



GRADO EN BIOLOGÍA

FACULTAD DE BIOLOGÍA

Trabajo Fin de Grado

**El género *Odontocerum* (Insecta: Trichoptera) en la
península ibérica: estudio taxonómico, morfológico
y molecular**

Jenifer Brea Iglesias

Curso académico: 2017-2018

ÍNDICE

RESUMEN	- 3 -
1. INTRODUCCIÓN.....	- 3 -
2. OBJETIVOS	- 6 -
3. METODOLOGÍA DEL TRABAJO	- 6 -
3.1. Material estudiado.....	- 6 -
3.2. Estudio de la genitalia	- 8 -
3.3. Estudio de las alas.....	- 8 -
3.4. Estudio molecular	- 8 -
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	- 9 -
4.1. Estudio taxonómico-morfológico.....	- 9 -
4.1.1. Estudio morfológico de las genitalias.....	- 9 -
4.1.2. Morfología alar	- 14 -
4.1.3. Estudio biométrico de las alas anteriores	- 16 -
4.2. Estudio molecular	- 17 -
5. CONCLUSIONES	- 18 -
6. BIBLIOGRAFÍA	- 18 -

RESUMEN

El género *Odontocerum* está representado en la península ibérica por dos especies: *Odontocerum albicorne* y *Odontocerum lusitanicum*. La primera es de amplia distribución europea y la segunda es un endemismo estrictamente ibérico, cuya validez ha sido cuestionada. En este trabajo realizamos un estudio taxonómico de las poblaciones ibéricas de ambas especies para determinar si los caracteres morfológicos utilizados para diferenciarlas son verdaderamente fiables, contrastando los resultados del estudio morfológico con la información molecular disponible. Los datos morfológicos y moleculares obtenidos sugieren que la validez de *O. lusitanicum* es muy dudosa, aunque se requieren nuevos datos moleculares para obtener una conclusión definitiva.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Los tricópteros: breve caracterización morfológica y biológica del grupo

Los tricópteros son un grupo de insectos holometábolos, filogenéticamente emparentados con los lepidópteros, con los cuales conforman el superorden *Amphiesmenoptera*. Ambos comparten un ancestro común del que se diversificaron en el Triásico (Djernæs & Sperling, 2011; Holzenthal *et al.*, 2007). Se conocen más de 14.000 especies en el mundo (Morse, 2018), de las cuales 349 viven en la península ibérica, región cuya fauna se caracteriza por su notable originalidad, pues alberga un importante componente endémico (González & Martínez, 2011; Martínez, 2014; Martín, 2017).

Su hábitat principal son los ecosistemas dulceacuícolas, donde viven sus larvas, preferiblemente en las corrientes frías y bien oxigenadas. Son insectos de gran relevancia para el funcionamiento de la cadena trófica y el flujo de energía en los ecosistemas lóticos (Graça, 2001; Resh & Rosenberg, 1984; Wiggins, 2004) pues, sus larvas representan una parte esencial de las comunidades de los macroinvertebrados bentónicos. Son depredadoras, detritívoras, filtradoras, raspadoras o herbívoras, y, debido a la gran sensibilidad que poseen frente a la contaminación, suelen ser utilizadas como bioindicadores de la calidad de las aguas. (Martín, 2017; Resh & Cardé, 2003).

Las larvas son de tipo campodeiforme o eruciforme y poseen una cabeza bien diferenciada y esclerotizada, con un par de ojos, antenas cortas y un fuerte aparato masticador. El tórax está formado por tres segmentos, con sus correspondientes pares de patas, y el abdomen se compone de diez segmentos

membranosos, en los que se disponen las branquias. El último segmento abdominal posee un par de uñas anales, estructuras que son muy características de este grupo y que usan para anclarse al sustrato o al estuche larvario (Martín, 2017).

La mayoría de las larvas fabrican habitáculos o estuches larvarios, generalmente de forma alargada y tubular, para lo que emplean seda y otros materiales (piedras, arena, restos vegetales...) (González & Cobo, 2006). La forma del estuche, además de otros caracteres propios de la larva (la estructura de la mandíbula, la morfología de las patas y de las branquias, el grado de esclerotización del tórax, ciertos detalles de la quetotaxia, etc.) proporcionan los caracteres taxonómicos más utilizados para diferenciar las familias y géneros (Holzenthal *et al.*, 2007).

Tras completar el desarrollo larvario, se inicia el proceso de pupación, que dura entre dos y cuatro semanas. Así, generalmente en el propio estuche larvario, se empiezan a desarrollar las estructuras propias del imago, hasta que la pupa madura perfora el estuche y migra hacia la superficie del agua para llevar a cabo la muda imaginal y liberar al adulto (González & Cobo, 2006).

Los adultos poseen dos pares de alas membranosas que pliegan en forma de tejado cuando están en reposo y están recubiertas por pelos, característica a la que precisamente alude su nombre. Sus coloraciones son discretas, generalmente pardo amarillentas o negruzcas y su tamaño varía entre unos pocos milímetros (e.g. los *Hydroptilidae*) hasta varios centímetros (e.g. algunos *Limnephilidae*) (Martín, 2017; Martínez, 2014).

Los adultos poseen dos ojos compuestos, junto a los cuales puede haber tres ocelos, y dos antenas filiformes, de tamaño variable, cuyo artejo basal está modificado y asociado a estructuras glandulares en algunos machos (Martín, 2017). Su aparato bucal es de tipo lamedor (aunque apenas se alimentan) y se caracteriza por la existencia de un haustelo, especie de corta probóscide formada mediante la fusión del labio y la hipofaringe. (González & Vieira-Lanero, 2004; Martín, 2017).

El tórax, trisegmentado; posee tres pares de patas, cuyas tibias poseen unos espolones, cuyo número y posición conforman la fórmula tibial, de gran interés taxonómico (Baszio & Richter, 2002; González & Vieira-Lanero, 2004).

El abdomen está formado por diez segmentos y los dos últimos (o tres, en el caso de las hembras) están modificados, conformando la genitalia, estructura que se utiliza como principal fuente de caracteres taxonómicos para la identificación específica (González & Vieira-Lanero, 2004). En los machos, las genitalias

son mucho más complejas y poseen diversos apéndices, entre ellos los gonópodos (apéndices inferiores), que flanquean una cavidad membranosa en la que se encuentra el complejo fálico. Las genitalias femeninas son mucho más simples, frecuentemente de forma tubular y no siempre permiten la diferenciación específica (Martín, 2017).

1.2. El género *Odontocerum* en Europa y en la península ibérica

El género *Odontocerum* Leach, 1815, en el que se centra este trabajo, pertenece a la familia *Odontoceridae*, que está presente en todas las regiones zoogeográficas, excepto la etiópica, e incluye un número escaso de géneros y especies (Cianficoni, 1985; Morse, 2018). *Odontocerum* es el único representante europeo de la familia y, hasta 1972, se consideraba que *O. albicorne* (Scopoli, 1763) era la única especie del género. No obstante, Malicky (1972) describió *O. hellenicum* Malicky, 1972, y, unos años más tarde, el mismo autor (Malicky, 1975) describió *O. lusitanicum* Malicky, 1975.

O. albicorne tiene amplia distribución europea (Graf *et al.*, 2008) y, en la península ibérica, está presente únicamente en la mitad norte de España (González *et al.*, 1992). Las otras dos especies, *O. lusitanicum* y *O. hellenicum*, son endemismos de distribución más restringida; la primera vive en la península ibérica (en principio confinada a Portugal) y la segunda en la península balcánica, aunque su área de distribución se solapa parcialmente con la de *O. albicorne* en el norte de Bosnia y de los Cárpatos (Klima *et al.*, 1987; Ujvárosi, 2002).



