

Papéis Avulsos de Zoologia

Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo

Volume 55(2):13-46, 2015

www.mz.usp.br/publicacoes
www.revistas.usp.br/paz
www.scielo.br/paz

ISSN impresso: 0031-1049
ISSN on-line: 1807-0205

EPHEMEROPTERA (INSECTA) DE CALDAS – COLOMBIA, CLAVES TAXONÓMICAS PARA LOS GÉNEROS Y NOTAS SOBRE SU DISTRIBUCIÓN

YEISSON GUTIÉRREZ^{1,3}
LUCIMAR G. DIAS^{2,3}

ABSTRACT

With the aim of contribute to the knowledge of taxonomy and distribution of the genera of the order Ephemeroptera in Caldas, samples were taken between May of 2008 and May of 2012 in 12 municipalities of the department of Caldas – Colombia, covering an altitudinal range from 159 to 3433 m and a total of 55 water sources. Six families and 26 genera of Ephemeroptera were found, of which Cabecar is a new record for Colombia, also recording for the first time the nymphs of Tikuna and Ulmeritoides for the country. Americabaetis, Apobaetis, Callibaetis, Cloeodes, Guajiroilus, Paracloeodes, Cabecar, Traveryphe, Tricorythodes, Terpides, Tikuna, Ulmeritoides, Caenis and Campsurus are new records for Caldas. Differences in the composition of the fauna in the diverse altitudinal zones were found, being the areas below 1000 m with highest genera richness.

KEY-WORDS: Aquatic macroinvertebrates; Taxonomy; New records.

INTRODUCCIÓN

Ephemeroptera se compone actualmente por cerca de 3000 especies, distribuidas en 42 familias y más de 400 géneros (Barber-James *et al.*, 2008; Domínguez *et al.*, 2006). Este orden de insectos posee diferentes aspectos ecológicos que lo hacen importante para su conservación, son indicadores de la calidad del agua y han sido ampliamente aceptados como una herramienta de biomonitorio (Alba-Tercedor, 1996; Zuñiga, 2009; Springer, 2010). También han sido utilizados para variedad de estudios experimentales acuáticos y además, se ha demostrado que son un componente importante en la dieta de muchos organismos

acuáticos (Needham, 1920, 1933; Clifford, 1982; Domínguez *et al.*, 2006). Sin embargo, para el avance de estas investigaciones ecológicas y de bioindicación, es importante la ampliación del conocimiento taxonómico y de distribución del grupo, principalmente en regiones donde el conocimiento de este orden de insectos es escaso.

Para Suramérica se han reportado cerca de 100 géneros y 460 especies del orden Ephemeroptera (Domínguez *et al.*, 2006). Las primeras contribuciones taxonómicas para el orden en Colombia fueron hechas entre 1853 y 1883 por Walker, Hagen y Eaton. Y desde la fecha se han realizado trabajos en varios departamentos del país, como Valle del Cauca, Cho-

¹ Programa de Pós-Graduação em Entomologia, Universidade Federal de Viçosa. Avenida Peter Henry Rolfs, s/n, Campus Universitário, CEP 36570-000, Viçosa, MG, Brasil. E-mail: gutierrez.yeisson@gmail.com

² Departamento de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Caldas, Caldas, Colombia. E-mail: lucimar.dias@ucaldas.edu.co

³ Grupo de investigación Gebiome, Universidad de Caldas, Manizales, Caldas, Colombia.
<http://dx.doi.org/10.1590/0031-1049.2015.55.02>

có, Nariño, Antioquia; sumando para el país un total de 53 géneros y 67 especies registrados (Zuñiga *et al.*, 2004; Dias *et al.*, 2009). Los primeros registros formales de Ephemeroptera en Caldas fueron realizados por Dias *et al.* (2009), con 5 géneros de la familia Baetidae y uno de Leptohyphidae, posteriormente Meza *et al.* (2012), González *et al.* (2012) y García *et al.* (2013) registraron otros géneros para el Departamento (Andesiops Lugo-Ortiz & McCafferty, Baetodes Needham & Murphy, Camelobaetidius Demoulin, Mayobaetis Waltz & McCafferty, Nanomis Lugo-Ortiz & McCafferty, Prebaetodes Lugo-Ortiz & McCafferty, Haplohyphes Allen, Leptohyphes Eaton, Choroterpes Eaton, Farrodes Peters, Thraulodes Ulmer, 1920, Lachlania Hagen).

Con el objetivo de ampliar el conocimiento de los Ephemeroptera en Caldas – Colombia, fue realizada la revisión de los especímenes del orden depositados en la Colección Entomológica del Programa de Biología de la Universidad de Caldas (CEBUC) y se

proponen claves taxonómicas para la identificación de los géneros y familias registradas en el departamento.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se estudiaron 6660 ninfas de Ephemeroptera preservadas en alcohol al 96% y depositadas en la CEBUC, las cuales fueron colectadas en 55 cuerpos de agua ubicados entre 159 y 3433 m de altitud, que conforman cuencas representativas del departamento de Caldas, pertenecientes tanto a la vertiente del Magdalena, como a la vertiente oriental y occidental del Río Cauca. Las muestras representan 12 de los 27 municipios del departamento (Fig. 1), representando así 4 de los 6 centros provinciales de Caldas – Colombia (Centro Sur, Occidente Alto, Provincial Norte y Provincial Magdalena Caldense).

Para la identificación y levantamientos de las características morfológicas de los especímenes se

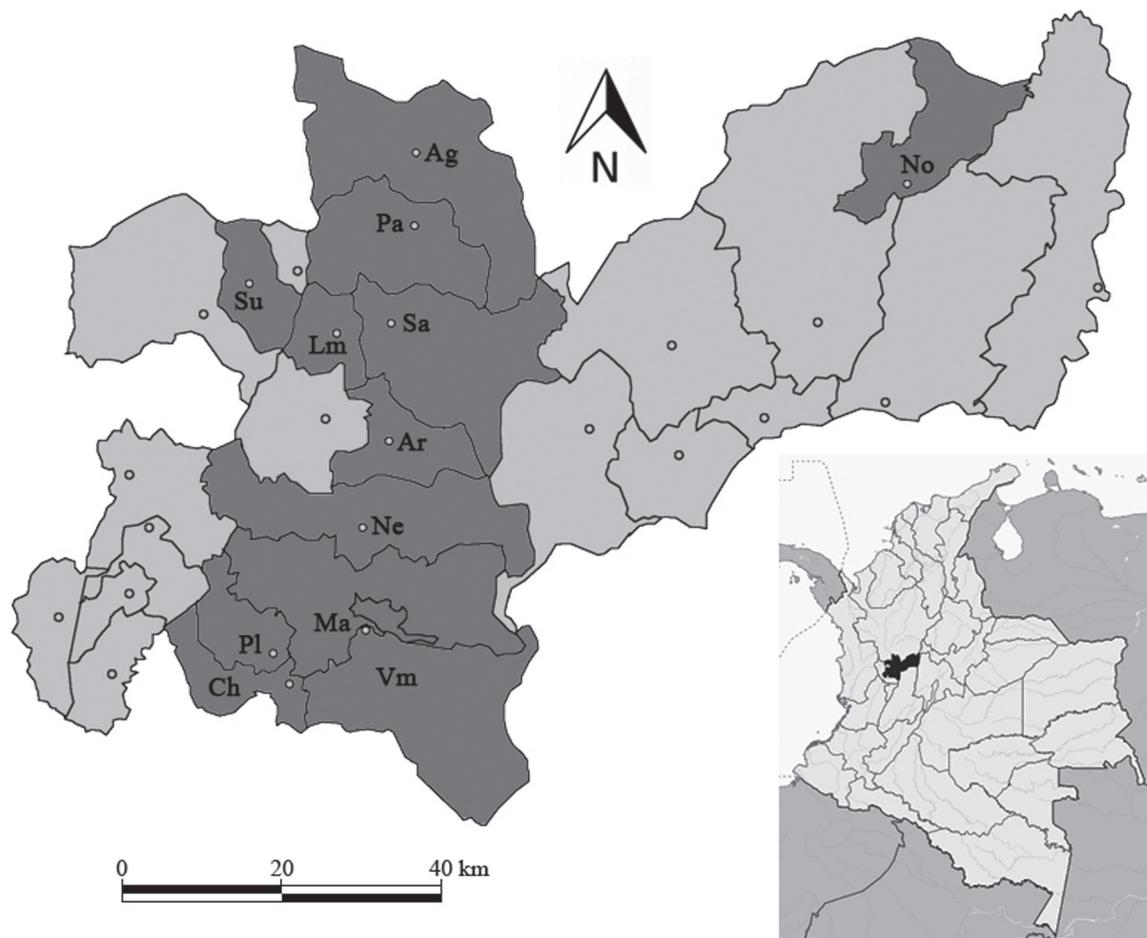


FIGURA 1: División política del departamento de Caldas – Colombia con las áreas representadas en el muestreo en tono más oscuro. **Lm:** La Merced, **Su:** Supía, **Ag:** Aguadas, **Ar:** Aranzazu, **Pa:** Pácora, **Sa:** Salamina, **Ch:** Chinchiná, **Ma:** Manizales, **Ne:** Neira, **Pl:** Palestina, **Vm:** Villamaría, **No:** Norcasia.

realizaron montajes permanentes de estructuras con importancia taxonómica dentro del orden Ephemeroptera, siguiendo los procedimientos descritos por Waltz & McCafferty (1987), utilizando estiletos entomológicos, porta-objetos, cubre-objetos, Bálsamo de Canadá para fijación y microscopio Leica DM500 para visualización de las estructuras.

Las claves dicotómicas para la identificación de familias y géneros de Ephemeroptera registradas en el departamento de Caldas fueron formuladas con base en la literatura y al estudio del material, dando prioridad a caracteres morfológicos utilizados en las claves de Domínguez *et al.* (2006).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultado del estudio se realizan registros importantes del orden Ephemeroptera para el departamento de Caldas, incrementando significativamente el número de taxones distribuidos en el departamento a seis familias y 26 géneros, ya que inicialmente apenas 11 géneros estaban documentados (Dias *et al.*, 2009; Gonzáles *et al.*, 2012; Meza *et al.*, 2012; García *et al.*, 2013). Estos registros representan el 49% de los géneros conocidos para la fauna de Ephemeroptera en Colombia y aproximadamente el 27% de los documentados en Suramérica.

La familia con mayor representatividad en el departamento fue Baetidae con 12 géneros, seguida por Leptophlebiidae con seis géneros, Leptohyphidae con cinco géneros y por último las familias Caenidae, Oligoneuriidae y Polymitarcyidae, cada una de estas

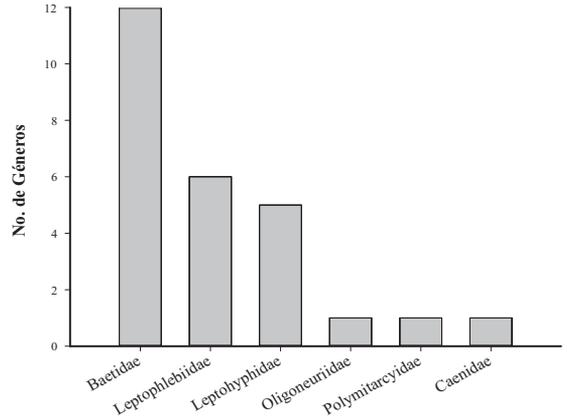


FIGURA 2: Representatividad de las familias de Ephemeroptera según la riqueza de géneros registrados en Caldas.

con un solo género (Fig. 2). Esta representatividad de las familias Baetidae, Leptophlebiidae y Leptohyphidae respectivamente, también ha sido registrada para Colombia por Zuñiga *et al.* (2004).

Dentro de los resultados más relevantes se encuentra el primer registro para Colombia de *Cabecar* Baumgardner, género anteriormente conocido para Costa Rica (Baumgardner & Ávila, 2006). Las ninfas de *Tikuna* Savage, Flowers & Porras y *Ulmeritoides* Traver son reportadas por primera vez para el país, ya que según datos de literatura los registros anteriores fueron realizados para la región amazónica con base en individuos adultos (Domínguez & Zúñiga, 2003; Peters *et al.*, 2005). Se realiza el primer registro formal para Caldas de los géneros *Americabaetis* Kluge, *Apo-baetis* Day, *Callibaetis* Eaton, *Cloeodes* Traver, *Guajiro-lus* Flowers y *Paracloeodes* Day de la familia Baetidae;

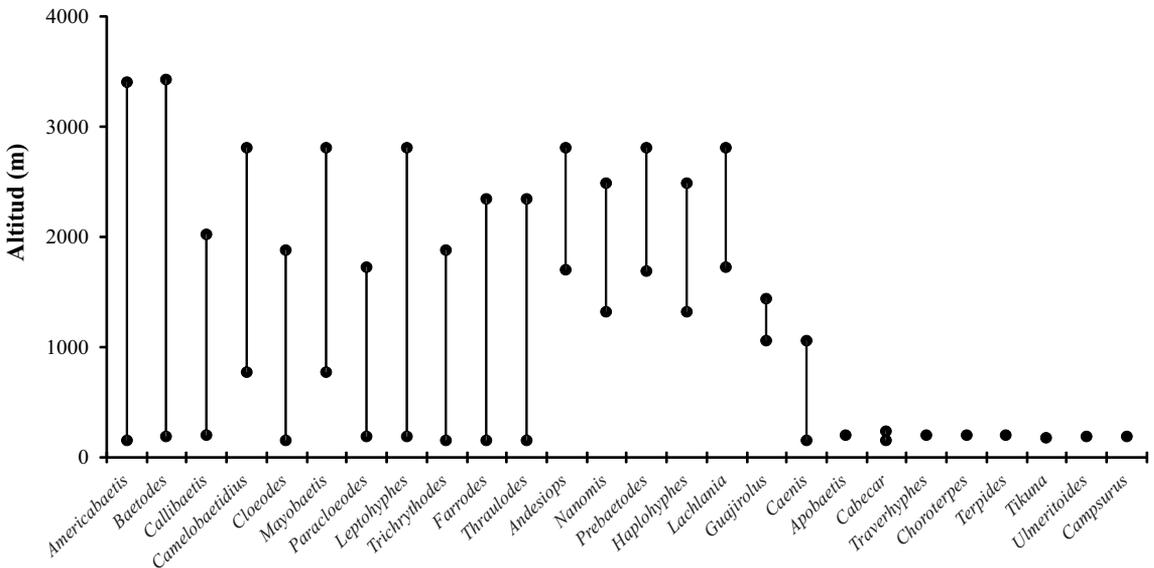


FIGURA 3: Distribución altitudinal de los géneros de Ephemeroptera presentes en Caldas.

TABLA 1: Distribución de los géneros de Ephemeroptera en los municipios de Caldas. Lm: La Merced, Su: Supía, Ag: Aguadas, Ar: Aranzazu, Pa: Pácora, Sa: Salamina, Ch: Chinchiná, Ma: Manizales, Ne: Neira, Pl: Palestina, Vm: Villamaría, No: Norcasia.

