

Primer registro para Venezuela de *Asthenopus angelae* De Souza y Molineri, 2012 (Ephemeroptera: Polymitarcyidae) y características de su hábitat

José Vicente Montoya¹, Belkys Yubiry Pérez García², María Daniela Mendoza Benavides¹

¹Centro de Ecología, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC). Apartado Postal 21827, Caracas 1020-A.

²Departamento de Biología, FACyT, Universidad de Carabobo. E-mail: belperezster@gmail.com.

Resumen

MONTROYA JV, PÉREZ BY, MENDOZA MD. 2013. Primer registro para Venezuela de *Asthenopus angelae* De Souza y Molineri, 2012 (Ephemeroptera: Polymitarcyidae) y características de su hábitat. ENTOMOTROPICA 28(1): 51-60.

Se registra por primera vez la presencia de *Asthenopus angelae* en Venezuela y se extiende su distribución a la cuenca del río Orinoco. Se describe el tipo de hábitat donde los ejemplares fueron colectados y las características limnológicas de la localidad de muestreo (Laguna Larga, río Cinaruco, estado Apure). Se ilustra la morfología de las ninfas y de un subimago macho.

Palabras clave adicionales: Apure, efímeras, ninfas, río Cinaruco, subimago.

Abstract

MONTROYA JV, PÉREZ BY, MENDOZA MD. 2013. First report of *Asthenopus angelae* De Souza y Molineri, 2012 (Ephemeroptera: Polymitarcyidae) from Venezuela and habitat characteristics. ENTOMOTROPICA 28(1): 51-60.

Asthenopus angelae is reported for the first time from Venezuela, extending its distribution to the Orinoco River basin. Habitat type and limnological characteristics of the sampling locality (Laguna Larga, Cinaruco river, Apure state) are described. The morphology of the nymphs and a male subimago are illustrated.

Additional key words: Apure, Cinaruco river, mayflies, nymphs, subimago.

Introducción

El género *Asthenopus* fue originalmente descrito por Eaton (1871) y actualmente comprende cinco especies: *Asthenopus gilliesi* Domínguez, 1988; registrada en Uruguay; *Asthenopus picteti* (Hubbard 1975) registrada en Brasil, Guyana y Uruguay; *Asthenopus curtus* (Hagen 1861) con una mayor distribución que incluye a Argentina, Brasil, Ecuador, Guyana, Paraguay, Surinam y Venezuela. Por último, recientemente se describieron las especies *Asthenopus crenulatus* Molineri, Cruz & Emmerich, 2011; registrada

en Brasil y Colombia y *Asthenopus angelae* De Souza y Molineri, 2012; registrada en Argentina, Bolivia, Brasil y Colombia.

En Venezuela existe un único registro formal del género el cual corresponde a la especie *A. curtus*, colectada en el río Casiquiare del estado Amazonas (Spieth 1943). Con este nuevo registro se expande formalmente el rango de distribución del género hacia el norte del país, en el estado Apure y se registra por primera vez la especie *A. angelae* para la cuenca del río Orinoco,

la cual es morfológicamente muy similar a *A. curtus*, no logrando diferenciarse a nivel de imagos hembras y ninfas (De Souza y Molineri 2012). En este trabajo también se describen las características limnológicas de Laguna Larga, una laguna de inundación del río Cinaruco, donde los ejemplares fueron colectados y se ilustra la morfología externa de las ninfas, y de las alas y genitales de un subimago macho.

Materiales y Métodos

Sitio de Muestreo

Las ninfas de *Asthenopus* fueron colectadas entre el 6 y el 12 de abril de 2010 en Laguna Larga (6° 33' 18" N, 67° 25' 15" O), una laguna de inundación del río Cinaruco en el estado Apure, Venezuela. Esta laguna de inundación está conectada permanentemente al canal principal del río Cinaruco y experimenta grandes variaciones de nivel del agua (> 7 m) entre los períodos seco (noviembre a abril) y lluvioso (mayo a octubre). Montoya et al. (2006) y Roelke et al. (2006) proveen una descripción detallada de la estacionalidad limnológica y metabólica del río Cinaruco y Laguna Larga durante un ciclo hidrológico.