Figura 1. Área de distribución de: **A**,

O. albicorne; **B**, *O. lusitanicum*; **C**, *O. hellenicum*. En verde oscuro se indican las áreas en las que está presente la especie; en verde claro, las áreas de presencia dudosa y en gris las áreas para las cuales no hay datos o no está presente la especie (extraído de Museum für naturkunde. 2018. Fauna Europaea: <https://fauna-eu.org/>).

De acuerdo con las descripciones originales, la identificación de estas tres especies se basa en caracteres de la coloración, el tamaño (expresado por la longitud del ala anterior), la forma del borde anal del

ala posterior del macho y algunos detalles de la genitalia masculina, principalmente relativos a la morfología del coxopodito de los gonópodos, y a la forma y desarrollo de los dientes laterales del X segmento (véase Malicky, 2004: 295).

Tras la descripción de *O. lusitanicum*, diversos autores (González *et al.*, 1986) han señalado la dificultad de atribuir numerosos ejemplares españoles de *Odontocerum* de diversa procedencia (norte y noroeste peninsular) a una de las dos especies ibéricas (*O. albicorne* u *O. lusitanicum*), indicando que todos los ejemplares examinados poseían características intermedias entre ambas especies, en los rasgos supuestamente diferenciables, lo que pone en cuestión la validez de *O. lusitanicum*.

2. OBJETIVOS

Considerando lo anteriormente expuesto, el objetivo fundamental de nuestro trabajo es estudiar las poblaciones ibéricas de *Odontocerum* con objeto de conocer y describir la variabilidad morfológica poblacional, comparando ejemplares de poblaciones del norte y noroeste de España (presuntamente de la especie *O. albicorne*), con ejemplares portugueses de *O. lusitanicum*. Pretendemos así averiguar si los caracteres morfológicos utilizados para la diagnosis de *O. lusitanicum* son verdaderamente fiables y aportar, si los hubiese, nuevos caracteres diagnósticos complementarios. Asimismo, contrastaremos la información morfológica con los datos moleculares obtenidos del análisis del ADN mitocondrial.

3. METODOLOGÍA DEL TRABAJO

3.1. Material estudiado

Se han examinado 483 machos y 61 hembras de *O. albicorne*, capturados por diversos recolectores (Bonada, S. Paulo, M. A. González, J. Menéndez y L. Martín) en las siguientes fechas y localidades:

Pirineo catalán (53 ♂♂ y 4 ♀♀): Gerona, Vall de la Casassa, 12/VII/09, 52 ♂♂ y 3 ♀♀; Lérida, Tavescan, 09/07/11, 1 ♂ y 1 ♀ // **Pirineo aragonés (26 ♂♂ y 2 ♀♀):** Huesca, Yesero, 3/VII/09, 21 ♂♂ y 2 ♀♀; Huesca, Biescas, 5/VII/09, 1 ♂; Huesca, Ansó, 7/VII/09, 4 ♂♂ // **Pirineo francés (4 ♂♂) :** Arette, La Mouline, 8/VII/09, 4 ♂♂ // **Provincia de la Rioja (76 ♂♂ y 30 ♀♀):** Villoslada de Cameros, 6/VII/15, 4 ♂♂; Valvavera, 4/VII/15, 39 ♂♂ y 12 ♀♀; Ventrosa, 5/VII/15, 10 ♂♂ y 5 ♀♀; Venta de Viniegra, 4-5/VII/15, 16 ♂♂ y 7 ♀♀; Viniegra de Abajo, 5/VII/15, 1 ♂ y 1 ♀; Viniegra de Arriba, 5/VII/15, 2 ♀♀; San Millán de la

Cogolla, 3/VII/15, 6 ♂♂ y 2 ♀♀; Ezcaray, 1/VII/15, 1 ♀ // **Provincia de Palencia (87 ♂♂ y 18 ♀♀):** Herrerueta de Castillería, 1 ♂ y 1 ♀; San Felices de Castillería, 20/VII/12, 6 ♂♂ y 1 ♀; Piedrasluengas, 18/VII/12, 6 ♂♂ y 3 ♀♀; Carretera de San Martín de los Herreros a Rebanal, 18-19/VII/12, 33 ♂♂ y 10 ♀♀; Vidrieros, 18-19/VII/12, 1 ♂ y 2 ♀♀; Cardaño de Arriba, 19/VII/12, 31 ♂♂; Triollo, 20/VII/12, 9 ♂♂ y 1 ♀ // **Asturias (189 ♂♂ y 3 ♀♀):** Cudillero, 13/VIII/09, 2 ♂♂; 20/08/14, 15 ♂♂; Valdés, 10/VIII/09, 1 ♂; Allande, 9-10/VIII/10, 6 ♂♂; Navelgas, 11/VIII/10, 12 ♂♂; Río Castello, 11/VIII/10, 1 ♀; Lavio, Salas, 15/VIII/08, 1 ♂; 15-16-18/VIII/09, 32 ♂♂; Teverga, 6/VIII/09, 6 ♂♂; 18/X/09, 3 ♂♂; Cangas de Narcea, 10/VIII/10, 1 ♂ y 1 ♀; Caunedo, 4/VIII/09, 3 ♂♂; Aguino, Pola de Somiedo, 5/VIII/09, 13 ♂♂; Braña del Peral, 4/VIII/09, 19 ♂♂; Rebollado, Somiedo, 3/VIII/09, 2 ♂♂; Saliencia, Somiedo, 5/VIII/09, 10 ♂♂; Santollano, Somiedo, 3/VIII/09, 1 ♂; Francibín, Somiedo, 3/VIII/09, 17 ♂♂; Vilar de Vildas, Somiedo, 3/VIII/09, 45 ♂♂ y 1 ♀ // **Sierra de Ancares, Lugo (24 ♂♂ y 1 ♀):** Piornedo, 7/VIII/96, 3 ♂♂; 1/VIII/97, 2 ♂♂; 1-2/VIII/03, 2 ♂♂; Ponte de Bous, 7/VIII/96, 1 ♂; 1/VIII/97, 2 ♂♂; 30/VII/03, 1 ♂; Os Cabaniños, 30/VII/03, 1 ♂; Cabanas Vellas, 9/VIII/96, 1 ♀; 4/VIII/97, 1 ♂; 26/VII/10, 1 ♂; Río da Vara, 9/VIII/96, 2 ♂♂; 4/VIII/97, 2 ♂♂; 13/VIII/11, 3 ♂♂; O Mosteiro, 24/VII/08, 1 ♂; Campo do Crego, 12/VIII/11, 2 ♂♂ // **Sierra del Caurel, Lugo (21 ♂♂):** Folgoso do Courel, 27-28/VII/10, 14 ♂♂; Seoane do Courel, 10/IX/11, 7 ♂♂ // **Sierra de Invernadoiro, Orense (3 ♂♂ y 2 ♀♀):** Cortellos, Ribeira Grande, 22/VII/12, 1 ♂ y 1 ♀; Invernadoiro, 23/VIII/12, 2 ♂♂ y 1 ♀ // **Sierra del Barbanza, A Coruña (1 ♀):** Fonte do Porto Traveso, 12/X/13, 1 ♀.