Taxa	Distribución en Caldas
Baetidae	
<i>Americabaetis</i> Kluge, 1992 (Apéndice 5)	Lm, Su, Ag, Ar, Pa, Sa, Ch, Ma, Ne, Pa, Vm, No
<i>Andesiops</i> Lugo-Ortiz & McCafferty, 1999 (Apéndice 6)	Ma, Ne, Vm,
<i>Apobaetis</i> Day, 1955 (Apéndice 7)	No
<i>Baetodes</i> Needham & Murphy, 1924 (Apéndice 8)	Lm, Su, Ag, Ar, Pa, Sa, Ch, Ma, Ne, Pa, Vm, No
<i>Callibaetis</i> Eaton, 1881 (Apéndice 9)	Lm, Ar, Ma, Ne, No
<i>Camelobaetidius</i> Demoulin, 1966 (Apéndice 10)	Lm, Su, Ma, Ne, Pa, Vm
<i>Cloeodes</i> Traver, 1938 (Apéndice 11)	Lm, Su, Ar, No
<i>Guajirolus</i> Flowers, 1985 (Apéndice 12)	Su, Ag
<i>Mayobaetis</i> Waltz & McCafferty, 1985 (Apéndice 13)	Lm, Su, Ag, Ar, Pa, Sa, Ma, Ne, Vm
<i>Nanomis</i> Lugo-Ortiz & McCafferty, 1999 (Apéndice 14)	Ag, Pa, Sa, Ma, Ne, Pa, Vm
<i>Paracloeodes</i> Day, 1955 (Apéndice 15)	Ne, No
<i>Prebaetodes</i> Lugo-Ortiz & McCafferty, 1996 (Apéndice 16)	Lm, Ag, Ma, Ne, Vm
Caenidae	
<i>Caenis</i> Stephens, 1835 (Apéndice 17)	Su, No
Leptohyphidae	
<i>Cabecar</i> Baumgardner, 2006 (Apéndice 18)	No
<i>Haplohyphes</i> Allen, 1966 (Apéndice 19)	Ag, Ma, Vm,
<i>Leptohyphes</i> Eaton, 1882 (Apéndice 20)	Lm, Su, Ag, Ar, Pa, Sa, Ch, Ma, Ne, Pa, Vm, No
<i>Traverhyphes</i> Molineri, 2001 (Apéndice 21)	No
<i>Tricorythodes</i> Ulmer, 1920 (Apéndice 22)	Lm, Su, Pa, Sa, Ma, Ne, Vm, No
Leptophlebiidae	
<i>Choroterpes</i> Eaton, 1881 (Apéndice 23)	No
<i>Farrodes</i> Peters, 1971 (Apéndice 24)	Lm, Su, Sa, Ma, Ne, Vm, No
<i>Terpides</i> Demoulin, 1966 (Apéndice 25)	No
<i>Thraulodes</i> Ulmer, 1920 (Apéndice 26)	Lm, Su, Ag, Ch, Ma, Ne, Pa, Vm, No
<i>Tikuna</i> Savage, Flowers & Porras, 2005 (Apéndice 27)	No
<i>Ulmeritoides</i> Traver, 1959 (Apéndice 28)	No
Oligoneuriidae	
<i>Lachlania</i> Hagen, 1868 (Apéndice 29)	Ag, Ma, Ne, Vm
Polymitarcyidae	
<i>Campsurus</i> Eaton, 1868 (Apéndice 30)	No

Cabecar, *Traverhyphes* Molineri y *Tricorythodes* Ulmer de la familia Leptohyphidae; *Terpides* Demoulin, *Tikuna* y *Ulmeritoides* de la familia Leptophlebiidae; y el primer registro de las familias Caenidae y Polymitarcyidae con los géneros *Caenis* Stephens y *Campsurus* Eaton, respectivamente.

La mayoría de los géneros (Tabla 1) se colectaron en cuerpos de agua permanentes y de corriente moderada, esto es común dentro del orden ya que la mayor diversidad de Ephemeroptera se encuentra en ambientes lóticos (Barber-James *et al.*, 2008; Brittain, 1982), aunque algunos taxones (*e.g.*, *Callibaetis*, *Campsurus*) pueden estar estrechamente relacionados con ambientes lenticos, fondos lodosos o de sedimento (Guerrero-Bolaño *et al.*, 2003).

En cuanto a la distribución altitudinal (Fig. 3), se pueden observar tres agrupaciones de los géneros de Ephemeroptera: 1. De amplia distribución (*America-*

baetis, *Baetodes*, *Callibaetis*, *Camelobaetidius*, *Cloeodes*, *Mayobaetis*, *Paracloeodes*, *Leptohyphes*, *Tricorythodes*, *Farrodes* y *Thraulodes*). 2. Restringidos a zonas de altitud superior a 1000 m (*Andesiops*, *Guajirolus*, *Prebaetodes*, *Haplohyphes* y *Lachlania*). 3. Restringidos a zonas de altitud inferior a 1000 m (*Apobaetis*, *Caenis*, *Cabecar*, *Traverhyphes*, *Choroterpes*, *Terpides*, *Tikuna*, *Ulmeritoides* y *Campsurus*).

Si bien el material revisado no se presta para realizar análisis estadístico, ya que en su mayoría fue colectado de manera cualitativa, se puede apreciar una clara relación inversa entre la riqueza de géneros y la altitud.

La restricción de ciertos géneros a zonas altitudinales puede estar relacionada con la temperatura del agua, que es un factor considerado determinante en la distribución de los Ephemeroptera, presentándose así un recambio gradual en la fauna al cambiar

la altitud (Domínguez & Ballesteros, 1992; Ward & Standford, 1982). Algunos autores ya habían determinado un rango de distribución altitudinal de 0 a 3500 m para los Ephemeroptera en Colombia, el cual esta fielmente representado en este estudio en Caldas, y consideraron que la mayor diversidad se encontraba entre los 1000 y 2000 m (Rojas *et al.*, 1995; Zuñiga & Rojas, 1995; Escobar, 1989; Roldán, 1985). Este último dato contrasta un poco con los resultados de este estudio, ya que la zona con mayor riqueza de géneros en el departamento de Caldas fue la comprendida en zonas de altitud inferior a 1000 m, aunque en otros trabajos también se había determinado que la zonas bajas albergan mayor diversidad de Ephemeroptera en comparación con mayores altitudes (Ramírez *et al.*, 2004).

Los géneros con mayor rango de distribución geográfica y altitudinal fueron *Americabaetis*, *Leptohyphes* y *Baetodes*, se encontraron casi en todos los sitios de colecta. Mientras que los registros poco comunes se componen de los géneros *Cabecar*, *Apobaetis*, *Guajiroilus*, *Caenis*, *Choroterpes*, *Terpides*, *Tikuna*, *Ulmeritoides* y *Campsurus*; los cuales fueron colectados en localidades específicas y con un estrecho rango de distribución altitudinal, por lo cual, estos datos deben tomarse como preliminares.

Estos registros resaltan la importancia de la realización de inventarios faunísticos, estudios de distribución de los macroinvertebrados acuáticos y la publicación de catálogos taxonómicos como un incentivo adicional para el empleo de estos organismos como bioindicadores de la calidad del agua, tarea que puede alcanzar una mayor precisión al basarse en una mejor resolución taxonómica (Prat *et al.*, 2009; Bauernfeind & Moog, 2000; Lenat & Barbour, 1994). La riqueza de taxones encontrados en este estudio indica la necesidad de conservación de los cuerpos de agua como reservorio de diversidad, y a pesar del gran número de nuevos registros, este trabajo se presenta como preliminar para algunas zonas del departamento.

Adicionalmente, las claves dicotómicas para la identificación de familias y géneros de Ephemeroptera registradas en el departamento de Caldas propuestas en este trabajo (Apéndices 1-30), pretenden ser una contribución para la ampliación del conocimiento taxonómico del grupo en la Cordillera Central de Colombia.

RESUMEN

Con el objetivo de contribuir al conocimiento taxonómico y de distribución de los géneros del orden Ephemeroptera en Caldas, se estudiaron especímenes colectados entre mayo de 2008 y mayo de 2012 en 12 municipios del departamento de Caldas – Colombia, abarcando un rango altitudinal de 159 a 3433 m y un total de 55 fuentes hídricas. Se encontraron seis familias y 26 géneros de Ephemeroptera, de los cuáles Cabecar constituye un nuevo registro para Colombia, y también se realiza el primer registro de las ninfas de Tikuna y Ulmeritoides para el país. Americabaetis, Apobaetis, Callibaetis, Cloeodes, Guajiroilus, Paracloeodes, Cabecar, Traveryphe, Tricorythodes, Terpides, Tikuna, Ulmeritoides, Caenis y Campsurus son nuevos registros para Caldas. Se encontraron diferencias en la composición de la fauna de Ephemeroptera en las diversas zonas altitudinales, siendo las zonas de altitud inferior a 1000 m las de mayor riqueza de géneros.

tera en Caldas, se estudiaron especímenes colectados entre mayo de 2008 y mayo de 2012 en 12 municipios del departamento de Caldas – Colombia, abarcando un rango altitudinal de 159 a 3433 m y un total de 55 fuentes hídricas. Se encontraron seis familias y 26 géneros de Ephemeroptera, de los cuáles Cabecar constituye un nuevo registro para Colombia, y también se realiza el primer registro de las ninfas de Tikuna y Ulmeritoides para el país. Americabaetis, Apobaetis, Callibaetis, Cloeodes, Guajiroilus, Paracloeodes, Cabecar, Traveryphe, Tricorythodes, Terpides, Tikuna, Ulmeritoides, Caenis y Campsurus son nuevos registros para Caldas. Se encontraron diferencias en la composición de la fauna de Ephemeroptera en las diversas zonas altitudinales, siendo las zonas de altitud inferior a 1000 m las de mayor riqueza de géneros.

PALABRAS-CLAVE: Macroinvertebrados acuáticos; Taxonomía; Nuevos registros.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Carlos Molineri y Frederico Falcão Salles por su colaboración en la identificación de algunos taxa y por sus sugerencias sobre el manuscrito, a Pablo Benavides y Juan Carlos Ortiz de Cenicafé por la ayuda en la obtención de algunas fotografías, a personas que colaboraron en el trabajo de campo o que brindaron acceso al material colectado para revisión, los cuales nombramos a continuación: Camilo Llano, José Luis Benavides, Milton Montaña, Julián Ramírez, Luis Felipe García, Diana Carolina Hoyos, Ana María Meza, Juliana Rubio, Yuly Ramírez, Zulay Gonzáles, Jeymmy Walteros y Juan Miguel Duque. Finalmente agradecemos a la Vicerrectoría de Investigaciones y Posgrados de la Universidad de Caldas por la financiación.

REFERENCIAS

- ALBA-TERCEDOR, J. 1996. Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. Simposio el agua en Andalucía, 4º. *Memorias*. Almería, Siaga. v. 2, p. 202-213.
- BARBER-JAMES, H.M.; GATTOLLIAT, J.L.; SARTORI, M. & HUBBARD, M.D. 2008. Global diversity of mayflies (Ephemeroptera, Insecta) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595: 339-350.
- BAUERNFEIND, E. & MOOG, O. 2000. Mayflies (Insecta: Ephemeroptera) and the assessment of ecological integrity: a methodological approach. *Hydrobiologia*, 422/423: 71-83.
- BAUMGARDNER, D.E. & S. ÁVILA-A. 2006. *Cabecar serratus*, a new genus and species of Leptohiphid mayfly from Central America, and description of the imaginal stages of *Tricorythodes sordidus* Allen (Ephemeroptera: Leptohiphididae). *Zootaxa*, 1187: 47-59.

- BRITAIN, J.E. 1982. Biology of mayflies. *Annual Review of Entomology*, 27: 119-147.
- CLIFFORD, H.F. 1982. Life Cycle of Mayflies (Ephemeroptera), with special reference to Voltinism. *Quaestiones Entomologicae*, 18: 15-90.
- DIAS, L.G.; ZUÑIGA, M.C. & BACCA, T. 2009. Estado Actual del Conocimiento del Orden Ephemeroptera en Colombia. In: *Congreso Sociedad Colombiana de Entomología*, 36°. Memorias. Colombia, Sociedad Colombiana de Entomología. p. 236-253.
- DOMÍNGUEZ, E. & BALLESTEROS, J.M. 1992. Altitudinal replacement of Ephemeroptera in a subtropical river. *Hydrobiologia*, 246: 83-88.
- DOMÍNGUEZ, E. & ZUÑIGA, M.C. 2003. First generic record and description of a new species of *Ulmeritoides* (Ephemeroptera: Leptophlebiidae) from Colombia. In: Gaiño, E. *Research update on Ephemeroptera & Plecoptera*. Bari, Università di Perugia. p. 123-125.
- DOMÍNGUEZ, E.; MOLINERI, C.; PESCADOR, M.L.; HUBBARD, M.D. & NIETO, C. 2006. *Diversidad Acuática en América Latina. v. 2: Ephemeroptera de América del Sur*. Sofia-Moscú, Pensoft.
- ESCOBAR, A.N. 1989. Estudio de las comunidades macrobénticas en el Río Manzanaras y sus principales afluentes y su relación con la calidad del agua. *Actualidades Biológicas*, 18: 45-60.
- FALCÃO, J.N.; SALLES, F.F. & HAMADA, N. 2011. Baetidae (Insecta, Ephemeroptera) ocorrentes em Roraima, Brasil: novos registros e chaves para gêneros e espécies no estágio ninfal. *Revista Brasileira de Entomologia*, 55(4): 516-548.
- GARCÍA, L.F.; HOYOS, D.C. & DIAS, L.G. 2013. Primer reporte de *Choroterpes* (Ephemeroptera: Leptophlebiidae) para Caldas, Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 39(1): 164-165.
- GONZÁLES, S.M.; RAMÍREZ, Y.P.; MEZA, A.M. & DIAS, L.G. 2012. Diversidad de macroinvertebrados acuáticos y calidad de agua de quebradas abastecedoras del municipio de Manizales. *Boletín Científico Museo de Historia Natural*, 16(2): 135-148.
- GUERRERO-BOLAÑO, F.; MANJARÉS-HERNANDES, A. & NÚÑEZ-PADILLA, N. 2003. Los macroinvertebrados bentónicos de Pozo Azul (Cuenca del Río Gaira, Colombia) y su relación con la calidad del agua. *Acta Biológica Colombiana*, 8(2): 43-55.
- LENAT, D.R. & BARBOUR, M.T. 1994. Using benthic macroinvertebrate community structure for rapid, cost-effective, water quality monitoring: rapid bioassessment. In: Loeb, S.L. & Spacie, A. (Eds.). *Biological monitoring of aquatic systems*. Boca Raton FL, Lewis Publishers. p. 187-215.
- MEZA, A.M.; RUBIO, J.M. & DIAS, L.G. 2012. Calidad de agua y composición de macroinvertebrados acuáticos en la subcuenca alta del Río Chinchiná. *Caldasia*, 34(2): 443-456.
- NEEDHAM, J.G. 1920. Burrowing mayflies of our larger lakes and streams. *Bulletin of the Bureau of Fisheries*, 36: 1917-1918. Document No. 883. Washington, Government Printing Office.
- NEEDHAM, J.G. 1933. Mayflies, a staple food of fishes in Hill Streams. *Transactions of the American Fisheries Society*, 63(1): 178-181.
- PETERS, J.G.; FLOWERS, R.W.; HUBBARD, M.D.; DOMÍNGUEZ, E. & SAVAGE, H.M. 2005. New records and combinations for neotropical Leptophlebiidae (Ephemeroptera). *Zootaxa*, 1054: 51-60.
- PRAT, N.; RÍOS, B.; ACOSTA, R. & RIERADEVALL, M. 2009. Los macroinvertebrados como indicadores de calidad de las aguas. In: Domínguez, E. & Fernández, H.R. (Eds.). *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: sistemática y biología*. Tucumán, Fundación Miguel Lillo.
- RAMÍREZ, J.J.; ROLDÁN, P.G. & YEPES, G.A. 2004. Altitudinal variation of the numerical structure and biodiversity of the taxocenosis of ephemeroptera in the South, North, and Central Regions of the Department of Antioquia, Colombia. *Acta Limnologica Brasiliensis*, 16(4): 329-339.
- ROJAS, A.M.; ZUÑIGA, M.C.; BURBANO, M.H. & SERRATO, C. 1995. Altitudinal distribution of Ephemeroptera in the Farallones de Cali National Park (Colombia). In: Corkum, L.D. & Ciborowski, J.J.H. (Eds.). *Current Directions in Research on Ephemeroptera*. Toronto, Canadian Scholars' Press. p. 121-129.
- ROLDÁN, P.G. 1985. Contribución al conocimiento de las ninfas de los efemerópteros (Clase: Insecta, Orden: Ephemeroptera) en el departamento de Antioquia, Colombia. *Actualidades Biológicas*, 14(51): 3-13.
- SPRINGER, M. 2010. Capítulo 3: Biomonitorio acuático. *Revista de Biología Tropical*, 58(Suppl. 4): 53-59.
- WALKER, F. 1853. *Catalogue of the specimens of Neuropteris insects in the collection of the British Museum. Part III (Termitidae and Ephemeridae)*. London, British Museum.
- WALTZ, R.D. & McCAFFERTY, W.P. 1987. Revision of the genus *Cloeodes* Traver (Ephemeroptera: Baetidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 80: 191-207.
- WARD, J.V. & STANFORD, J.A. 1982. Thermal responses in the evolutionary ecology of aquatic insects. *Annual Review of Entomology*, 27(1): 97-117.
- ZUÑIGA, M.C. 2009. Bioindicadores de calidad de agua y caudal ambiental. In: Cantera, J.R.K.; Carvajal, Y.E. & Castro, L.M.H. (Eds.). *El caudal ambiental: conceptos, experiencias y desafíos*. Cali, Programa Editorial Universidad del Valle. p. 167-197.
- ZUÑIGA, M.C. & ROJAS, A.M. 1995. Contribución al conocimiento del orden Ephemeroptera en Colombia y su utilización en estudios ambientales. *Memorias Seminario de invertebrados acuáticos y su utilización en estudios ambientales*. Bogotá, Sociedad Colombiana de Entomología y Universidad Nacional. p. 121-146.
- ZUÑIGA, M.C.; MOLINERI, C. & DOMÍNGUEZ, E. 2004. El Orden Ephemeroptera en Colombia. In: Fernández, F.C., Andrade-C, M.G. & Amat, G.D. (Eds.). *Insectos de Colombia*, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. v. 3, p. 17-42.

