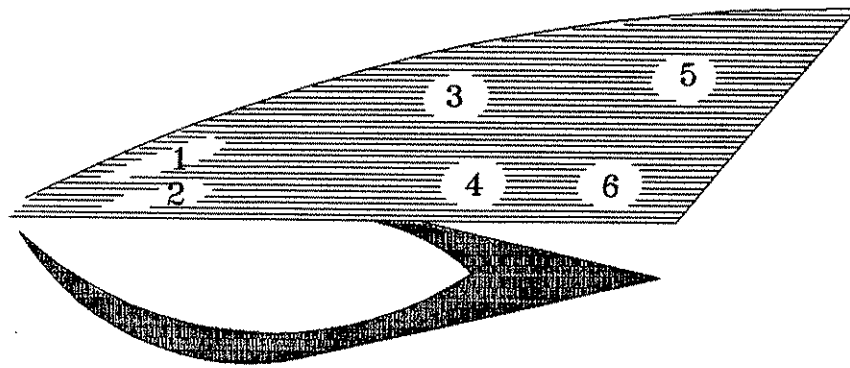
Hay que destacar que incluso en un mismo biotopo puede haber formas muy distintas de una misma especie. Hay también formas adaptativas a la altitud y a los microclimas. Esta circunstancia explica la facilidad con que se han elevado a la categoría de

subespecies simples formas locales, de lo que tantos ejemplos se pueden citar en la Península Ibérica. Esto tiene una enorme repercusión en España (por ser muy montañosa y con áreas cálidas muy próximas a otras frías). Por eso una visión localista o fraccionaria de una especie puede hacer pensar en la existencia de múltiples subespecies cuando, de hecho, en la mayor parte de las especies de *Zygaena* -especialmente en las ibéricas- lo que existe es un clinus de variación progresiva y no un mosaico de netas subespecies, como destacamos en 1990.

Este polimorfismo de las *Zygaena* provocó que el número de "especies morfológicas" tendiese a crecer hasta que se afianzaron los conceptos de "bio-especie" y de "aislamiento reproductivo". Así Alberti (1958-59) aceptaba 81 especies, que subieron hasta 139 con Reiss y Tremewan (1967) (concepto morfológico), para descender a 97 con Naumann y Tremewan (1984) (concepto de bio-especie). Esto no debe extrañarnos si se piensa en los morphos o "habitus" tan distintos que puede adaptar una misma especie.

Algunas especies, especialmente del subgénero *Zygaena*, están poco separadas y su genitalia no ofrece marcados caracteres diferenciales. Si se cruzan algunas especies próximas -en laboratorio- pueden obtenerse descendientes híbridos (F1) que pueden cruzarse libremente entre sí y producir generaciones ulteriores (F2). Los experimentos de cruce tienen éxito, lo que podría sugerir que la separación de las especies pudiera no estar justificada. Por ejemplo, *Z. (Z.) trifolii* (Esper, 1783), y *Z. (Z.) loniceræ* (Scheven, 1777), son especies próximas que tienen genitalias similares -andro y ginopigio- (los machos se diferencian por los cornutis del aedeagus y las hembras por la distinta esclerotización del ductus bursae). Como señalamos, estas dos especies pueden cruzarse libremente en laboratorio y producir descendencia fértil. Pese a ello, las respectivas orugas son diferentes en manchas cromáticas y en estructura septal y en opinión generalizada tales diferencias son de gran valor taxonómico y justifican la separación en dos especies. Además, ambas tienen una extensa distribución geográfica superpuesta y han sido descritas un alto número de bien definidas subespecies de cada una de ellas, las cuales mantienen las características de *trifolii* o de *loniceræ*. Englobar ambas en una sola especie parece no estar justificado.