Se han estudiado 67 machos y 3 hembras de *O. lusitanicum*, capturados por L.S.W. Terra, en las siguientes fechas y localidades portuguesas:

Distrito de Vila Real, Portugal (13 ♂♂): Mulas (S. Alvão), 1/VII/89, 6 ♂♂; Relva, 4/VI/80, 1 ♂; 11/IX/80, 1 ♂; 7/VII/81, 1 ♂; 30/VI/82, 1 ♂; 5-11/VIII/82, 2 ♂♂; Zebral, 15/VI/73, 1 ♂ // **Distrito de Braga (9 ♂♂ y 1 ♀):** Lamas, 26/VI/79, 1 ♂; Seidoes, 17/X/75, 2 ♂♂; 21/VI/77, 2 ♂♂; Travessos, 5/IX/74, 3 ♂♂ y 1 ♀; Anjos, 4/VII/79, 1 ♂ // **Distrito de Oporto (14 ♂ y 1 ♀):** Felgueiras, 24/VII/74, 1 ♀; 26/VI/84, 1 ♂; Torno, 5/VII/79, 2 ♂♂; 27/VII/79, 1 ♂; 31/VIII/79, 2 ♂♂; 13/IX/79, 2 ♂♂; 12/IX/80, 1 ♂; 3-14/IX/81, 2 ♂♂; 11-18/VI/82, 2 ♂; 24/VII/82, 1 ♂ // **Serra da Estrela, distrito de Guarda (21 ♂♂):** Sabugueiro, 3/VII/89, 12 ♂♂; Valezim, 19/VI/80, 2 ♂♂; Fonte Santa, 17-25/VIII/82, 2 ♂♂; Covão da Ametade, 26/VIII/92, 4 ♂♂;

Zêzere, 2/VII/89, 1 ♂ // **Serra da Estrela, distrito de Castelo Branco (6♂♂ y 1 ♀):** Unhais da Serra, 1/VIII/74, 1 ♂ y 1♀; 26/VI/79, 5 ♂♂ // **Distrito de Coimbra (4 ♂♂):** Ponte de Cabaços, 23/VII/73, 1 ♂; 2/VIII/74, 3 ♂♂.

Todos los ejemplares estudiados están conservados en etanol al 70% y depositados en la colección de M. A. González (departamento de Zoología, Genética y Antropología Física de la Facultad de Biología de la USC).

3.2. Estudio de la genitalia

Se han extraído los dos o tres últimos segmentos abdominales (dependiendo de si se trata de un macho o de una hembra, respectivamente) y se han tratado con KOH al 10% a temperatura ambiente durante 24-48h, dependiendo del ejemplar. Tras esto, se han lavado con agua y se han observado con un estereomicroscopio Olympus SZ60.

Una vez seleccionados los ejemplares que serían fotografiados, se han sumergido sus genitales en unas gotas de resina o glicerina, en un portaobjetos excavado, y han sido observadas con un microscopio Olympus CX40, que disponía de una cámara Cannon 70D acoplada. Para cada genitalia se han realizado entre 60 y 130 planos, que luego han sido apilados (mediante el programa Helicon Focus) para obtener una única fotografía. La nomenclatura adoptada para el estudio morfológico de las genitalitas es la propuesta por Nielsen (1957, 1980).

3.3. Estudio de las alas

Para la medida de la longitud de las alas anteriores se ha utilizado un estereomicroscopio Olympus SZ60, con oculares provistos de un micrómetro ocular. Como es usual, la medida se ha realizado en las alas anteriores, desde su base hasta el ápice. En algunos ejemplares se han diseccionado también las alas posteriores para observar el aspecto del borde anal y en su caso fotografiarlo.

3.4. Estudio molecular

Para identificar las relaciones evolutivas entre las especies del género *Odontocerum*, se han utilizado 10 secuencias únicas del fragmento *barcode* (cox1-5') disponibles en bases de datos públicas (GenBank: HMKKT696-10; CZCAD04-10; CZCAD044-10; CZCAD050-10; CZCAD066-10; KKCAD492-09;

HMKKT033-10; KKCAD493-09; HMKKT736-10; HMTRI114-08). Además, se ha utilizado como grupo externo una secuencia de *Marilia* sp. (*Odontoceridae*) (GenBank: KX293745.1). Las secuencias se han alineado en Geneious 10.2 y se ha construido un árbol filogenético siguiendo el método UPGMA, basado en la distancia Jukes-cantor con remuestreo (Bootstrap= 100 réplicas,) para calcular el soporte de las ramas. La procedencia de los ejemplares de los que derivan las secuencias es la siguiente:

HMKKT696-10: Serra da Grallheira (Portugal); CZCAD04-10: Yesero, Huesca (España); CZCAD044-10: Navarra (España); CZCAD050-10: Somiedo, Asturias (España); CZCAD066-10: Somiedo, Asturias (España); KKCAD492-09: Soria (España); HMKKT033-10: Kastorias (Grecia); KKCAD493-09: Soria (España); HMKKT736-10: Serron (Grecia); HMTRI114-08: Katarapass (Grecia).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Estudio taxonómico-morfológico

4.1.1. Estudio morfológico de las genitalias

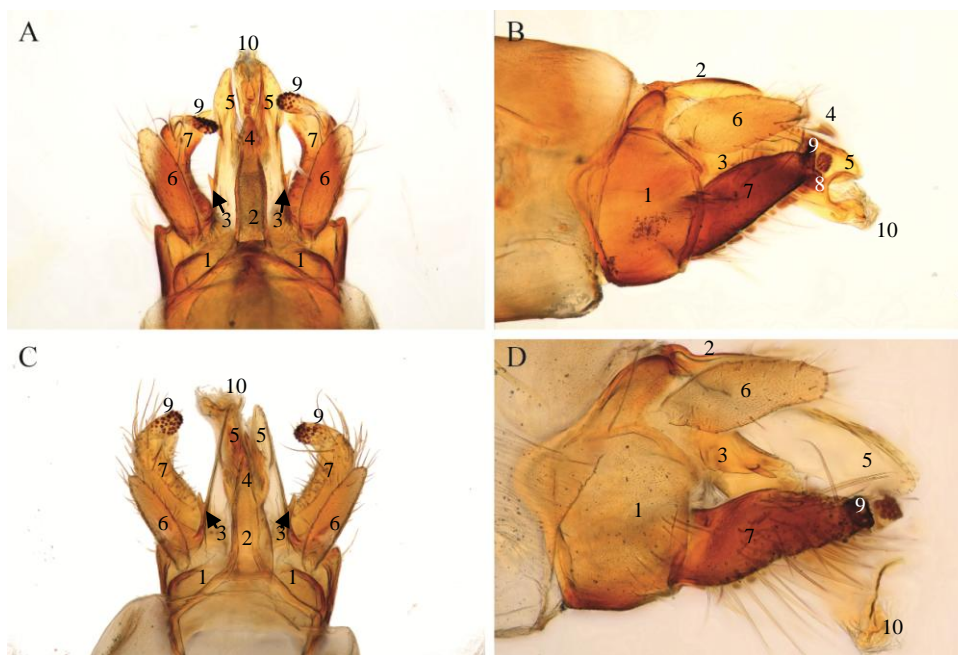


Figura 2: genitalias masculinas de *Odontocerum*. **A-B:** *O. albicorne*. **C-D:** *O. lusitanicum*. Vistas dorsal (A y C) y lateral (B y D).

1: IX segmento. 2: proceso dorsal. 3: parte oral del esclerito del X segmento (las flechas indican las espinas o dientes laterales de dicho esclerito). 4: proceso medio del X segmento. 5: proceso lateral del X segmento. 6: apéndice superior. 7: coxopodito. 8: proceso distal del coxopodito. 9: harpago. 10: aparato fálico.