Aceito em: 20/09/2014

Impresso em: 31/03/2015

APÉNDICE 1

Clave para la identificación de las ninfas de las familias de Ephemeroptera registradas para Caldas – Colombia

1. Colmillo mandibular presente (Apéndice 30B) y patas anteriores modificadas para cavar (Apéndice 30A y C) Polymitarcyidae: *Campsurus*
- 1'. Colmillos mandibulares ausentes y patas sin modificaciones para cavar (Apéndice 17C y 18C)2
- 2(1'). Branquias operculares en el segmento abdominal II (Apéndice 17A y 18A)3
- 2'. Branquias del segmento abdominal II de formato variable, compuestas de una o dos lamelas, pero no operculares4
- 3(2). Branquias operculares ovales o subtriangulares sin tocarse en la línea media corporal (Apéndice 18A y 19A), branquias ausentes en el segmento abdominal I Leptohiphidae
- 3'. Branquias operculares subcuadradas con una cresta en forma de “Y” y tocándose en la línea media del cuerpo (Apéndice 17A y B), branquias del segmento abdominal I presentes y filiformes, con proyecciones redondeadas en las coxas (Apéndice 17C) Caenidae: *Caenis*
- 4(2'). Filamento terminal presente (de tamaño variable), femures sin hilera de setas largas en la región interna, branquias en la base de la maxila ausente5
- 4'. Filamento terminal ausente (Apéndice 29A), fémures con una doble hilera de setas largas en la región interna (Apéndice 29D), con branquias en la base de la maxila Oligoneuriidae: *Lachlania*
- 5(4). Branquias abdominales compuestas de una única lamela (excepto en *Callibaetis* Apéndice 9E), sutura epicraneal por debajo de los ocelos laterales Baetidae
- 5'. Branquias abdominales compuestas de dos lamelas (Apéndice 24E y 26E), sutura epicraneal por encima de los ocelos laterales Leptophlebiidae

APÉNDICE 2

Clave para la identificación de las ninfas de los géneros de Baetidae registrados para Caldas – Colombia

1. Uñas tarsales espatuladas con numerosos denticulos (Apéndice 10B) *Camelobaetidius*
- 1'. Uñas tarsales agudas con o sin denticulos de formato variable en la región ventral2
- 2(1'). Branquias abdominales complejas, formadas por una o más láminas con los bordes curvados y superpuestos (Apéndice 9E) *Callibaetis*
- 2'. Branquias abdominales compuestas de una sola lamina3
- 3(2'). Uñas tarsales sin denticulos (Apéndice 7E y 11C)4
- 3'. Uñas tarsales con denticulos (aunque pueden ser pequeños) (Apéndice 8D y 15C)5
- 4(3). Tibia con un arco de setas largas en la región basal externa (Apéndice 11B), uñas tarsales de 0,3 a 0,6 veces la longitud del tarso (Apéndice 11C) *Cloeodes*
- 4'. Tibia sin arco de setas, uñas tarsales de 0.5 a 1.5 veces la longitud del tarso (Apéndice 7E) *Apobaetis*
- 5(3'). Uñas tarsales más de 0.5 veces la longitud del tarso con denticulos muy pequeños (Apéndice 15C) *Paracloeodes*
- 5'. Uñas tarsales menos de 0.5 veces la longitud del tarso con denticulos fácilmente visibles6
- 6(5'). Filamento caudal reducido (menos de 0.3 veces la longitud de los cercos) (Apéndice 8A, 13A y 16A), uñas tarsales con una o dos setas fuertes en la base del denticulo subapical del margen externo (Apéndice 8D y 16B) (Complejo *Baetodes*) 7
- 6'. Filamento caudal subigual a los cercos, uña tarsales sin setas fuertes en la región de los denticulos9
- 7(6). Branquias presentes en los segmentos abdominales I-V *Baetodes*
- 7'. Branquias presentes en los segmentos abdominales I-VII8
- 8(7'). Escapo y pedicelo aplanados dorsoventralmente, escapo tres veces la longitud del pedicelo (Apéndice 13E), cercos con una hilera de espinas en el margen externo (Apéndice 13C), uñas tarsales con denticulos subiguales *Mayobaetis*
- 8'. Escapo y pedicelo cilíndricos o subcilíndricos, cercos sin espinas en el margen, uñas tarsales con denticulo subapical más grande que los demás (Apéndice 16B) *Prebaetodes*
- 9(6'). Uñas tarsales con un denticulo subapical mayor a los restantes (Apéndice 12D), prosteca mandibular insertada en una concavidad (Apéndice 12C) *Guajirolus*

- 9'. Uñas tarsales con los denticulos de tamaño similar, prosteca mandibular no insertada en una concavidad ...
.....10
- 10(9'). Uñas tarsales con dos hileras de denticulos y un par de setas débiles cerca al ápice (Apéndice 6C). *Andesiops*
- 10'. Uñas tarsales con una sola hilera de denticulos y sin setas apicales.....11
- 11(10'). Branquias presentes en los segmentos abdominales II-VII, mandíbulas con setas entre la prosteca y la mola (Apéndice 5B)*Americabaetis*
- 11'. Branquias presentes en los segmentos abdominales I-VII, mandíbulas sin setas entre la prosteca y la mola...
..... *Nanomis*

APÉNDICE 3

Clave para la identificación de las ninfas de los géneros de Leptohiphidae registrados para Caldas – Colombia

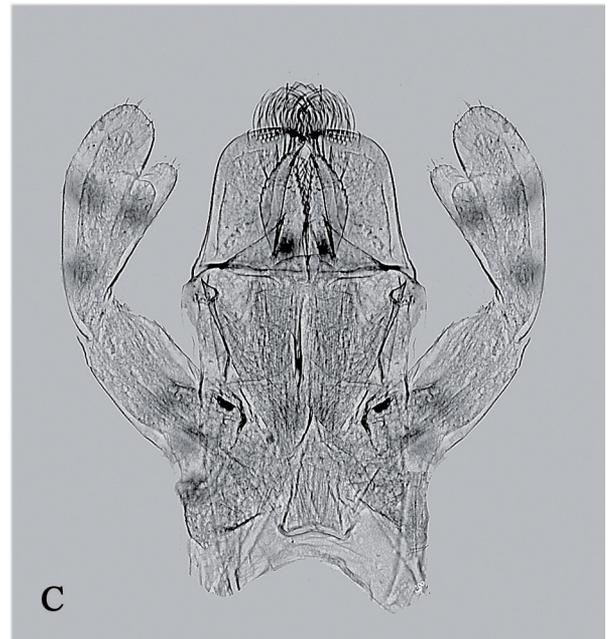
1. Tergos abdominales con proyecciones posterolaterales pronunciadas (Apéndice 18A), fémur anterior con una hilera transversal de chalazas (setas insertadas en un tubérculo o abultamiento) (Apéndice 18D)
..... *Cabecar*
- 1'. Tergos abdominales sin proyecciones posterolaterales (o moderadas como en el Apéndice 20A), fémur con espinas o setas de formato variable pero no como en el caso anterior2
- 2(1'). Fémur anterior con hilera transversal de setas largas y delgadas, branquias operculares triangulares o subtriangulares (Apéndice 19A, 22A y 22B), cuerpo con setas conspicuas.....3
- 2'. Fémur anterior con hilera transversal de espinas cortas (Apéndice 20B), branquias ovales (Apéndice 20A y 21A) y cuerpo desprovisto o con pocas setas.....4
- 3(2). Pterotecas posteriores ausentes, base del abdomen más ancha que el ápice *Tricorythodes*
- 3'. Pterotecas posteriores presentes, base del abdomen apenas más ancha que el ápice (en vista ventral)
..... *Haplohyphes*
- 4(2'). Branquia opercular con espina basal (Apéndice 20E), fémures mediano y posterior muy anchos generalmente con una costilla longitudinal (Apéndice 20C)*Leptohyphes*
- 4'. Branquia opercular sin espina basal, fémures mediano y posterior no tan anchos y sin costilla longitudinal (Apéndice 21D).....*Traverhyphes*

APÉNDICE 4

Clave para la identificación de los géneros de Leptophlebiidae registrados para Caldas – Colombia

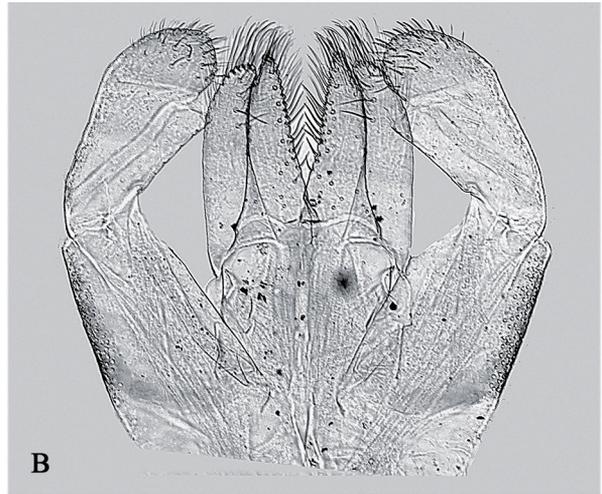
1. Cuerpo hidrodinámico con cabeza hipognata (Apéndice 25A y 27A), branquias ensanchadas (Apéndice 25D y 27D), setas natatorias en los cercos y filamento caudal2
- 1'. Cuerpo aplanado con cabeza prognata, branquias de formato variable, cercos y filamento caudal con presencia o ausencia de setas cortas.....3
- 2(1). Branquias anchas en la base, afinándose gradualmente hacia el ápice y terminando en un único filamento (Apéndice 25D), uñas tarsales con un denticulo mediano grande (Apéndice 25B)*Terpides*
- 2'. Branquias de los segmentos abdominales II-VII con tres proyecciones, dos laterales con forma de lóbulos y una medial delgada (Apéndice 27D), uñas tarsales con denticulos incrementando de tamaño hacia el ápice (Apéndice 27C)*Tikuna*
- 3(1'). Branquias oscuras y ovaladas con numerosas proyecciones digitiformes en el margen (Apéndice 28E)
..... *Ulmeritoides*
- 3'. Branquias de formato variable, pero no como las anteriores4
- 4(3'). Branquias abdominales del segmento I reducidas a un filamento, las de los segmentos II-VII con tres proyecciones, el filamento mediano de la lámina dorsal largo y expandido (Apéndice 23D)..... *Choroterpes*
- 4'. Branquias abdominales lanceoladas con ápice agudo.....5
- 5(4'). Labro con márgenes laterales aguzados y margen anterior entero (Apéndice 26C), uñas tarsales con denticulos cada vez mayores hacia el ápice..... *Thraulodes*
- 5'. Labro redondeado lateralmente y con hendidura anteromedial con denticulos visibles (Apéndice 24B), uñas tarsales con denticulo apical de mayor tamaño que los restantes (Apéndice 24D) *Farrodes*