Denominación de los puntos del ala anterior



Evolución de las manchas alares

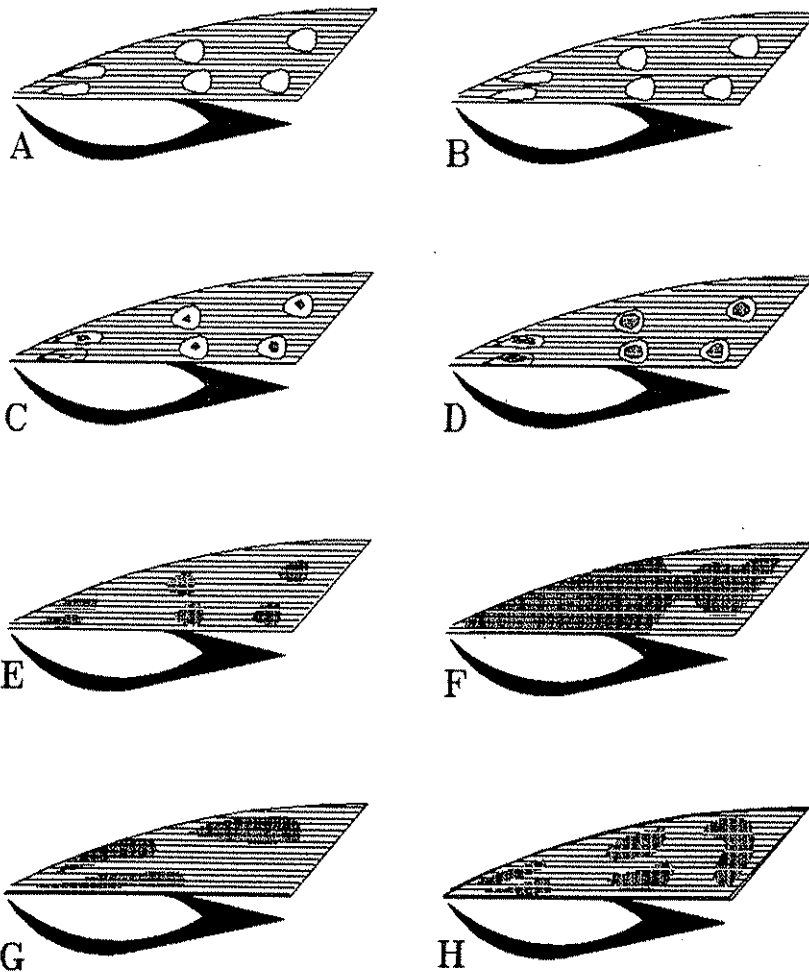


Figura superior: Denominación de los puntos del ala anterior.

Figuras inferiores inferior: Evolución de las manchas alares:

A).- Manchas amarillas

B).- Manchas rosadas

C).- Manchas amarillas con centro rojo

D).- Manchas rojas con halo amarillo o blancuzco

E).- Manchas rojas

F).- Manchas rojas confluentes

G).- Manchas rojas confluentes y alargadas

H).- Manchas rojas con fusión de los puntos 5 y 6 en forma arriñonada

Color de fondo del ala anterior negro o azul-negruzco muy oscuro en todos los casos.

Los llamativos colores de las *Zygaena* son aposemáticos (colores de alarma) y realzan y complementan el papel defensivo de sus sustancias tóxicas. Ello suscita un alto interés, muy por encima de los estudios taxonómicos predominantes, debido a los conocimientos biológicos evolutivos que ha originado. En ese sentido destaca la prueba los cianoglucósidos linamarín y lotaustrolín (de Davis y Nahrstedt, 1979-1982) que ha aportado nuevos datos sobre la cianogénesis de las *Zygaena* y que junto a la neurotoxina beta-cianoalanina son de suma importancia para el sistema de defensa de las larvas y adultos y debieron tener una estrecha co-evolución con el desarrollo de los colores aposemáticos de sus orugas e imagos (Povolno & Weyda 1981; Franzl & Naumann, 1984). Estos colores de alarma son una gran defensa frente a pájaros insectívoros, pero no ante otros depredadores (P.e., arañas). En este aspecto quizá convenga señalar que en ciertas zonas cálidas y secas, escasas en pájaros, hay tendencia a aminorar la coloración aposemática en favor de una coloración críptica (que los confunde con el ambiente, ocultándolos).