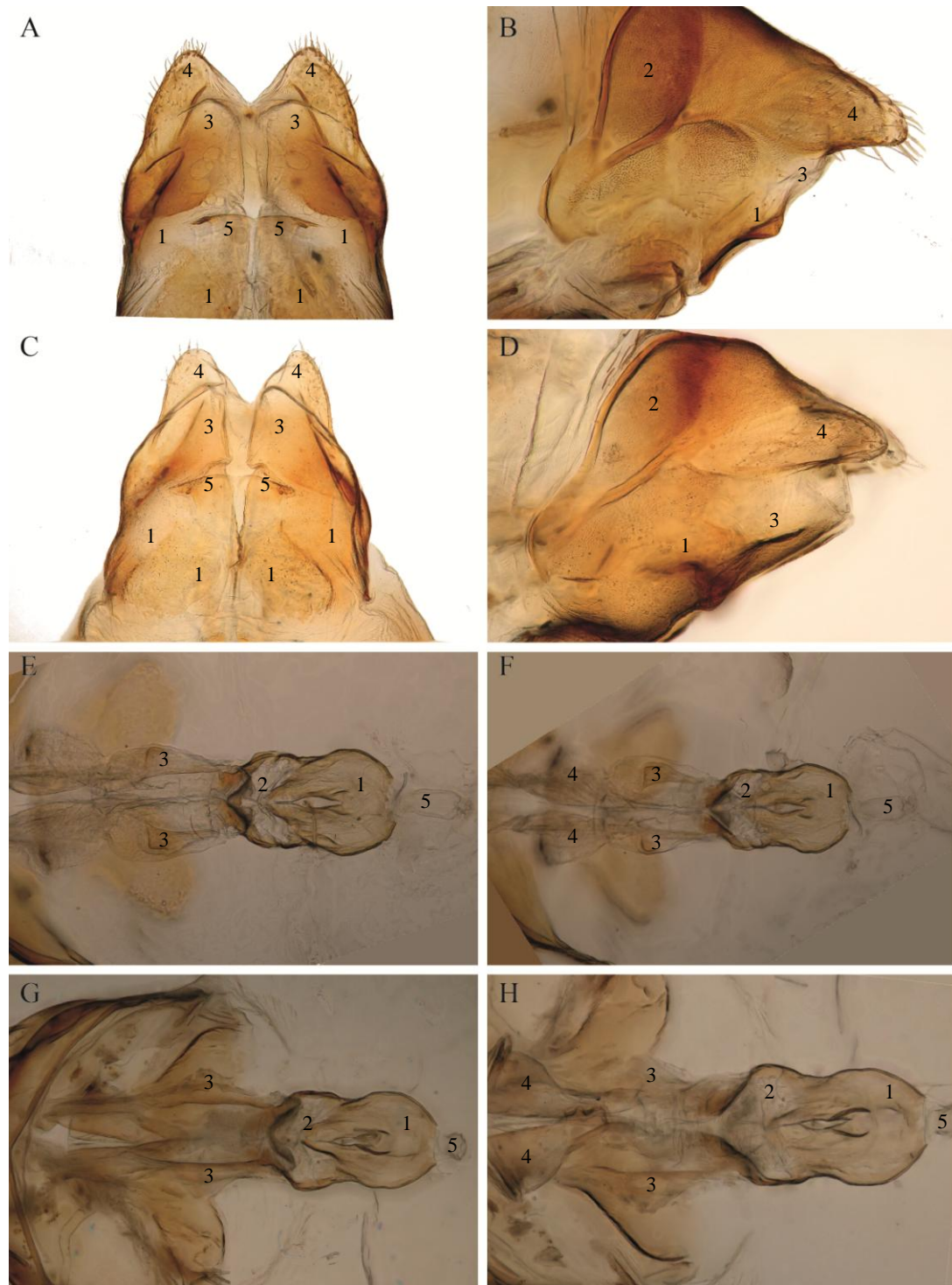


Figura 3: genitales femeninas de *Odontocerum*. **A-B:** *O. albicorne*. **C-D:** *O. lusitanicum*. Vistas ventral (A y C) y lateral (B y D): **1:** lóbulos del VIII segmento. **2:** IX segmento. **3:** lóbulos del IX segmento. **4:** procesos dorsales del IX segmento. **5:** escamas vulvares. **E-H:** aparatos vaginales. **E-F:** *O. albicorne*. **G-H:** *O. lusitanicum*. Vistas dorsal (E y G) y ventral (F y H): **1:** esclerito espermatecal. **2:** dilatación anterior. **3:** dilatación media. **4:** dilatación posterior. **5:** *bursa copulatrix*.

La morfología de los dientes laterales del X segmento de los machos es uno de los caracteres mencionados en la bibliografía (véase Malicky, 1975) para diferenciar las dos especies ibéricas. De acuerdo con nuestras observaciones se aprecia un claro gradiente en cuanto a su mayor o menor desarrollo, desde las poblaciones orientales hasta las más occidentales. En efecto, los machos de las poblaciones pirenaicas y riojanas poseen dientes laterales prominentes, oblicuos y puntiagudos (morfología característica de *O. albicorne*, figura 4: A, B, C). Sin embargo, las poblaciones más occidentales presentan dientes más reducidos, horizontales y romos (morfología típica de *O. lusitanicum*, figura 4: D, E, F). Esta última morfología se detecta en algunos ejemplares de la provincia de Palencia y es predominante en las poblaciones de Asturias y Galicia (véase Figura 4), pero existe cierta variación tanto intrapoblacional como interpoblacional, especialmente en las poblaciones gallegas y palentinas (Figura 5), por lo que el carácter no permitiría diferenciar en todos los casos ambas especies.