APÉNDICE 5



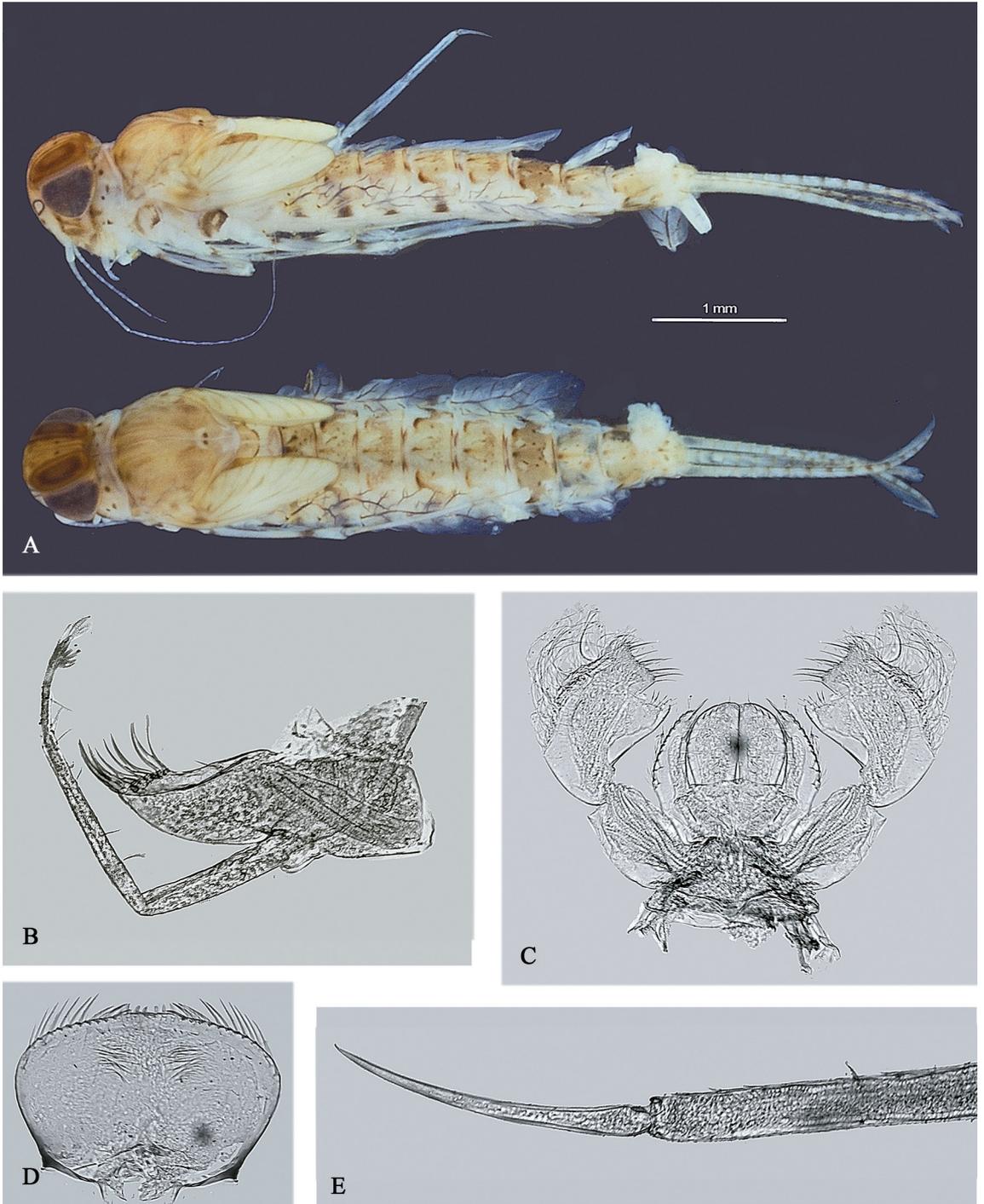
Americabaetis Kluge, 1992. A. Hábito lateral. B. Mandíbula izquierda (la flecha indica las setas entre la prosteca y la mola). C. Labio.

APÉNDICE 6



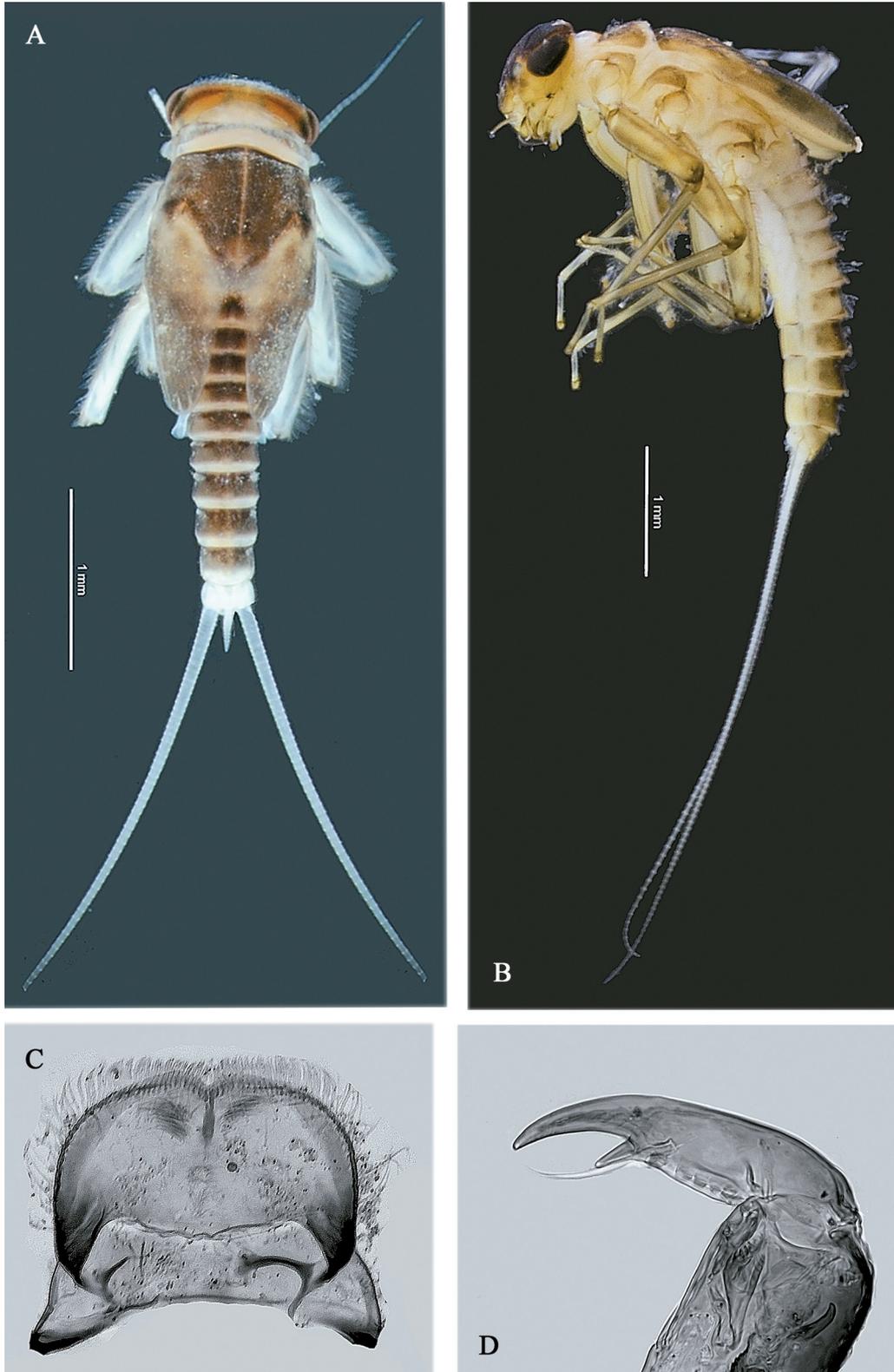
Andesiops Lugo-Ortiz & McCafferty, 1999. A. Hábito dorsal. B. Labio. C. Uña tarsal.

APÉNDICE 7



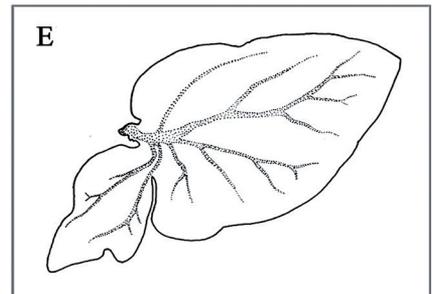
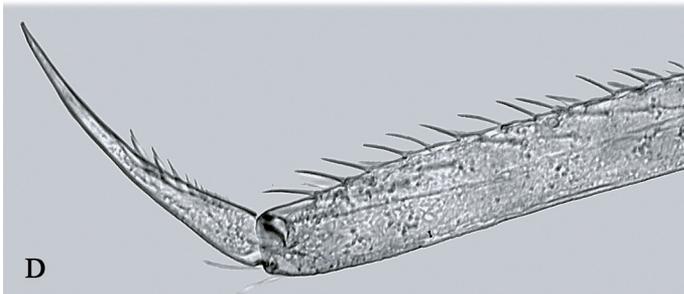
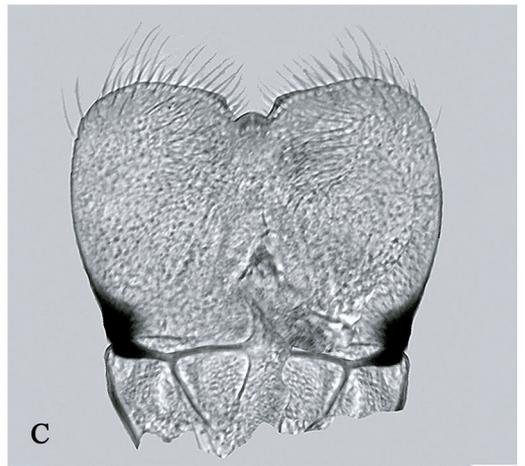
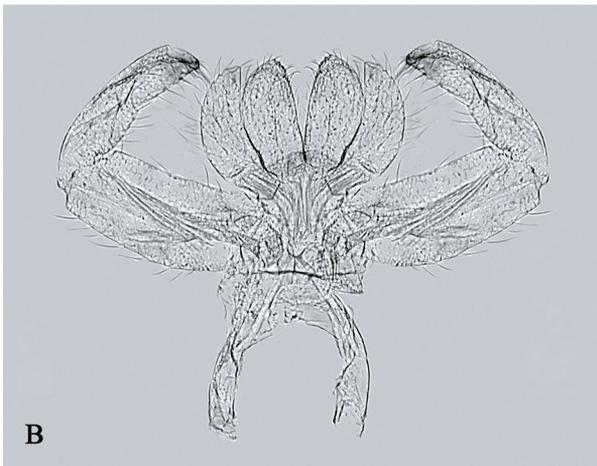
Apobaetis Day, 1955. A. Hábito lateral y dorsal. B. Maxila C. Labio. D. Labro. E. Uña tarsal.

APÉNDICE 8



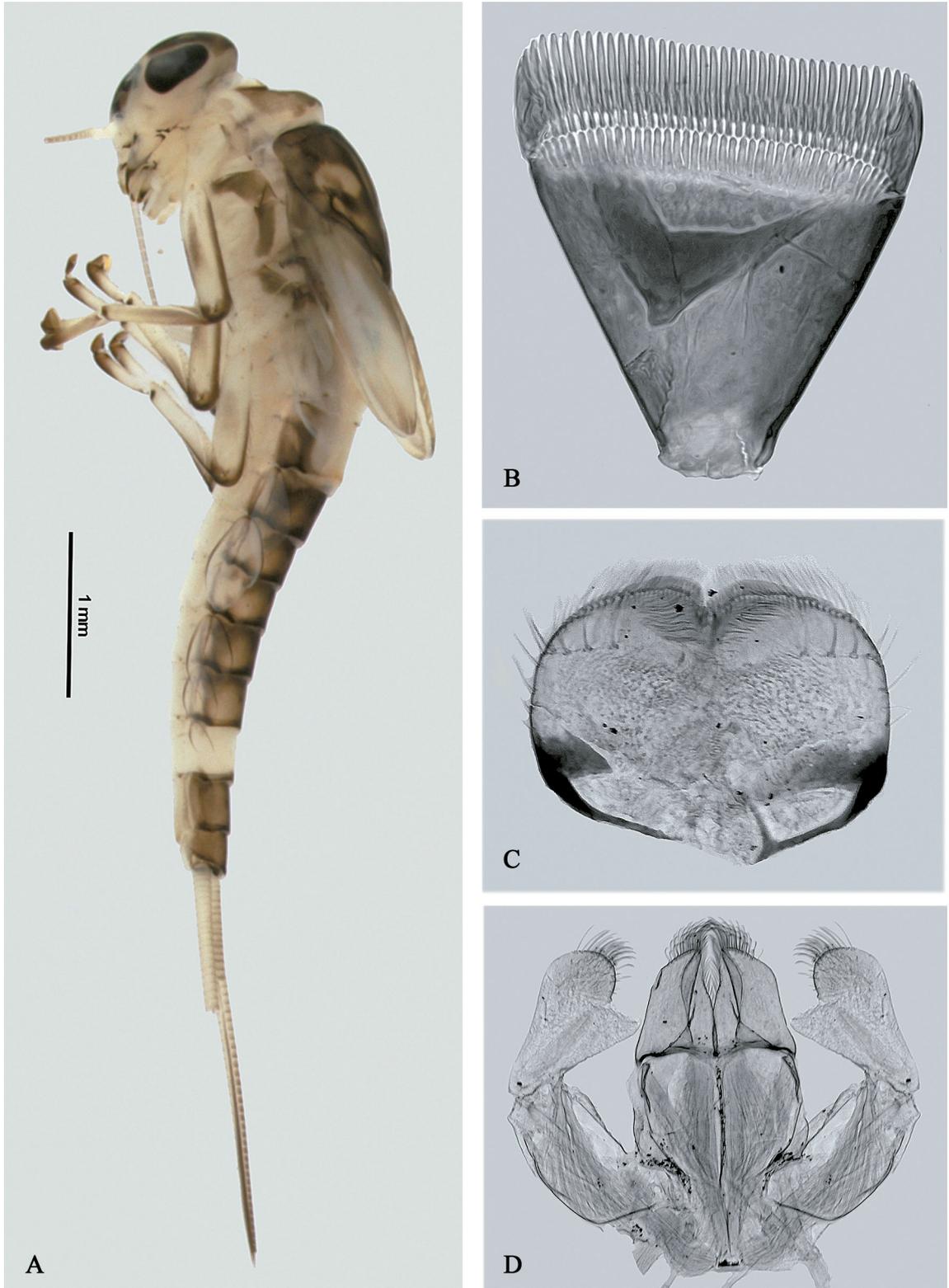
Baetodes Needham & Murphy, 1924. **A.** Hábito dorsal **B.** Hábito lateral (especie diferente). **C.** Labro. **D.** Uña tarsal.

APÉNDICE 9



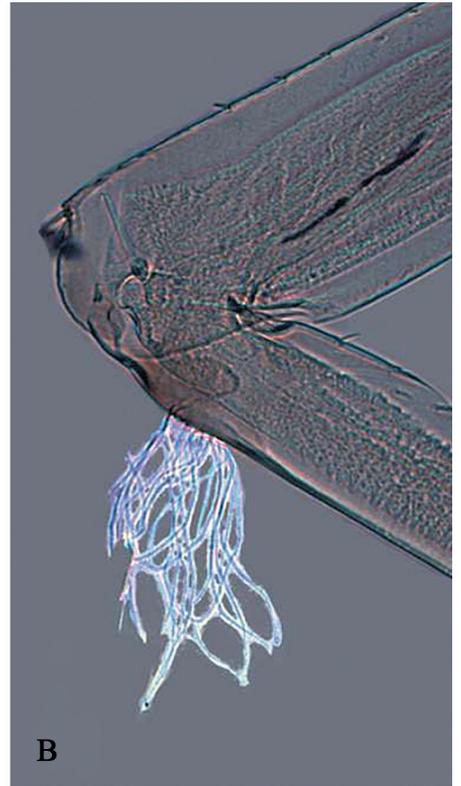
Callibaetis Eaton, 1881. A. Hábito dorsal. B. Labio. C. Labro. D. Uña tarsal. E. Branquia (Modificado de Falcão *et al.*, 2011).