La ausencia de coloración aposemática parece fue el morfo inicial de la tribu, ya que falta en los géneros africanos considerados como los más primitivos *Orna* Kirby, 1892 (donde falta el patrón de dibujo de seis puntos) y en *Epiorna* Alberti, 1954, (donde sólo es vestigial) y la coloración aposemática (rojo, amarillo, negro) se desarrollaría en ligazón y paralelismo con la toxicidad. Y como ocurre con tantos grupos de animales tóxicos o venenosos que poseen este tipo de coloración (verdaderas "señales de alarma" para sus enemigos), tienden a parecerse mucho entre sí distintas especies, lo que representa un aumento del papel defensivo de dicho habitus frente a sus depredadores, fenómeno al que se ha denominado "mimetismo de Mertens". Es curioso constatar como se ha desarrollado una coloración de camuflaje críptico, que los hace poco visibles (alas anteriores de color de paja seca, y posteriores rojas "de destello"), en zonas áridas cercanas al origen del género, como se observa P.e., en *Z. (A.) olivieri* Boisduval, [1828], y en la antes referida ssp. *kappadokiae*, y ello sin merma aparente de su toxicidad.

Se conoce poco del condicionante genético de las diversas formas y colores de *Zygaena*, con excepción de *Z. (Z.) ephialtes* (Linnaeus, 1767), con la que Druja (1959) efectuó un amplio estudio basado en treinta y dos años de experiencias de cruce, demostrando que las dos formas básicas (*peucedaniode* y *ephialtoide*) dependen, cada una, de la acción de un par de genes alelomórficos independientes, siendo dominante la forma *peucedanoide*. Ambas pueden ser rojas o amarillas, siendo dominante el rojo, y cada uno de estos colores está determinado por la acción de otro par de alelos independientes. Las formas *peucedanoide* y *ephialtoide* pueden tener 5 ó 6 puntos. Se comprobó que la forma de 5 puntos es la dominante y que cada una de ellas depende un tercer par de alelos independientes. Estos caracteres muestran la típica distribución mendeliana en F2 y F3 y en el cruce con los antecesores. Tales resultados fueron confirmados por Bovey (1966).

Si se examinan las especies próximas al tronco

primitivo de las *Zygaena* en el Oriente Medio -por ende, cerca del núcleo de diferenciación primaria- sorprende el hecho de que aún se encuentre allí especies con morfología pleixomorfa (pleisos = similar; morphos = forma), próximas a la constitución arcaica del género, que incluye, además de un uncus delgado y alargado (en el macho), una zona hialina en la base del ala posterior (claramente visible, p.e. en *Z. (A.) truchmena* Eversemann, 1854) y con dibujo de manchas pigmentadas ausente o sólo débilmente desarrollado.

Los puntos o manchas del ala anterior han recibido denominación numérica para facilitar la descripción (Fig. 1) y su evolución se representa allí esquematizada y puede ser descrita breve y fácilmente: En las que son consideradas como las más primitivas de las especies de *Mesembrynus* Hübner [1819] los puntos del ala anterior son monocromos, de color crema, amarillo, rosa, naranja, rojo brillante o carmín. En las especies más primitivas las alas anteriores pueden ser casi rojas (P.e., *Z. (M.) purpuralis* (Brünnich, 1763) y *Z. (M.) rubicundus* Hübner, [1817]), o rojas o amarillas con una línea negra de separación (P.e., *Z. (M.) tamara* Christoph, 1889, con subespecies rojas o amarillas). Estas manchas pueden adquirir aspecto lineal por fusión de los puntos 2 y 4 (P.e., en *Z. (M.) aurata* Blachier, 1905). Por adaptación a un clima frío hay especies de este subgénero muy oscuras y con puntos coloreados muy pequeños -para absorber mejor la radiación calórica solar- (P.e., *Z. (M.) hindukuschi* Koch, 1937). La mayor parte de las especies de *Agrumenia* Hübner [1819] tienen los puntos rodeados de color blanquecino, crema o amarillo. Se estima que la coloración roja en los puntos del ala anterior comenzó desde el centro de los puntos, en las especies más primitivas. El círculo amarillento o blanquecino sería entonces una reminiscencia del primitivo color de las manchas de las alas anteriores, de lo cual *cocandica* Erschhoff, 1874 es un buen ejemplo así como *separata* Staudinger, 1887 donde, además, la mancha roja del ala posterior está hendida como en *Praezygaena* Albeti, 1954 y *Epizygaenella* Tremewan & Povolny. En las primitivas especies del subgénero puede persistir la mancha amarilla sin halo, sobre un fondo más o menos oscuro (P.e., *Z. (A.) johannae* le Cerf, 1923). En otras *Agrumenia* pueden aparecer manchas amarillas puras, pero con algunos ejemplares donde se inicia el color rojo en el centro del amarillo (P.e., *Z. (A.) cocandica* Erschhoff, 1874). Solamente en las más recientes especies del subgénero *Zygaena* Fabricius, 1775 faltan los círculos alrededor de los puntos del ala anterior y, cuando aparecen, sólo es en los ejemplares aberrantes. Algunas especies muy evolucionadas tales como *Z. (Z.) loti* ([Denis & Schiffermüller], 1775) tienen la mancha 6 de aspecto reniforme. Las últimamente evolucionadas especies del subgénero *Zygaena* han perdido totalmente los anillos que rodeaban los puntos del ala anterior. Es interesante destacar que ocasionalmente se han capturado ejemplares de *filipendulae* (Linnaeus, 1758, y *transalpina* (Esper, 1782), con vestigios de los anillos blanquecinos en los puntos del ala anterior. Esto ha ocurrido sólo en Italia, en aberraciones excepcionalmente escasas, y sugiere un contacto con las