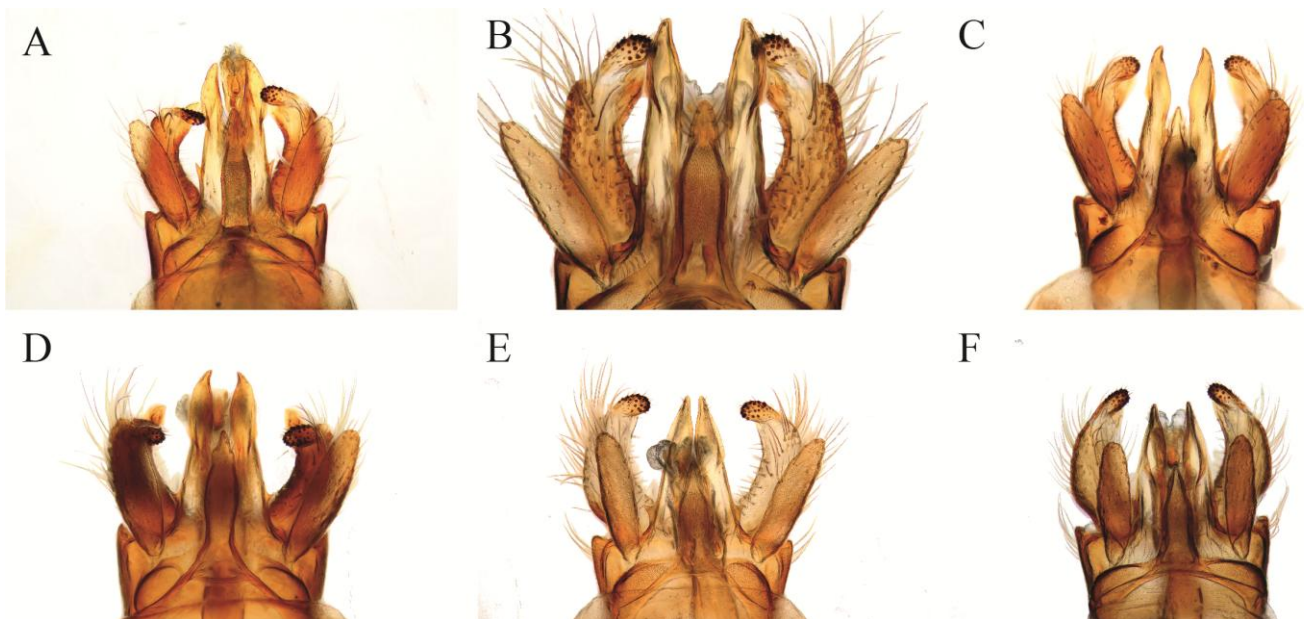


Figura 4: *O. albicorne*, genitalia masculina, vista dorsal: **A:** Arrete, La Mouline. **B:** Yesero, Huesca. **C:** San Millán de la Cogolla, La Rioja. **D:** Palencia. **E:** Salas, Asturias. **F:** Ancares, Galicia.

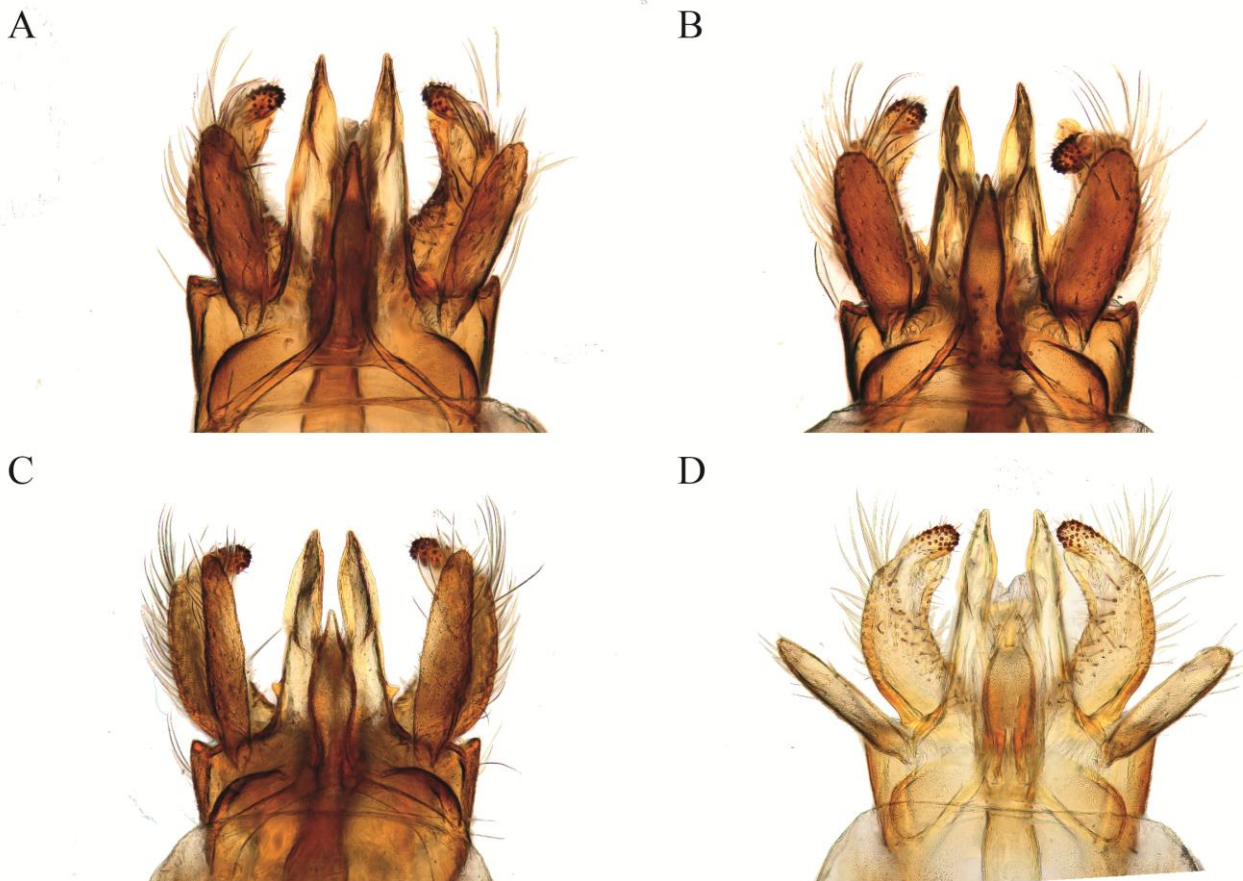


Figura 5: genitalia masculina de *O. albicorne*, vista dorsal. **A-B:** Ejemplares de Cardaño de Arriba (Palencia). **C-D:** Ejemplares de Seoane del Caurel (C) y Folgoso del Caurel (D).

En el caso de las poblaciones lusas la mayoría de los ejemplares presenta dientes laterales oblicuos cortos y puntiagudos, aunque no tan prominentes como los ejemplares pirenaicos. No obstante, también se observan numerosos ejemplares con dientes laterales perpendiculares y romos; es decir, de nuevo existe variación intra e interpoblacional (Figura 6).

En este trabajo hemos abordado también, y por primera vez, el estudio comparativo de las genitalias femeninas de ambas especies. Tan solo se observan ligeras diferencias en las proyecciones dorsales del IX segmento que, en general, en los ejemplares de *O. albicorne* presentan un contorno más redondeado (en *O. lusitanicum* son más puntiagudos). Las escamas vulvares son también generalmente más curvadas en *O. albicorne* que en *O. lusitanicum*. No obstante, como ocurre con los caracteres anteriormente mencionados, estos caracteres son bastante variables, incluso en una misma población (Figura 7). En los aparatos vaginales

no se han detectado diferencias significativas. De nuestras observaciones concluimos, pues, que en la genitalia femenina tampoco existen diferencias claras entre las diferentes poblaciones ibéricas de *Odontocerum*, ni siquiera cuando se comparan poblaciones muy distantes (poblaciones portuguesas y poblaciones pirenaicas).

A



B



C



D



Figura 6: genitalia masculina de *O. lusitanicum*, vista dorsal. **A:** Ponte de Cabaços. **B:** Relva. **C-D:** Ramalhoso-Torno.