APÉNDICE 10



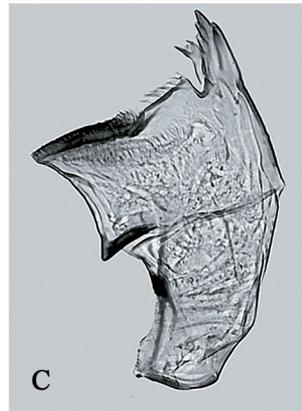
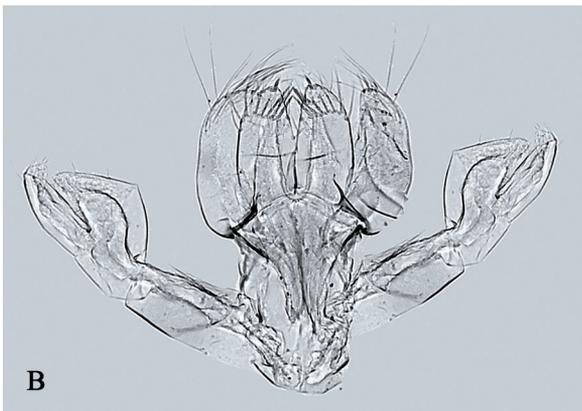
Camelobaetidius Demoulin, 1966. A. Hábito lateral. B. Uña tarsal. C. Labro. D. Labio.

APÉNDICE 11



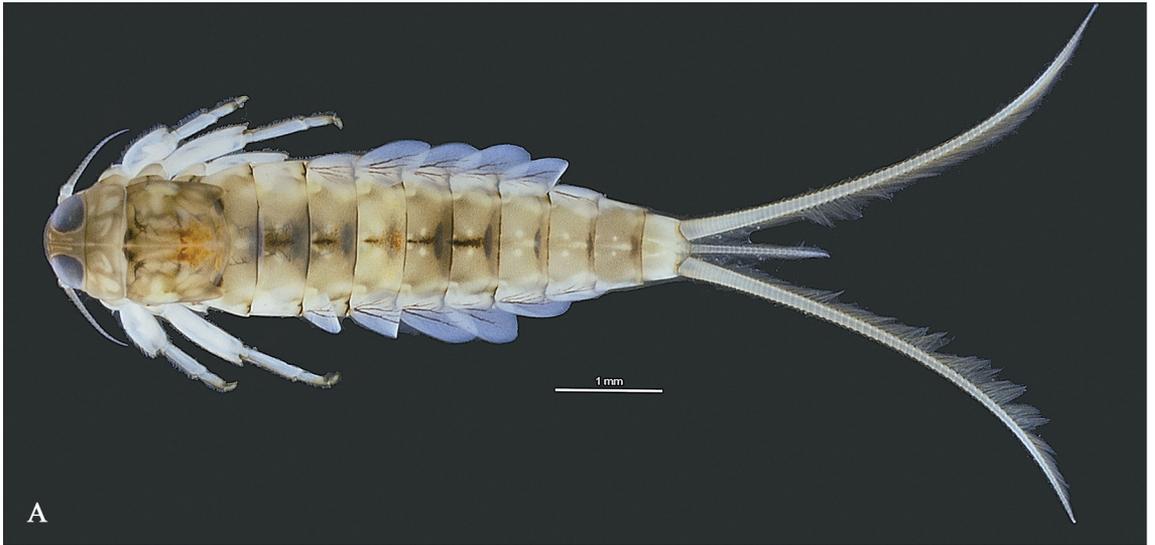
Cloeodes Traver, 1938. **A.** Hábito dorsal. **B.** Detalle de setas en la tibia (modificado de Falcão *et al.*, 2011). **C.** Uña tarsal.

APÉNDICE 12

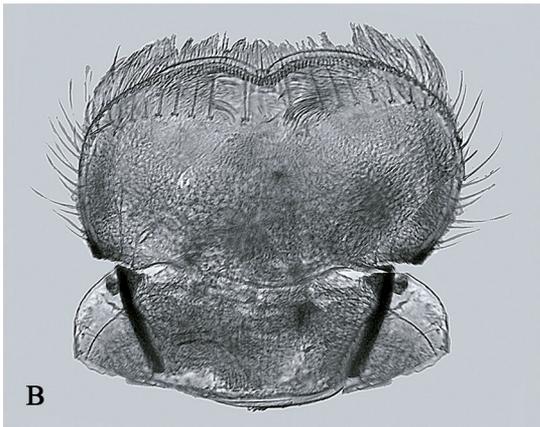


Guajirolus Flowers, 1985. **A.** Hábito lateral. **B.** Labio. **C.** Mandíbula derecha (la flecha indica la posición de la prosteca). **D.** Uña tarsal.

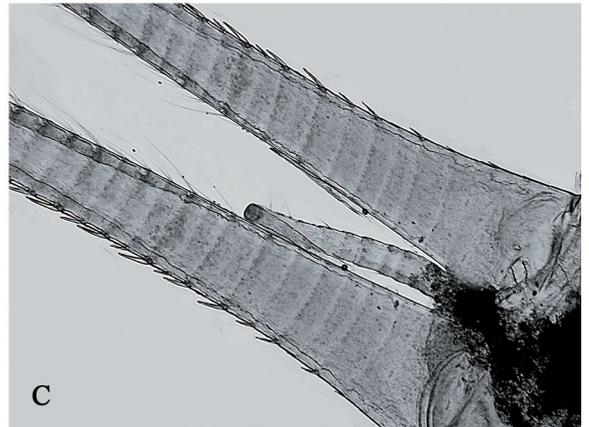
APÉNDICE 13



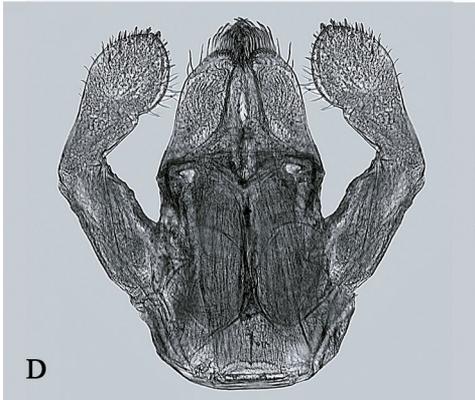
A



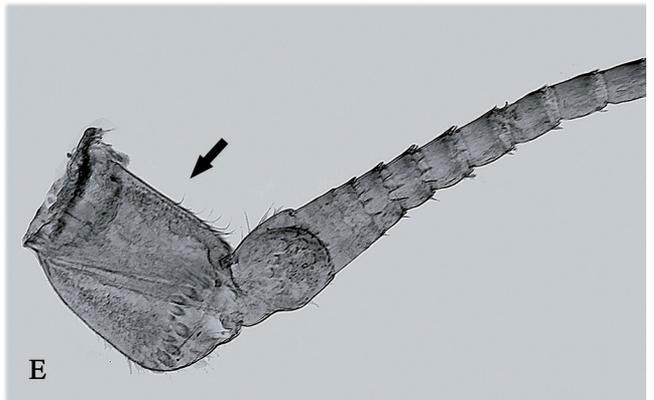
B



C



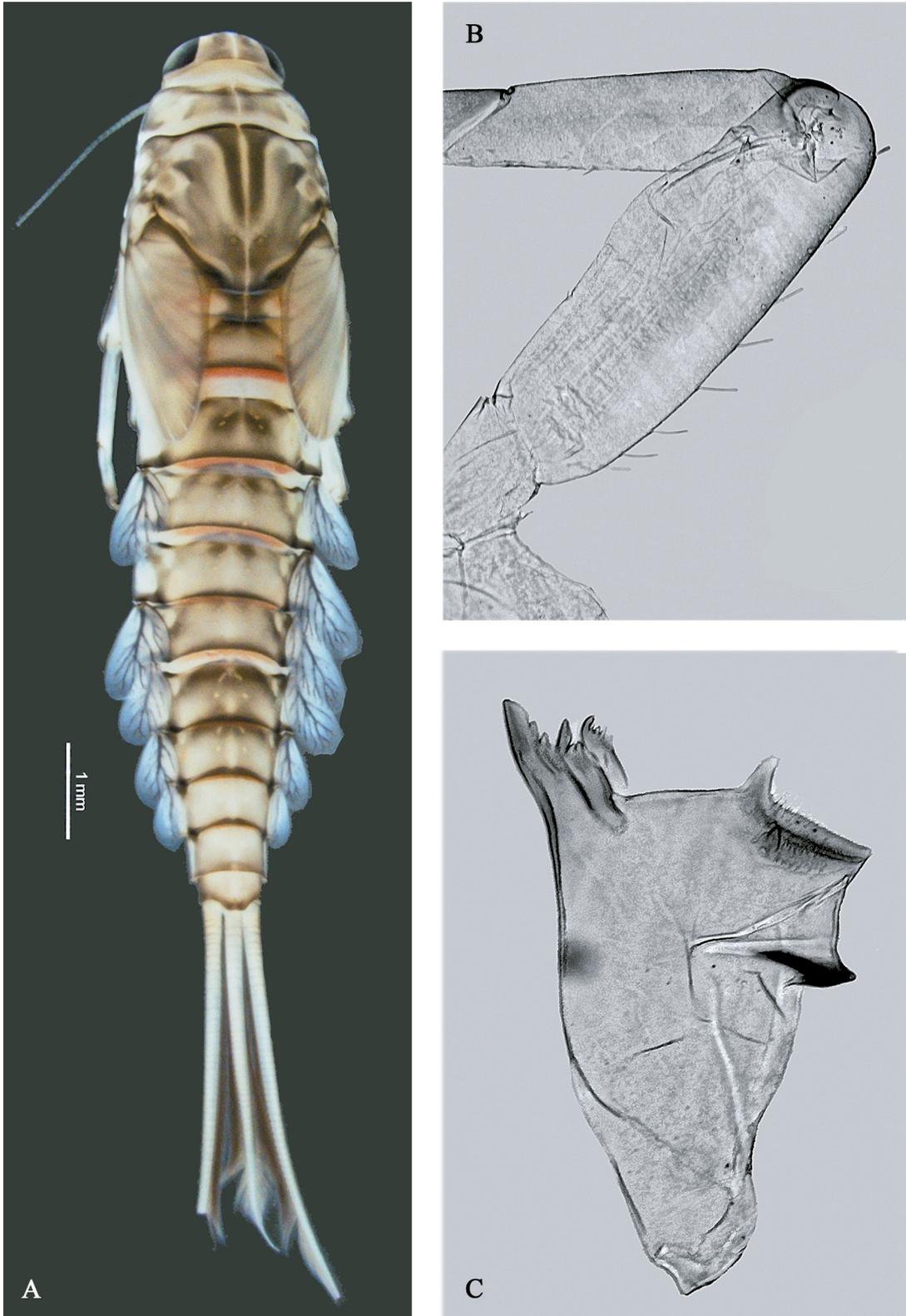
D



E

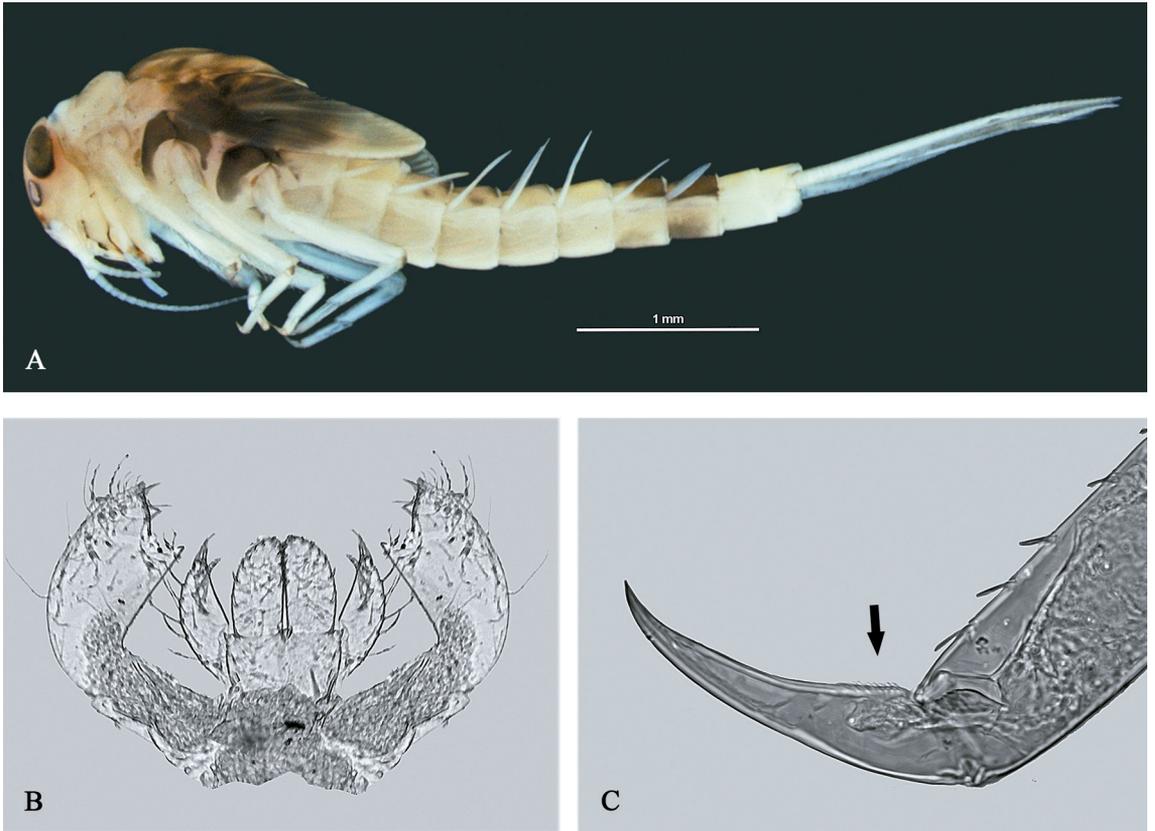
Mayobaetis Waltz & McCafferty 1985. **A.** Hábito dorsal. **B.** Labro. **C.** Detalle cercos y filamento caudal. **D.** Labio. **E.** Antena (La flecha indica el escapo).