primitivas especies de *Agrumenia*.

La presencia de escamas especializadas en la mancha 4, con formación de espacios libres intercostales, es una característica autopomórfica de *Zygaena* que ya aparece en los supuestamente arcaicos representantes del género, (P.e., *Z. (A.) sodgiana* Erschoff, 1874 y *Z. (A.) cocandica* Erschoff, 1874) y está constituida por la formación de espacios libres intercostales. En las especies más modernas examinadas por Naumann (1987), el dibujo es más evolucionado y más acentuado (p.e., *Z. (A.) afgana* Moore, [1860]).

En las *Zygaena* fósiles *Z. turolensis* Fernández-Rubio, Peñalver & Martínez-Delclòs 1991 y "*Z. miocaenica* Reiss, 1936 así como en la *Epizygaenella Zygaenitis controversus* Burgeff, 1931 aparece un dibujo especializado en el ala posterior consistente en un oscurecimiento del apex y margen posterior, con un profundo trazo oscuro medial. En especies actuales este trazo se conserva bien marcado en el género *Epizygaenella* y algo menos en *Praezygaena* y en algunas especies de *Zygaena* consideradas como primitivas (P.e., *Z. (A.) separata* Staudinger, 1887; *Z. (A.) sodgiana* Erschoff, 1874; *Z. (A.) kravigina* Grun-Grhimailo, 1887) y es más o menos vestigial en otras (p.e., *Z. (A.) transpamirina* Korch, 1936; *Z. (A.) johannae* Le Cerf, 1923, pero este trazo oscuro no está presente en casi ninguna especie actual de *Zygaena*, lo que indica que es un carácter primitivo, que se ha perdido a lo largo de la evolución.

Un cíngulo o anillo abdominal coloreado en rojo está presente en la mayor parte de las especies de los subgéneros *Mesembrynus* y *Agrumenia*. Ya aparecía en las especies fósiles del Mioceno (P.e. "*Zygaena miocaenica* Reiss, 1936). Podemos encontrar, incluso, especies con el abdomen totalmente rojo en *Agrumenia* primitivas (P.e., *afgana* Moore [1860]). Y reducido a un cíngulo, más o menos ancho, persiste en la mayor parte de *Mesembrynus*. (P.e., *Z. (M.) araxis* Koch, 1936). Está presente, también, en las más primitivas especies del subgénero *Zygaena* (P.e., *anthyllidis* Boisduval, [1928]), pero ya no existe en las más recientes (*trifolii* (Esper, 1783); *loniceriae* (Scheven, 1777). Es interesante observar lo que ocurre, en España, con un endemismo que tiene dos subespecies claramente separadas geográficamente: *Z. (M.) contaminei* Boisduval, 1834 donde en la más meridional de sus áreas es constante la presencia del cíngulo, que falta -o es excepcional- en la norteña, lo que indicaría un mayor primitivismo de la primera. Otro ejemplo ibérico lo tenemos en *Z. (A.) occitanica* (de Villiers, 1789): los ejemplares del sur-este tienen el abdomen totalmente rojo (y las manchas alares sin halo) -de aspecto tan diferente que hasta fueron descritas como especie distinta (*freudei* Daniel, 1960)- mientras que en el resto de su área de dispersión sólo mantiene un cíngulo (y las manchas alares tienen netos halos). En especies más evolucionadas el cíngulo aparece sólo excepcionalmente (P.e., en *Z. (Z.) hippocrepidis* (Hübner, [1799]) y, como antes señalamos, en las más modernas especies del subgénero *Zygaena* el cíngulo siempre falta.