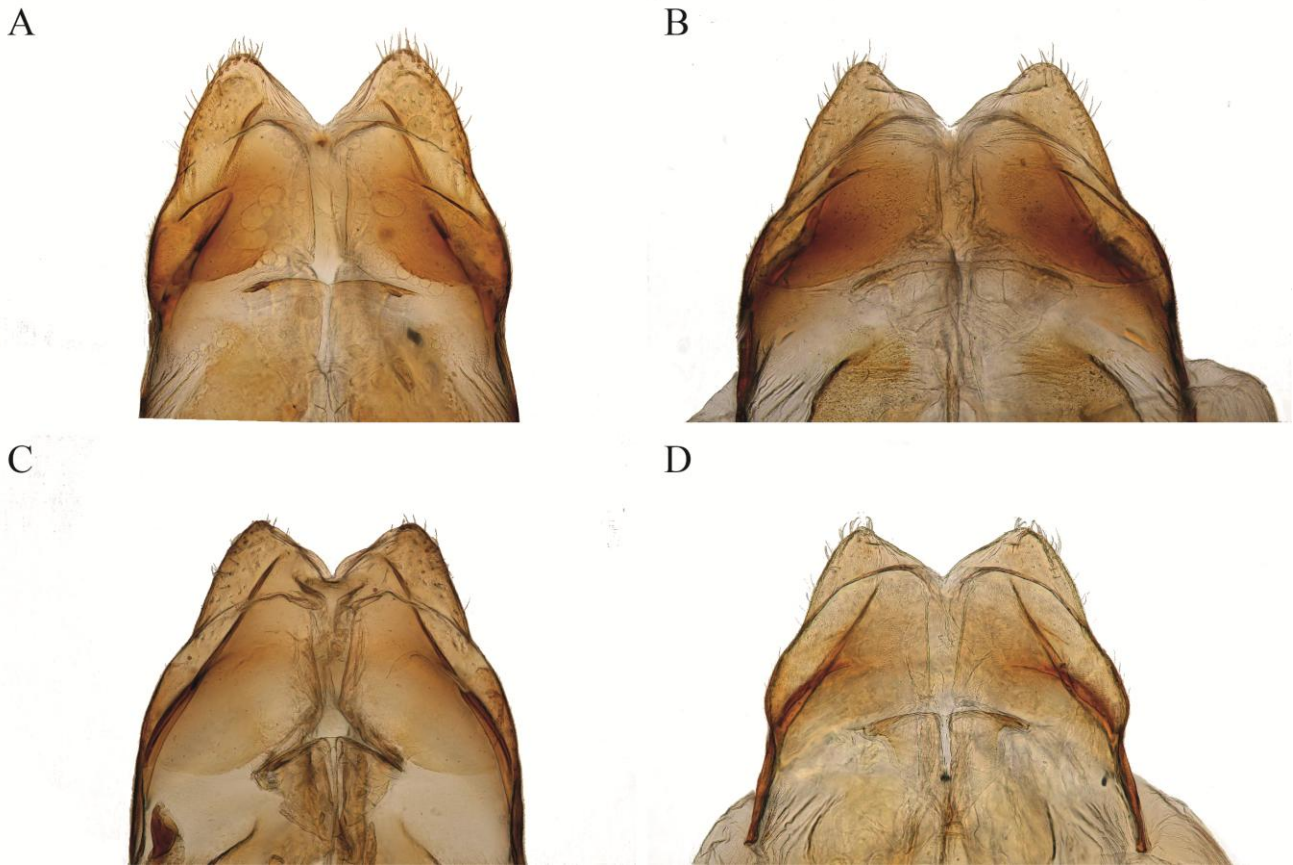


Figura 7: genitalias femenina, vista ventral. **A-B:** *O. albicorne*. **A:** San Millán de la Cogolla, La Rioja. **B:** Villar de Vildas, Asturias. **C-D:** *O. lusitanicum* **C:** Ribeira de Unhais. **D:** Travessos.

4.1.2. Morfología alar

Uno de los principales caracteres morfológicos utilizado para diferenciar las dos especies ibéricas es el borde anal del ala posterior de los machos, provisto de un lóbulo triangular agudo en *O. albicorne*, mucho más romo o nulo en *O. lusitanicum*.

Los ejemplares masculinos pirenaicos y riojanos de *O. albicorne* presentan un prominente lóbulo en el borde anal del ala posterior. Sin embargo, los ejemplares palentinos, asturianos y gallegos, presentan lóbulos anales menos prominentes y más redondeados (Figura 8). La gran mayoría de los ejemplares portugueses estudiados presentan el lóbulo del borde anal muy poco prominente o nulo, pero existe una ligera variabilidad intrapoblacional, pues en algunos ejemplares su aspecto coincide con el de las poblaciones gallegas de *O. albicorne* (Figura 8).

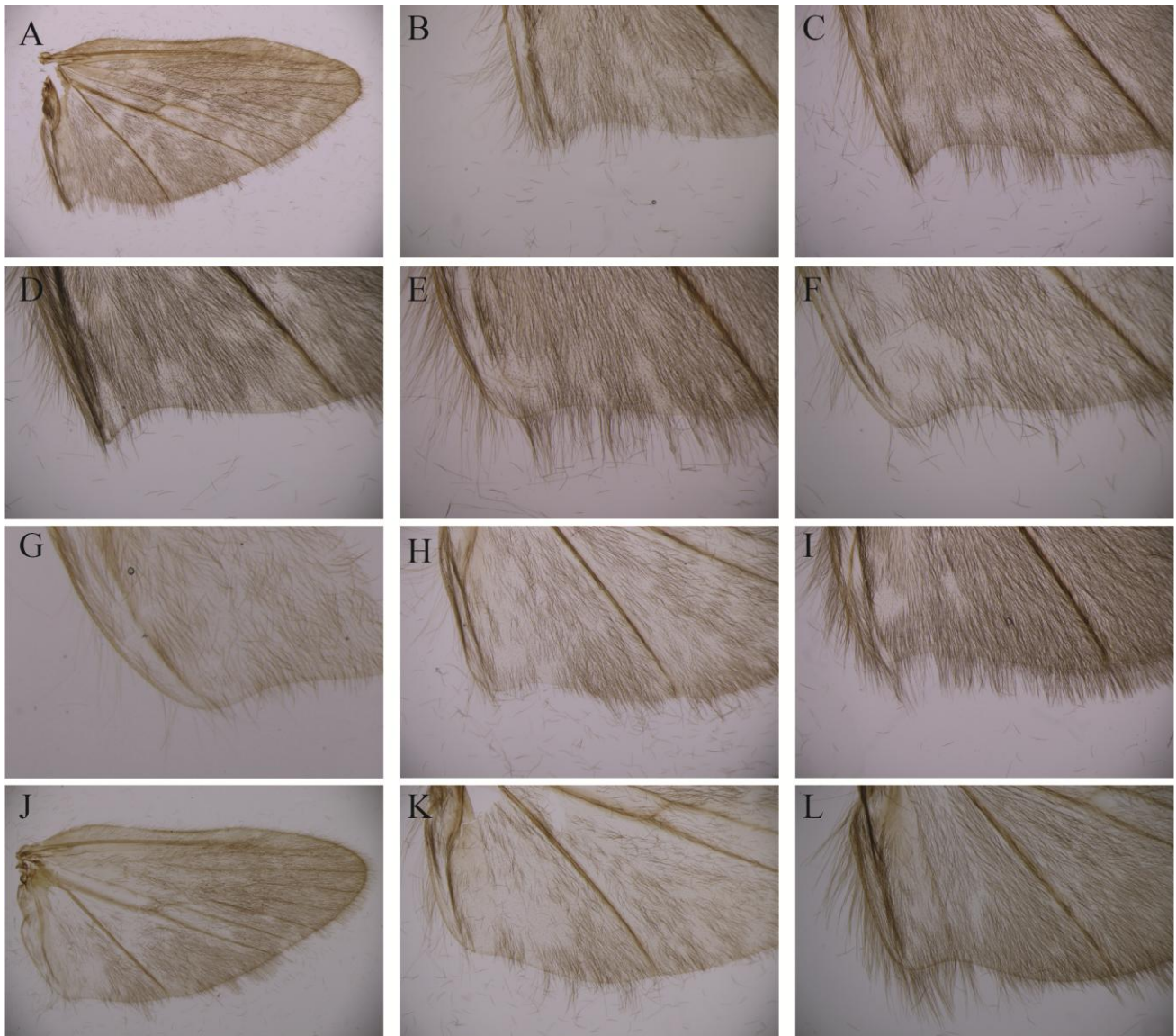


Figura 8: ala posterior derecha. **A:** *O. albicorne*, Vall de la Cassasa, Gerona. **B-I:** detalle del borde anal de *O. albicorne*. **B:** Arrete, La mouline. **C:** Yesero, Huesca. **D:** San Millán de la Cogolla, La Rioja. **E:** Palencia. **F:** Salas, Asturias. **G:** Ancares, Galicia. **H:** Seoane del Caurel. **I:** Folgoso del Caurel. **J:** *O. lusitanicum*, Ponte de Cabaços. **K-L:** detalle del borde anal de *O. lusitanicum*, Ramalhos-Torno.