APÉNDICE 14



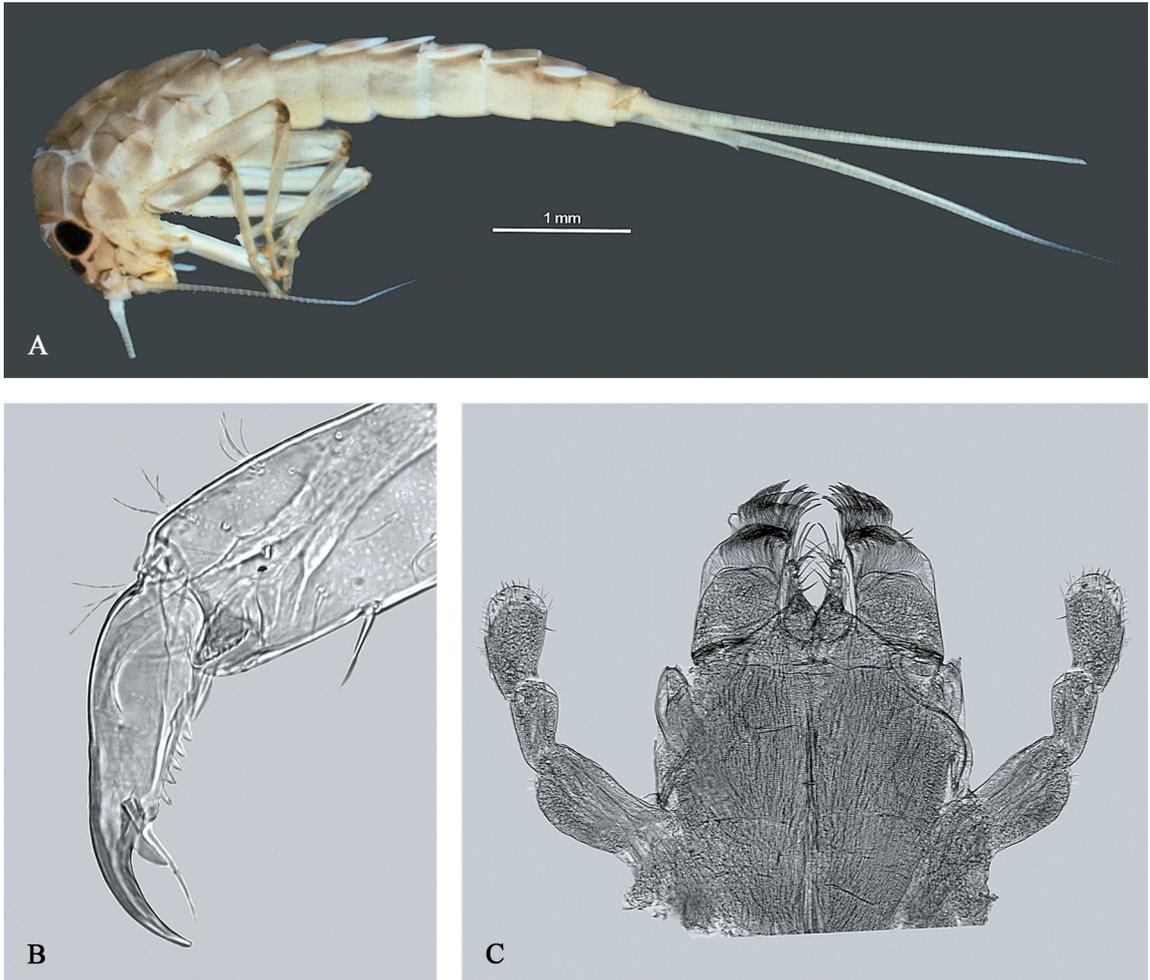
Nanomis Lugo-Ortiz & McCafferty 1999. A. Hábito dorsal. B. Fémur. C. Mandíbula izquierda.

APÉNDICE 15



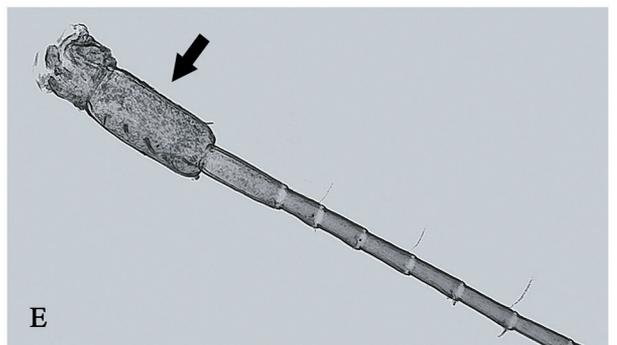
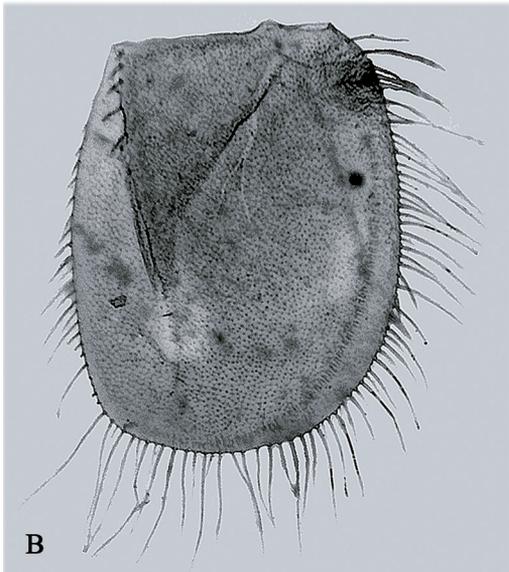
Paracloeodes Day, 1955. **A.** Hábito lateral. **B.** Labio. **C.** Uña tarsal (La flecha indica los denticulos).

APÉNDICE 16



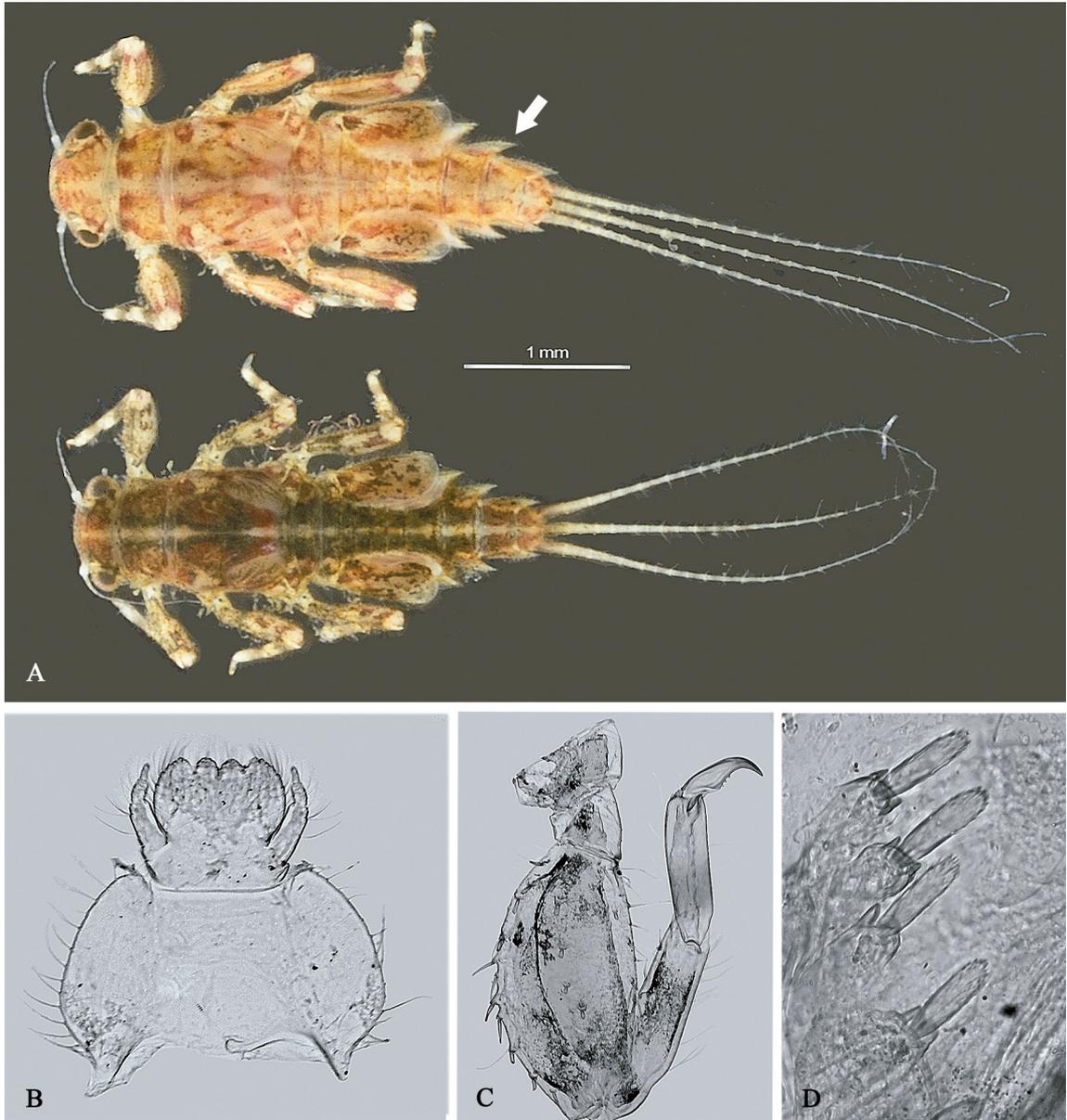
Prebaetodes Lugo-Ortiz & McCafferty, 1996. **A.** Hábito lateral. **B.** Uña. **C.** Labio.

APÉNDICE 17



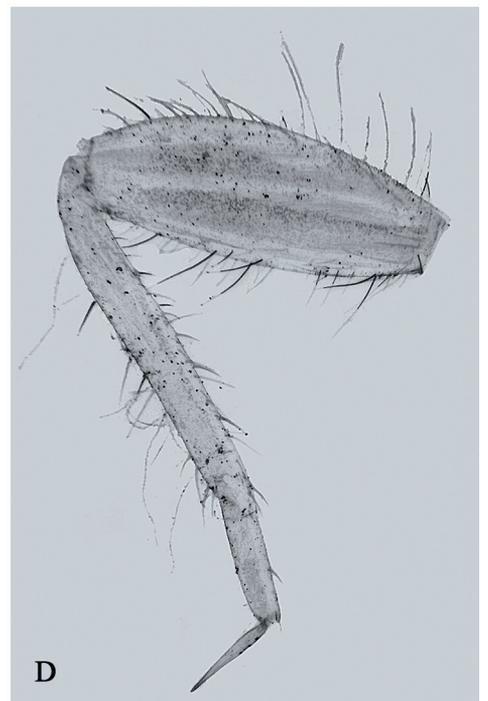
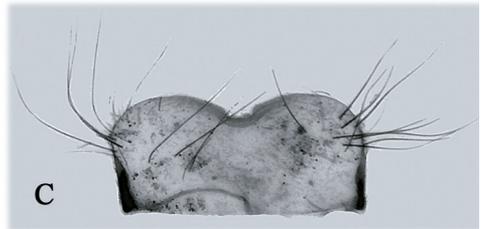
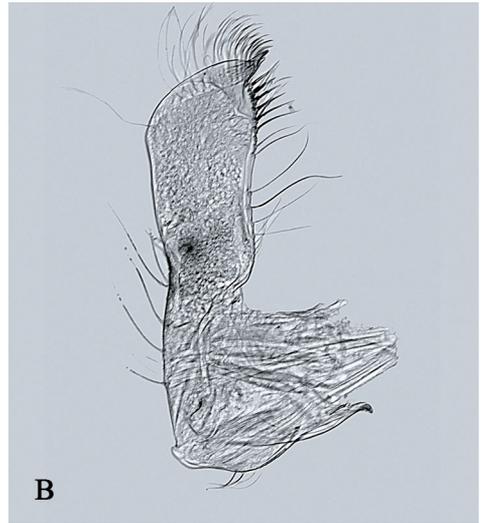
Caenis Stephens, 1835. **A.** Hábito dorsal. **B.** Branquia opercular (segmento abdominal II). **C.** Pata (la flecha indica proyección en la coxa). **D.** Labro. **E.** Antena (la flecha indica el pedicelo)

APÉNDICE 18



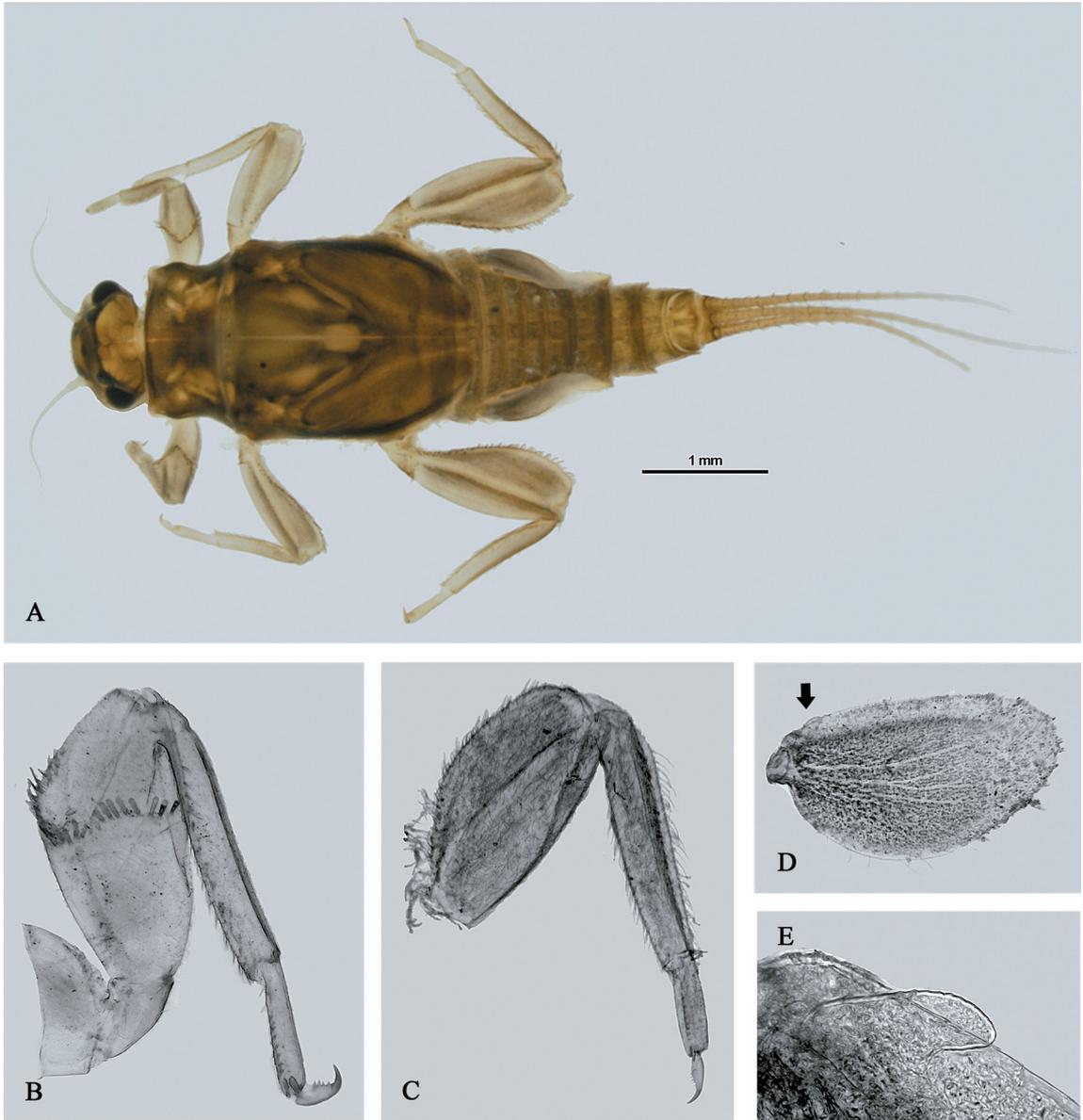
Cabecar Baumgardner, 2006. **A.** Hábito dorsal (variación cromática, la flecha indica las proyecciones posterolaterales). **B.** Labio. **C.** Pata. **D.** Detalle de las Chalazas.