Caracterización fisicoquímica del agua en Laguna Larga

Se registraron valores fisicoquímicos del agua *in situ*: transparencia del agua (disco de Secchi), pH (medidor de pH portátil Oakton 30), temperatura, oxígeno disuelto y conductividad (Sonda multiparamétrica YSI 85). Se tomaron muestras de agua en la zona litoral de Laguna Larga durante los días de muestreo. Las muestras de agua fueron refrigeradas y llevadas al laboratorio para su análisis. Se realizaron determinaciones (previo filtrado a través de filtros de fibra de vidrio Whatman GF/F) de nitratos, nitrógeno total, fósforo soluble reactivo, fósforo total y sólidos suspendidos totales siguiendo métodos estándar (APHA 2005). La determinación de clorofila-*a* en agua y en

sedimentos se realizó espectrofotométricamente después de extracción con etanol caliente (Nusch 1980). Durante la semana de muestreo se realizaron mediciones del nivel del agua diariamente y esta variable se registró como la variación del nivel de agua por día (cm.d⁻¹).

Recolección de ninfas de *Asthenopus*

Los ejemplares de *A. angelae* fueron colectados en la zona litoral de Laguna Larga, en orillas con pendientes suaves. Se extrajeron troncos sumergidos que presentaran los agujeros y túneles característicos de la actividad minadora del género *Asthenopus*. Los muestreos se realizaron durante horas de la mañana y de la tarde. Las ninfas de *A. angelae*, al igual que las de *A. curtus*, minan los troncos de madera sumergidos creando un sistema de túneles. Una vez que los troncos se sacaban del agua, las ninfas comenzaban a abandonar los túneles de la madera y eran colectadas manualmente con ayuda de pinzas. Inmediatamente las ninfas fueron colocadas en recipientes con agua del río para evitar su desecación. Los troncos sumergidos son de madera particularmente dura, y en su mayoría, pertenecientes a árboles del género *Campsiandra* (Caesalpinaceae).

Resultados y Discusión

Hábitat

Las variables limnológicas de Laguna Larga durante el período de muestreo (Cuadro 1) presentaron valores típicos para la temporada de aguas bajas – inicio de ascenso de aguas (Montoya et al. 2006, Roelke et al. 2006), obteniéndose variaciones positivas para el nivel del agua. Los valores encontrados para las variables estudiadas se corresponden bien con sistemas inundables neotropicales de aguas claras a moderadamente negras y oligotróficos. Esta laguna, a pesar de tener varios campamentos de pesca deportiva en sus márgenes, se encuentra poco impactada.

Al comparar las características limnológicas de Laguna Larga con las de otros sistemas

Cuadro 1. Media \pm desviación estándar (n=3) de variables limnológicas de Laguna Larga durante el período de muestreo de ninfas de *Asthenopus angelae* (6 al 12-04-2010).

Variable	Media \pm DS (a)
Temperatura del agua (°C)	30,2 \pm 0,44
Transparencia del agua (cm)	57 \pm 7
pH	6,65 \pm 0,31
Conductividad Específica (μ S cm ⁻¹)	8,8 \pm 0,1
Sólidos Suspendedos Totales (mg L ⁻¹)	16,3 \pm 1,8
Oxígeno Disuelto (mg L ⁻¹)	7,36 \pm 0,09
Saturación de Oxígeno (%)	96,3 \pm 1,7
Nitratos (mg NO ₃ -N L ⁻¹)	< 0,05 (b)
Nitrógeno Total (mg N L ⁻¹)	0,298 \pm 0,061
Fósforo Soluble Reactivo (μ g PO ₄ -P L ⁻¹)	< 5 (b)
Fósforo Total (μ g P L ⁻¹)	39,8 \pm 4,2
Clorofila-a en agua (μ g.L ⁻¹)	6,67 \pm 0,75
Clorofila-a en sedimento (mg.m ⁻²)	21,9 \pm 8,03
Variación del nivel de agua (cm d ⁻¹)	4,9 \pm 0,2