4.1.3. Estudio biométrico de las alas anteriores

A continuación indicamos las medidas obtenidas para ambos sexos, en las diferentes poblaciones estudiadas, especificando en primer lugar el valor medio y a continuación los intervalos (valores mínimo y máximo).

Francia: Pirineo francés, comuna de Arette: ♂♂: 12, 8 mm // ♂♂: 12,2 mm – 13,6 mm. **España:** Pirineo catalán: ♂♂: 13,6 mm; ♀♀: 16,7 mm // ♂♂: 11,7 mm – 14,6 mm; ♀♀: 16,1 mm – 17,1 mm. Pirineo aragonés, provincia de Huesca: ♂♂: 13, 9 mm; ♀♀: 15, 3 mm // ♂♂: 13 mm – 14,9 mm; ♀♀: 13,2 mm – 16,8 mm. Provincia de La Rioja: ♂♂: 13,7 mm; ♀♀: 16,2 mm // ♂♂: 12,5 mm – 14,6 mm; ♀♀: 15 mm – 17,4 mm. Provincia de Palencia: ♂♂: 13,4 mm; ♀♀: 15,7 mm // ♂♂: 12,5 mm – 14,4 mm; ♀♀: 14,3 mm – 16,7 mm. Sierra de Ancares (Lugo): ♂♂: 12,9 mm; ♀♀: 13,2 mm // ♂♂: 12, 3 mm – 14, 2 mm. Sierra del Caurel (Lugo): ♂♂: 13,6 mm // ♂♂: 12, 2 mm – 14,9 mm. Sierra de Invernadoiro (Orense): ♂♂: 13,6 mm; ♀♀: 16,6 mm // ♂♂: 13,3 mm – 14 mm. Sierra del Barbanza (La Coruña): ♀♀: 12, 5 mm. **Portugal:** Distrito de Vila Real: ♂♂: 12, 2 mm // ♂♂: 11, 3 mm – 13 mm. Distrito de Braga: ♂♂: 11,8 mm; ♀♀: 10 mm; // ♂♂: 11 mm – 12,6 mm. Distrito de Oporto: ♂♂: 12,3 mm; ♀♀: 11,1 mm // ♂♂: 11, 1 mm – 13, 5 mm. Serra da Estrela, distrito de Guarda: ♂♂: 11,1 mm // ♂♂: 9,1 mm – 11,9 mm. Distrito de Coimbra: ♂♂: 10,6 mm // ♂♂: 10,4 mm – 10,8 mm. | Distrito de Castelo Branco, Serra da Estrela: ♂♂: 11,1 mm; ♀♀: 10,3 mm // ♂♂: 10 mm – 11, 9 mm.

El tamaño (expresado por medio de la longitud del ala anterior) se ha considerado un carácter diagnóstico importante para diferenciar las poblaciones de *O. lusitanicum* y *O. albicorne*. Según Malicky (1975) la longitud media del ala anterior de los machos de *O. albicorne* es de 14,5 mm, con un rango de 12,8-16,0 mm. En cambio, en las hembras es de 17,3 mm, con un rango de 14,0-19,2 mm. Los machos de *O. lusitanicum* poseen una longitud media de 11, 3 mm, con un rango de 10,0-12,8 mm. No obstante, la única hembra estudiada por Malicky (1975) es muy pequeña y ligeramente braquíptera, con un ala de 10 mm de longitud. De acuerdo con nuestros resultados, el rango de tamaños observado es mayor que el que se había descrito, de forma que los ejemplares portugueses más grandes de *O. lusitanicum* podrían entrar dentro del rango normal de tamaños de *O. albicorne*. De este modo, aunque en líneas generales los ejemplares de *O.*

albicorne son mayores que los de *O. lusitanicum*, existen numerosas excepciones. Cabe resaltar además que se han encontrado algunas hembras braquípteras en Asturias y Galicia, una circunstancia que en principio se consideraba propia de los ejemplares portugueses de *O. lusitanicum*.

4.2. Estudio molecular

La divergencia genética media entre *O. lusitanicum* y *O. albicorne* es 3,1 +/- 0,15 % (siendo 0,3 +/- 0,12 % la divergencia intraespecífica en *O. albicorne*). En cambio, la divergencia genética entre *O. albicorne* y *O. hellenicum* es de 6,9 +/- 0,49 % y la de *O. lusitanicum* y *O. hellenicum* es 7,8 +/- 0,15 %. La divergencia intraespecífica en *O. hellenicum* es 1,3 +/- 0,57 %. Estos valores se han calculado a partir de los datos de distancias de la tabla 1.

El árbol filogenético muestra la separación en clados diferenciados de las tres especies morfológicas. *O. lusitanicum* y *O. albicorne* aparecen en él como clados hermanos, si bien hay que ser prudente en la interpretación de este resultado, ya que por el momento sólo se dispone de una secuencia de *O. lusitanicum*.

Por tanto, sería conveniente realizar un análisis filogenético con un número mayor de secuencias, no solo de *O. lusitanicum*, sino también de todas las especies estudiadas, procurando además que los ejemplares procedan de poblaciones representativas del área de distribución geográfica de la especie.

Tabla 1:

	HMKKT696-10	CZCAD041-10	CZCAD044-10	CZCAD050-10	CZCAD066-10	KKCAD492-09	KKCAD493-09	HMKKT033-10	HMKKT736-10	HMTRI114-08
HMKKT696-10		97.0	97.0	96.7	96.8	97.1	97.0	92.4	92.2	92.1
CZCAD041-10	97.0		99.8	99.8	100	99.8	99.7	93.4	93.2	92.4
CZCAD044-10	97.0	99.8		99.7	99.8	99.7	99.5	93.6	93.3	92.5
CZCAD050-10	96.7	99.8	99.7		99.8	99.7	99.5	93.3	93.0	92.2
CZCAD066-10	96.8	100.0	99.8	99.8		99.8	99.7	93.4	93.2	92.4
KKCAD492-09	97.1	99.8	99.7	99.7	99.8		99.8	93.6	93.3	92.6
KKCAD493-09	97.0	99.7	99.5	99.5	99.7	99.8		93.8	93.5	92.7
HMKKT033-10	92.4	93.4	93.6	93.3	93.4	93.6	93.8		99.3	98.5
HMKKT736-10	92.2	93.2	93.3	93.0	93.2	93.3	93.5	99.3		98.2
HMTRI114-08	92.1	92.4	92.5	92.2	92.4	92.6	92.7	98.5	98.2	