APÉNDICE 19



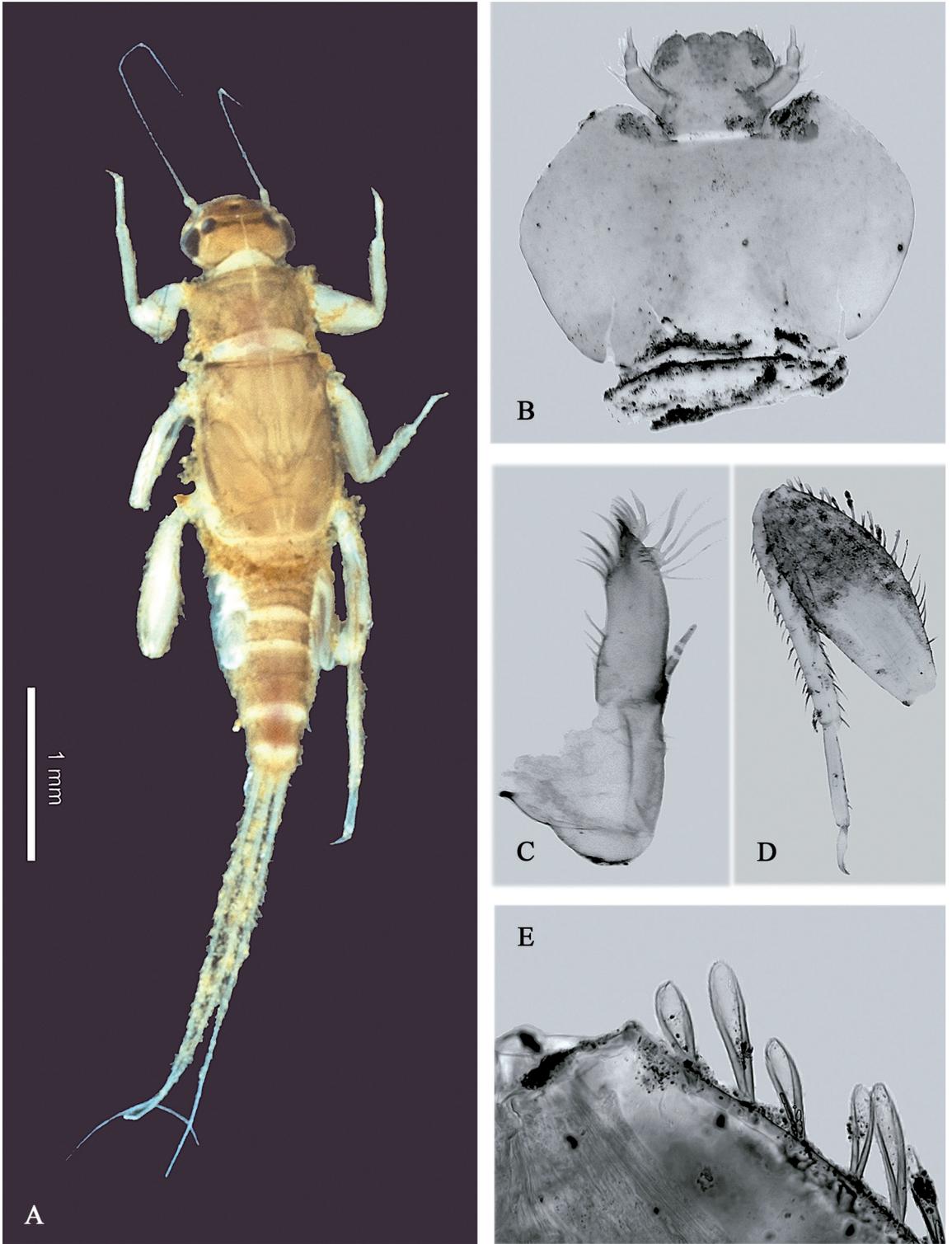
Haplohyphes Allen, 1966. A. Hábito dorsal. B. Maxila. C. Labro. D. Pata.

APÉNDICE 20



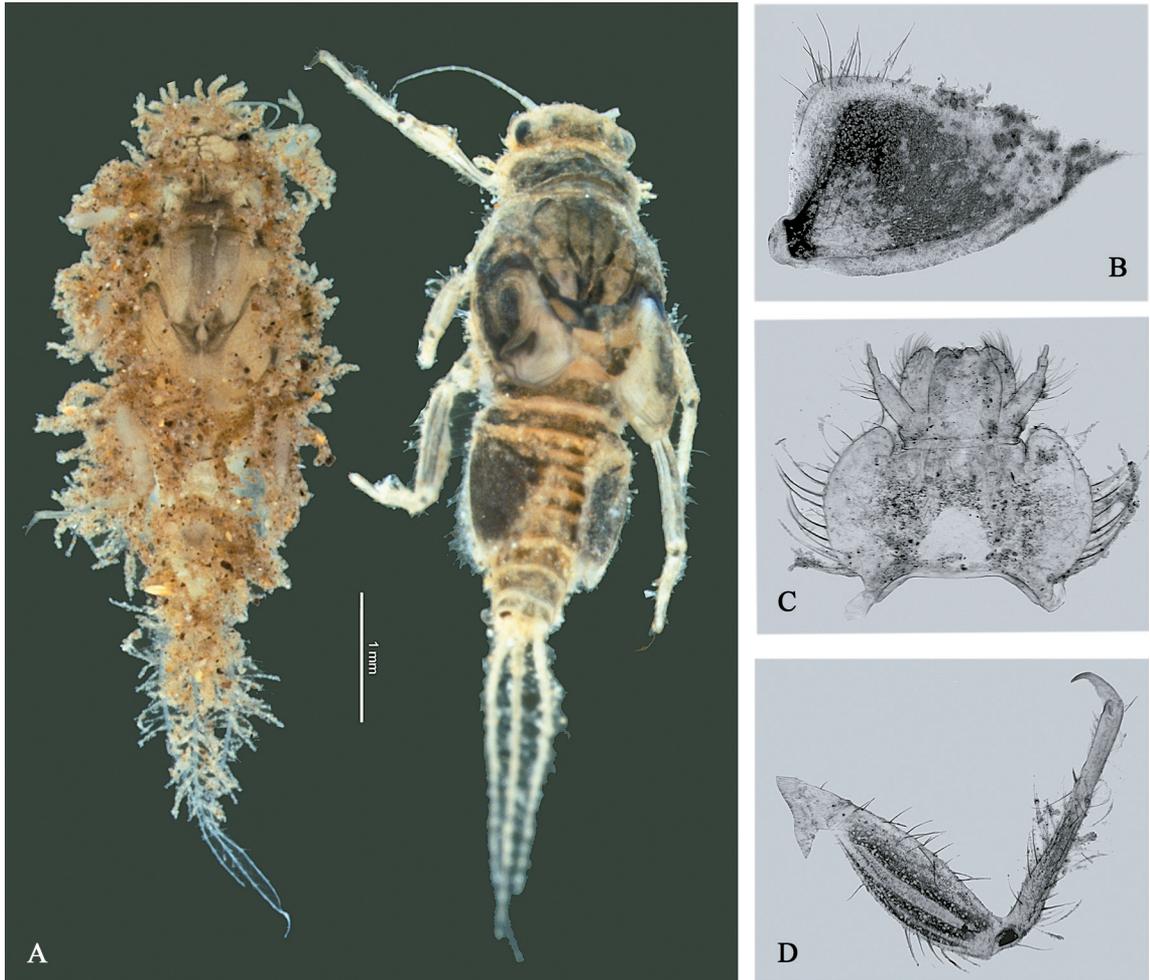
Leptohyphes Eaton, 1882. **A.** Hábito dorsal. **B.** Pata anterior. **C.** Pata posterior. **D.** Branquia opercular (segmento abdominal II, La flecha indica la posición de La espina basal). **E.** Detalle de la espina basal en la branquia opercular.

APÉNDICE 21



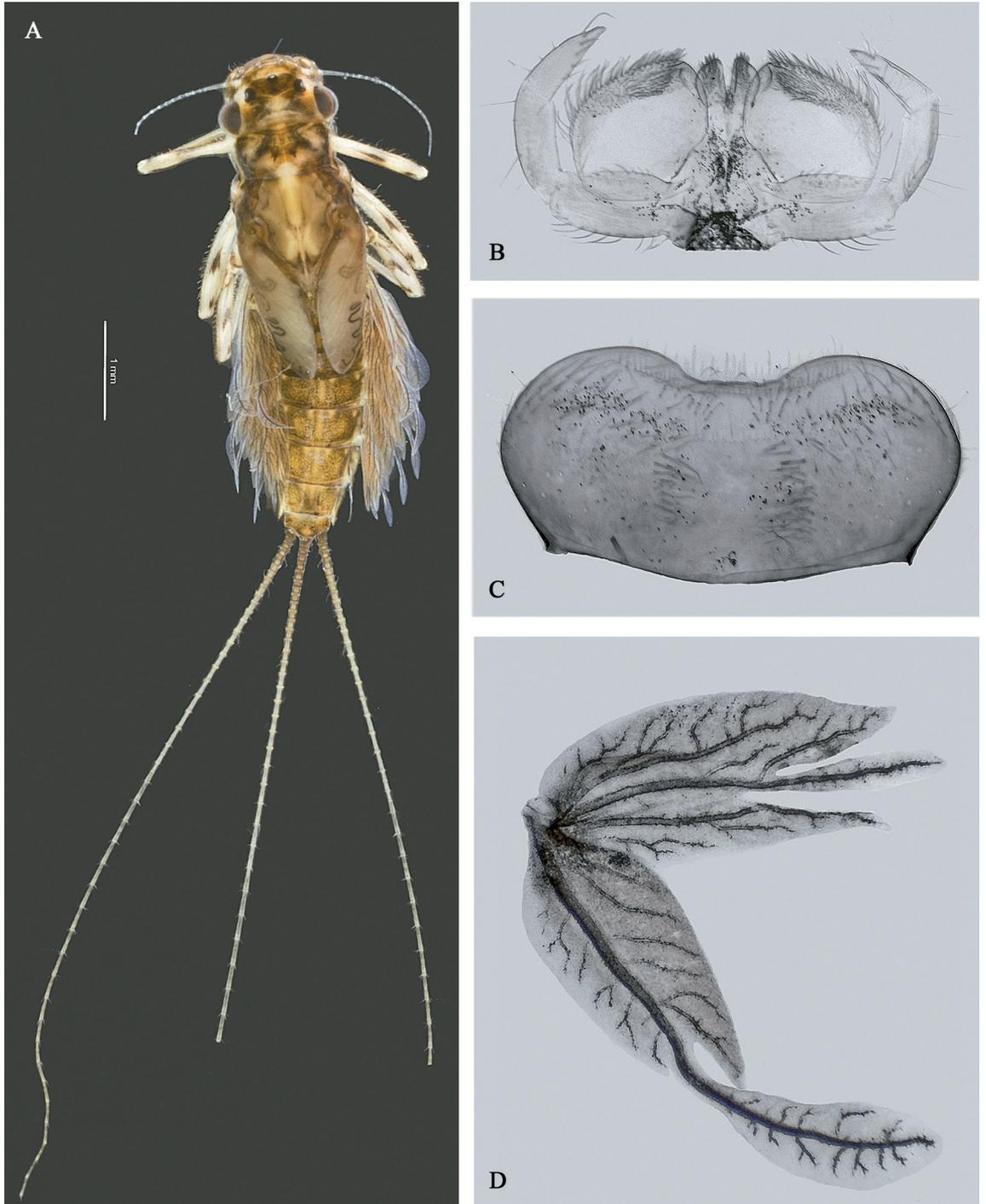
Traverhypes Molineri, 2001. A. Hábito dorsal. B. Labio. C. Maxila. D. Pata. E. Detalle de las setas espatuladas del fémur.

APÉNDICE 22



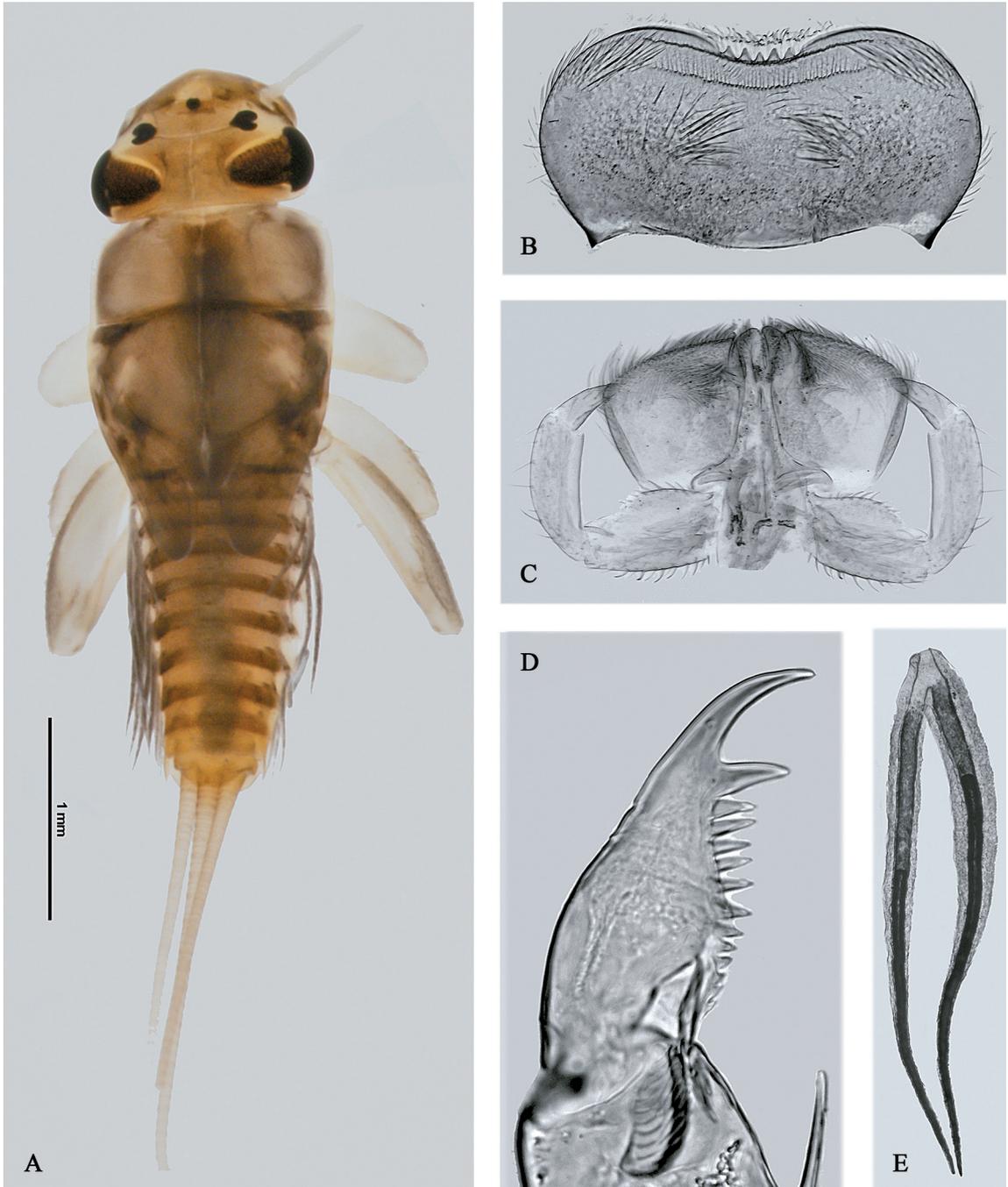
Tricorythodes Ulmer, 1920. A. Hábito dorsal (especies diferentes). B. Branquia opercular (segmento abdominal II). C. Labio. D. Pata.