Las *Zygaena* adaptadas al frío (por altitud o por la latitud de su área dispersión) tienen el cuerpo peludo

y son oscuras. Ejemplo de ello lo tenemos en *Z. (Z.) persephone* Zerny, 1934; *Z. (Z.) exulans* (Hohenwarth, 1792); *Z. (A.) magiana* Staudinger, 1889; *Z. (Z.) anthyllidis* Boisduval [1828] etc. Y esta adaptación es independiente del subgénero a que pertenezcan.

EN CONCLUSIÓN:

Parece que los tres subgéneros de *Zygaena* (*Mesembrynus* Hübner, [1819]; *Agrumenia* Hübner, [1819] y *Zygaena* Fabricius, 1775), a pesar de su separación, distanciada cronológicamente, han seguido una evolución paralela en cuanto a su hábitus externo se refiere, quizá condicionada por el incremento de su toxicidad, que condicionó un círculo de "mimetismo de Mertens". Y que es posible rastrear su mayor o menor arcaísmo con los datos que su morfo refleja (aspecto y color de las manchas del ala anterior, persistencia o no del trazo oscuro en ala posterior, presencia o ausencia de cíngulo abdominal).

BIBLIOGRAFIA

- Alberti, B.: 1958/58.-Über den stammesgeschichtlichen Aufbau der Gattung *Zygaena* F. und ihrer Vorstufen (Insecta, Lepidoptera). *Mitt. zool. Mus. Berl.* 34: 245-396 ; 35: 203-242
- Bovey, P.: 1986.- Le problème des formes orange chez *Z. ephialtes* L.. *Rev. Suisse de Zool.* 73: 193-218
- Davis, R.H. & Narstedt, A.: 1979.- Linamarin and Lotaustralin as source of cyanide in *Zygaena filipendulae* L. (Lepidoptera) *Comp. Biochem. Physiol.* 71 (B):359-397
- : 1982.-Occurrence and variation of the cyanogenic linamarin and locaustalin in species of the Zyagenoidae (Insecta: Lepidoptera). *Comp. Biochem. Physiol.* 71 (B): 329-332
- Fernández-Rubio, F.: 1975.- *Genitalias (Andropigios) de las Zygenas de la Península Ibérica*. Ed. Reyes. Madrid
- : 1990.- *Guía de mariposas diurnas de la Península Ibérica. Zygaenas*. Ed. Pirámide. Madrid
- Fernández-Rubio, F., Peñalver, E. & Martínez-Delclòs, X.: 1991.- *Zygaena? turolensis*, una nueva especie de Lepidoptera Zygaenidae del Mioceno de Rubielos de Mora (Teruel). Descripción y filogenia. *Est. Mus. Cienc. Nat. de Alava* 6: 77-93
- Fernández-Rubio, F. & Peñalver, E.-Un nuevo ejemplar fósil de *Zygaena? turolensis* Fernández-Rubio, Peñalver & Martínez-Delclòs, 1991 (Lepidoptera: Zygaenidae) *Est. Mus. Cienc. Nat. de Alava* 9: 39-48
- Frank, S. & Naumann, C.M.: 1984.- Morphologie und Histologie der Wehrsekretbehälter erwachsener Raupen von *Zygaena trifolii* (Esper, 1783) (Lepidoptera, Zygaenidae). *Ent. Abh. Mus. Tierk*
- Naumann, C.M.: 1987.- On the phylogenetic significance of two Miocene zygaenid moths (Insecta: Lepidoptera). *Paläont. Z.* 61: 299-309
- Naumann, C.M. & Tremewan, W.G.: 1984.- Das Bioespecies-Konzept in seiner Anwendung auf die Gattung *Zygaena* Fabricius, 1775. *Spixiana* 7-2: 161-193
- Povolny, D. & Weida, F.: 1981.- On the glandular character of larval integument in the genus *Zygaena* moths (Lepidoptera, Zygaenidae). *Acta ent. bohemoslov.* 78: 273-279
- Reiss H. & Tremewan W. G. 1967.- *A systematic catalogue of the genus Zygaena Fabricius (Lepidoptera: Zygaenidae)*. Ed. JUNK. Den Haag.