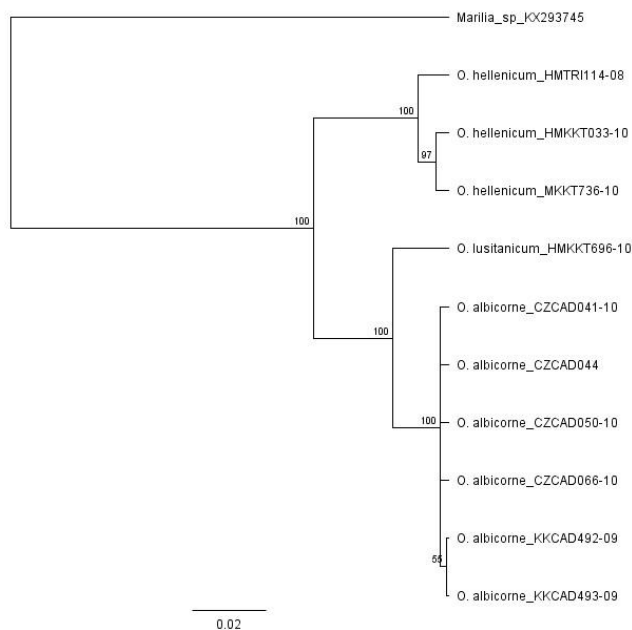


Figura 9: árbol filogenético presuntivo de las tres principales especies europeas.

5. CONCLUSIONES

Desde el punto de vista morfológico ninguno de los caracteres estudiados, por sí solo, permite diferenciar en todos los casos las poblaciones de *O. albicorne* y *O. lusitanicum*. No obstante, es posible que considerados globalmente, apunten preferentemente a una u otra especie. Así, en general, los ejemplares de *O. lusitanicum* son de menor tamaño, con los dientes del X segmento de la genitalia masculina más cortos y oblicuos, y las alas posteriores de los machos poseen lóbulos anales poco prominentes o romos. Estas diferencias se agudizan sobre todo cuando comparamos ejemplares de poblaciones ibéricas distantes (pirineos y centro de Portugal).

Los escasos datos moleculares disponibles apuntan la posibilidad de que *O. albicorne* y *O. lusitanicum* sean la misma especie, pero se requieren nuevos datos moleculares de las distintas poblaciones para obtener una conclusión definitiva.

6. BIBLIOGRAFÍA

Baszio, S. & Richter, G. 2002. Ultrastructural characters of adult leg armature in Trichoptera (Insecta) and their potencial for use in phylogenetic analysis. *Aquatic Insects*, 24: 1-20.

- Cianficconi, F. 1985. *Odontocerum albicorne* Scop. (Trichoptera): ciclo biologico, habitat, zoogeografía. En: *Atti del XIV Congresso Nazionale Italiano di Entomologia, Università di Perugia, Palermo, Italia*, pp. 163-168.
- Djernæs, M. & Sperling, F.A. 2011. Evolutionary riddles and phylogenetic twiddles: the ground plan and early diversification of the sternum V gland in Amphiesmenoptera (Trichoptera+Lepidoptera)". *Zoosymposia*, 5(1): 83-100.
- Elliott, J.M. 1982. A quantitative study of the life cycle of the case-building caddis *Odontocerum albicorne* (Trichoptera: Odontoceridae) in a Lake District stream. *Freshwater Biology*, 12: 241-255.
- González, M.A. & Cobo, F. 2006. *Macroinvertebrados de las aguas dulces de Galicia*. Hércules de Ediciones (A Coruña), 173 pp.
- González, M.A. & Martínez, J. 2011. Checklist of the caddisflies of the Iberian Peninsula and Balearic Islands (Trichoptera). En: *Proceedings 13th International Symposium on Trichoptera*. Eds. K. Majecka, J. Majecki y J. Morse. *Zoosymposia*, 5: 115-135.
- González, M.A. & Vieira-Lanero, R. 2004. Tricópteros. En: *Curso Práctico de Entomología*. Ed. J. A. Barrientos. Servei de Publicacions de la Universitat Autònoma de Barcelona, pp. 683-704.
- González, M.A., Valiela, J. & González, T. 1986. Observaciones sobre los Tricópteros de la Península Ibérica VII: Sierra Segundera (Noroeste de España). *Trabajos Compostelanos de Biología*, 13: 109-118.
- González, M.A., Terra, L.W., García De Jalón, D. & Cobo, F. 1992. Lista faunística y bibliográfica de los Tricópteros (Trichoptera) de la Península Ibérica e Islas Baleares. *Asociación Española de Limnología*, Madrid, 200 pp.
- Graça, M.A.S. 2001. The role of invertebrates on leaf litter decomposition in streams—a review. *International Review of Hydrobiology*, 86: 383-393.
- Graf, W., Murphy, J., Dahl, J., Zamora-Muñoz, C. & López-Rodríguez, M.J. 2008. Vol.1. Trichoptera. En: Schmidt-Kloiber, A. & Hering, D. (Eds.), *Distribution and Ecological Preferences of European Freshwater Organisms*. Pensoft Publishers, Sofia, Moscow, pp. 1-388.
- Holzenthal, R.W., Blahnik, R.J., Prather, A.L. & Kjer, K.M. 2007. Order Trichoptera Kirby, 1813 (Insecta), caddisflies. *Zootaxa*, 1668: 639-698.

- Klima, F. & Hodges, J.C. 1987. Description of the larva and female of *Odontocerum hellenicum* Malicky, 1972, as compared to *O. albicorne* Scopoli, 1763 (Trichoptera: Odontoceridae). *Aquatic Insects*, 3(9): 177-183.
- Malicky, H. 1975. Fuenfzehn neue Mediterrane Köcherfliegen. *Mitteilungen Der Entomologische Gesellschaft Basel*, 3: 88-90.
- Malicky, H. 2004. *Atlas of European Trichoptera* (2nd Ed.), Dordrecht: Springer, 385 pp.
- Martín, L. 2017. *Biodiversidad y conservación de los tricópteros (Insecta: Trichoptera) de la península ibérica y la Macaronesia*. Tesis Doctoral, Universidad de Santiago de Compostela. Santiago de Compostela, España, 319 pp. Inédita.
- Martínez, J. 2014. *Biodiversidad de los tricópteros (Insecta: Trichoptera) de la península ibérica: estudio faunístico y biogeográfico*. Tesis Doctoral, Universidad de Santiago de Compostela. Santiago de Compostela, España, 326 pp. Inédita.
- Morse, J.C. 2018. *Trichoptera World Checklist*. <http://entweb.sites.clemson.edu/database/trichopt/>.
- Nielsen, A. 1957. A comparative study of the genital segments and their appendages in male Trichoptera. *Biologiske Skrifter*, 8 (5): 1-159.
- Nielsen, A. 1980. A comparative study of the genital segments and the genital chamber in female Trichoptera. *Biologiske Skrifter Danske Videnskabernes Selskab*, 23: 1-200.
- Resh, V.H. & Cardé, R.T. 2003. *Encyclopedia of Insects*. Academic Press, New York, 1266 pp.
- Resh, V.H. & Rosenberg, D.M. 1984. The ecology of aquatic insects. *New York, Praeger Publishers*, 358-400 pp.
- Ujvárosi, L. 2002. The present stage of knowledge on the Trichoptera of the central group of the eastern Carpathians in Romania. En: *Proceedings of the 10th International Symposium on Trichoptera*. Ed. W. Mey. *Nova Supplementa Entomologica*, 15: 379-394.
- Wiggins, G.B. 2004. *Caddisflies: the underwater architects*. University of Toronto Press, Toronto, 292 pp.