APÉNDICE 23



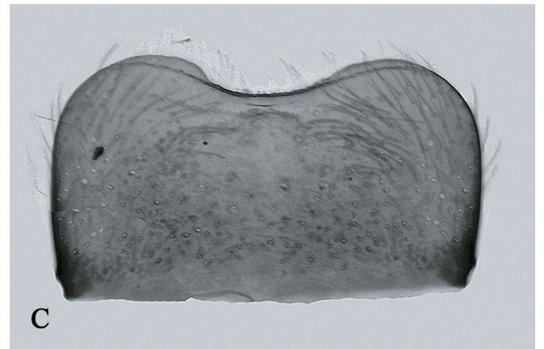
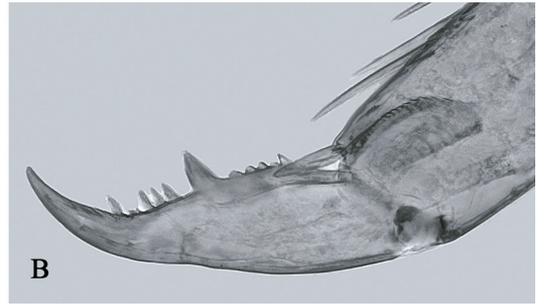
Choroterpes Eaton, 1881. A. Hábito dorsal. B. Labio. C. Labro. D. Branquia.

APÉNDICE 24



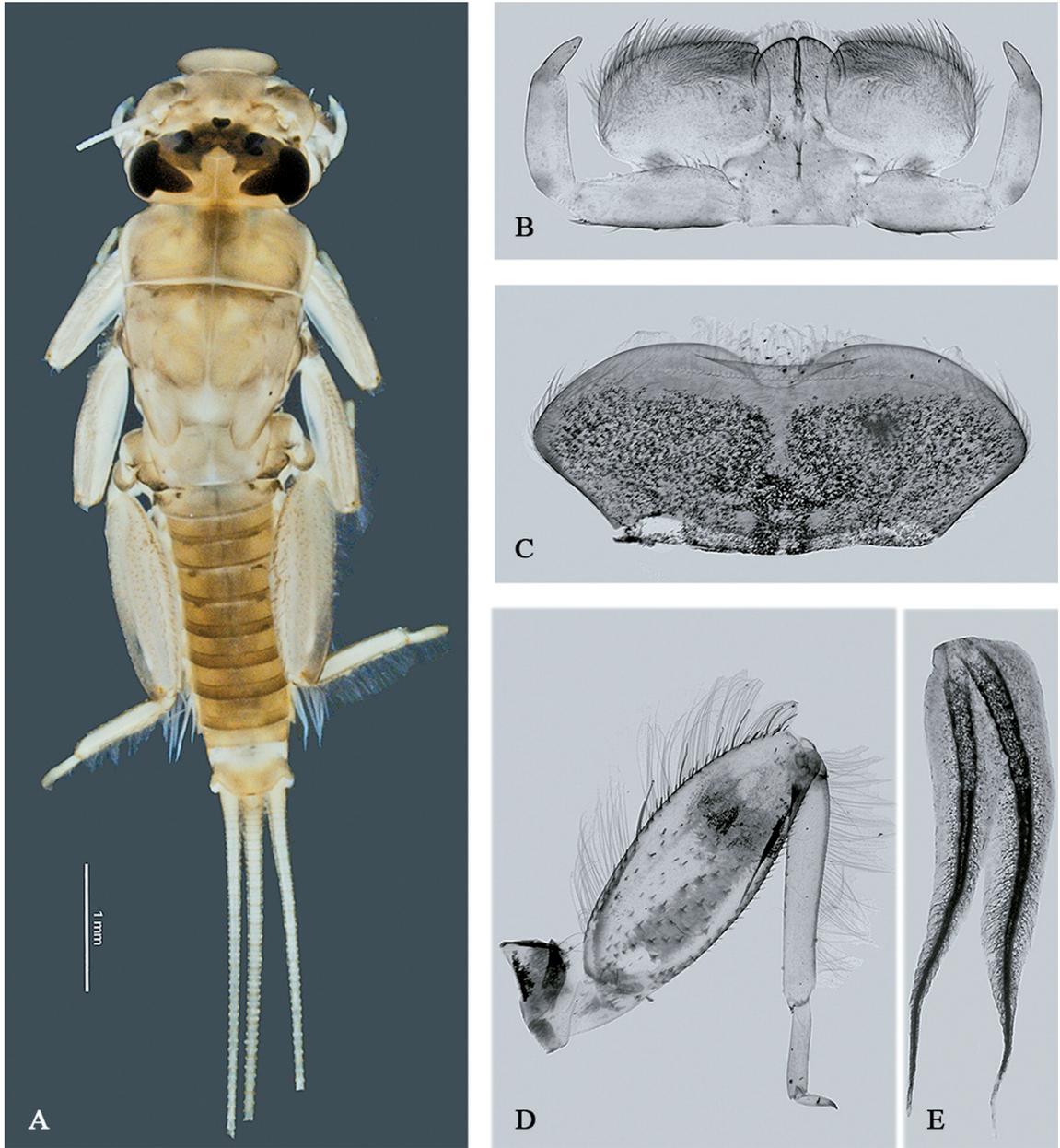
Farrodes Peters, 1971. A. Hábito dorsal. B. Labro. C. Labio. D. Uña tarsal. E. Branquia.

APÉNDICE 25



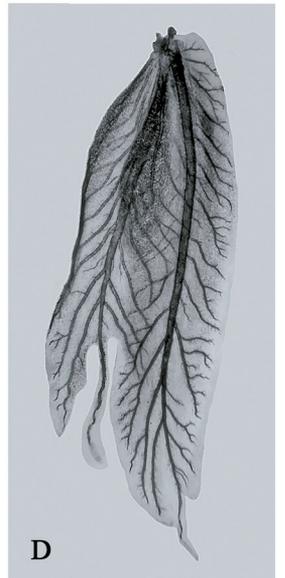
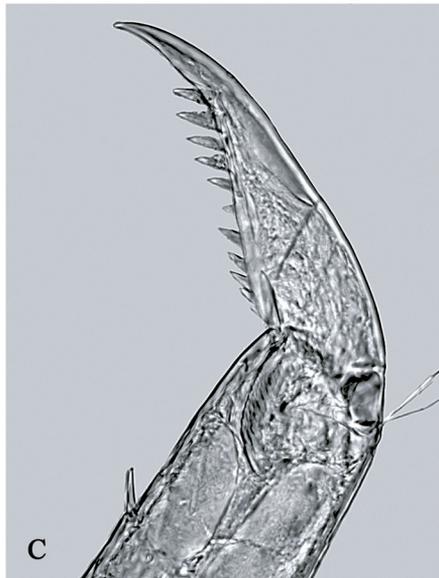
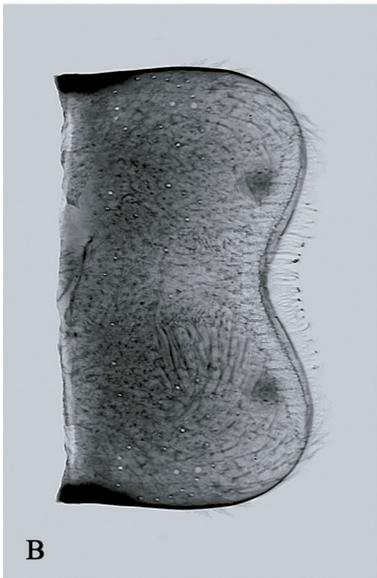
Terpides Demoulin, 1966. A. Hábito dorsal. B. Uña tarsal. C. Labro. D. Branquia.

APÉNDICE 26



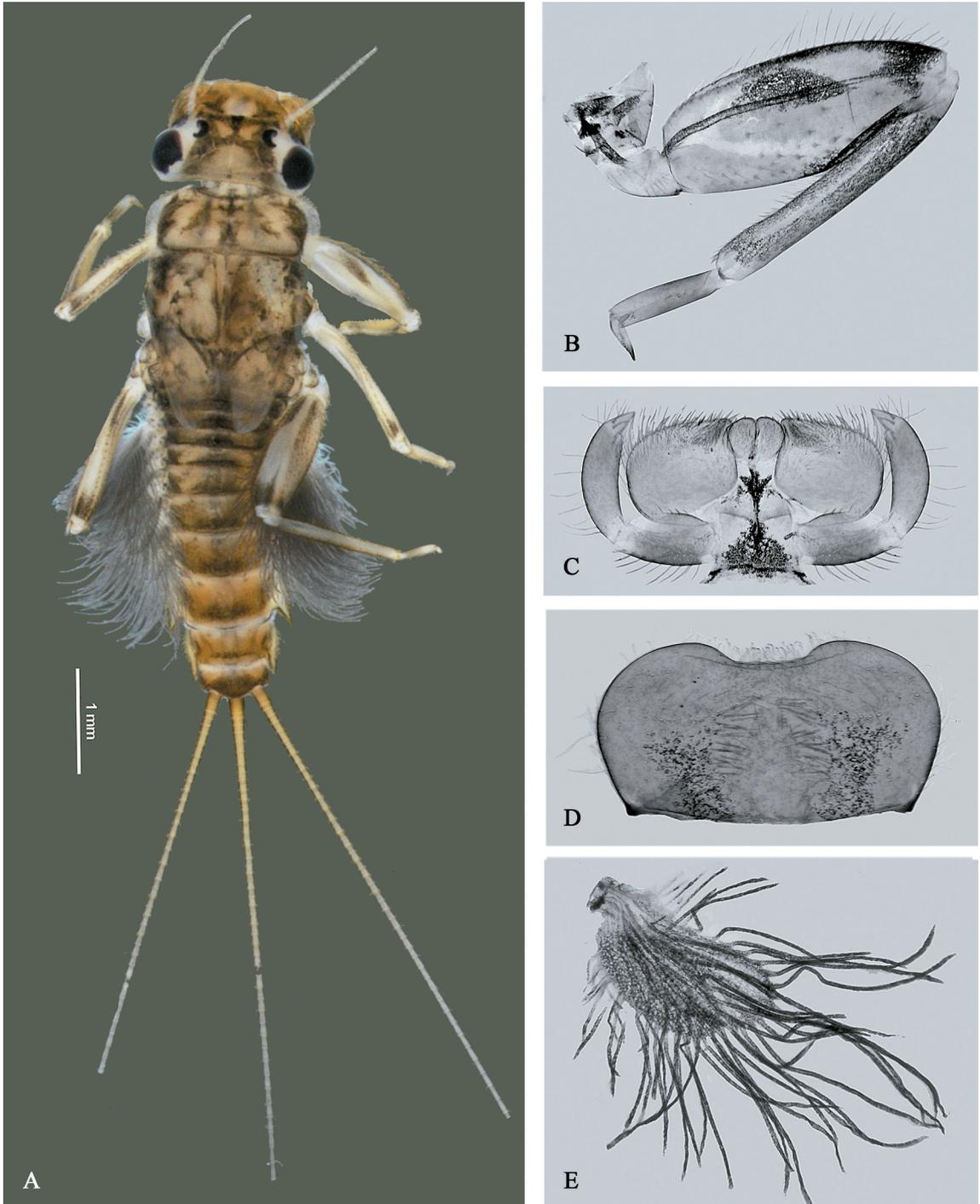
Thraulodes Ulmer, 1920. A. Hábito dorsal. B. Labio. C. Labro. D. Pata. E. Branquia.

APÉNDICE 27



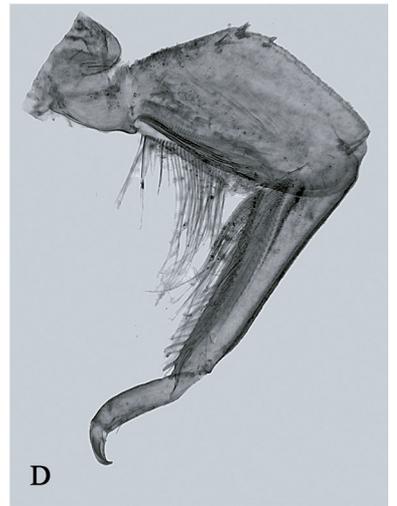
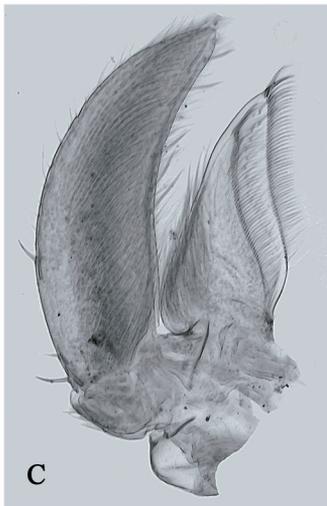
Tikuna Savage, Flowers & Porras, 2005. **A.** Hábito dorsal. **B.** Labro. **C.** Uña tarsal. **D.** Branquia.

APÉNDICE 28



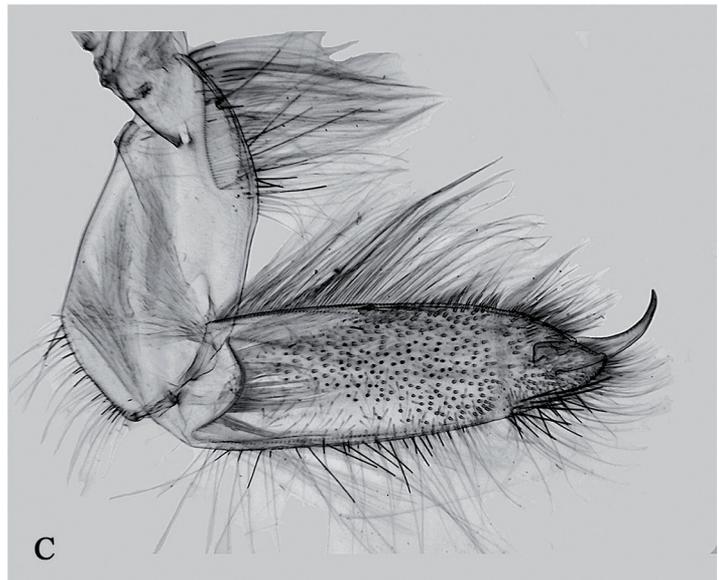
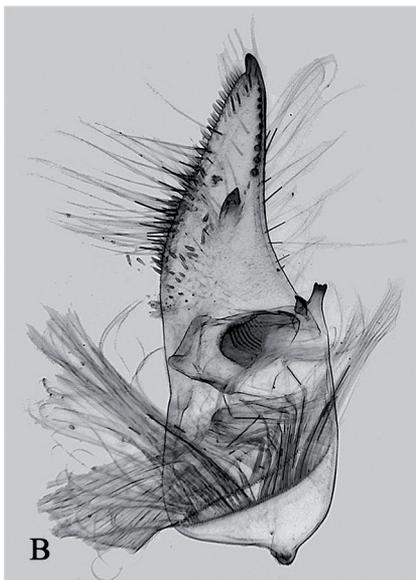
Ulmeritoides Traver, 1959. A. Hábito dorsal. B. Pata. C. Labio. D. Labro. E. Branquia.

APÉNDICE 29



Lachlania Hagen, 1868. A. Hábito dorsal. B. Detalle de las branquias abdominales. C. Labio. D. Pata anterior.

APÉNDICE 30



Campsurus Eaton, 1868. A. Hábito lateral y dorsal (especímenes diferentes, la flecha indica la posición de las branquias del segmento abdominal I). B. Mandíbula. C. Pata anterior.