(a) Desviación estándar; (b) Límite de detección del método

acuáticos donde se ha indicado la presencia de *Asthenopus*, especialmente *A. curtus*, en Sur América (Cuadro 2) tenemos que éstas pueden habitar tanto en sistemas subtropicales (hasta 29° 00' S en los Esteros del Iberá en Argentina) como tropicales. Se encuentra en lagunas inundables con estacionalidad hidrológica marcada (sistemas inundables del Paraná, Paraguay, Napo y Cinaruco). También han sido encontradas en embalses de aguas negras donde la hidrología es controlada (Curuá Unã, Brasil) (Gunkel et al. 2002) y en humedales de poca profundidad alimentados por agua de lluvia (Esteros del Iberá) (Poi de Neiff 2003a). Todos estos sistemas son de tierras bajas y asociados a cuencas de grandes ríos (cuencas del Paraná, Amazonas y Orinoco). La mayoría son sistemas que mantienen temperaturas elevadas durante el año (a excepción de las localidades ubicadas en el norte de Argentina), con aguas ligeramente ácidas a neutras (aunque la Laguna Limoncocha en Ecuador presenta aguas alcalinas, pH \sim 9) y conductividad tan baja como la de Laguna Larga (< 9 μ S cm⁻¹) hasta valores moderados

de casi 200 μ S cm⁻¹ en lagunas inundables del margen derecho del río Paraná aguas abajo de la confluencia con el río Paraguay. Por último, las ninfas han sido encontradas tanto en sistemas ricos en nutrientes (Laguna Limoncocha) (Colinvaux et al. 1985) como oligotróficos (Laguna Larga, Curuá Unã, Esteros del Iberá) (Montoya et al. 2006, Gunkel et al. 2002, Poi de Neiff 2003a).

Las características limnológicas tan disimiles entre los cuerpos de agua donde han sido reportadas las ninfas de *Asthenopus* no permite categorizar un tipo de hábitat único para este género, presentándose por el contrario una gran heterogeneidad de características fisicoquímicas donde las ninfas pueden existir (ver Cuadro 2). Esto es también el caso para el sustrato utilizado por las ninfas de *Asthenopus* para construir sus galerías de túneles. En Laguna Larga y la Laguna Limoncocha, así como en el Embalse Curuá Unã las ninfas fueron encontradas minando madera (Cuadro 2). En los dos primeros casos los troncos estaban sumergidos y en el

Cuadro 2. Localidades, tipo de hábitat y características limnológicas donde se han colectado ninfas de *Asthenopus curtus* (1-5) y *A. angelae* (3,6).

Localidad	Tipo de hábitat	Características limnológicas
1. Esteros y lagunas del Iberá (Argentina). Lat: 27° 30' S a 29° 00' S	Rizomas de vegetación arraigada emergente de los esterros: <i>Typha</i> spp. (Typhaceae) y en plantas arraigadas de hojas flotantes de la zona litoral de lagunas permanentes: <i>Eichhornia azurea</i> (Pontederiaceae)	Mosaico de pantanos, esterros y lagunas interconectadas por canales y arroyos de poca corriente. Muestreos en primavera y verano austral. Esterros y lagunas de escasa profundidad, fluctuaciones del nivel del agua dependen del clima local (lluvias) con variaciones estacionales del nivel del agua de ~ 0,4 m. Aguas relativamente transparentes, muy bajo contenido de nutrientes, conductividad entre 12 y 57 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ y pH ligeramente ácido (6,3 a 6,7). (Poi de Neiff 2003a, Neiff et al. 2011b).
2. Lagunas de la planicie inundable del río Paraná (Argentina). Lat: 27° 29' 44" S	Plantas acuáticas flotantes: <i>Eichhornia azurea</i> (Pontederiaceae) y <i>Paspalum repens</i> (Poaceae)	Lagunas de inundación con estacionalidad hidrológica anual. Muestreos en aguas bajas. Lagunas de aguas blancas (margen derecho del río Paraná aguas abajo del río Paraguay), temperatura entre 23 y 28,6 °C, conductividad entre 90 y 197 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ y pH de ligeramente ácido a neutro (6,4 a 7,2). (Poi de Neiff y Neiff 2006).
3. Río Paraguay (Brasil, Paraguay, Argentina). Lat: 16° 04' 57" S a 26° 51' 37" S	Planta acuática arraigada de hojas flotantes: <i>Eichhornia azurea</i> (Pontederiaceae)	Sistema fluvial de inundación. Estacionalidad hidrológica anual. Muestreos en aguas bajas y aguas altas. Río de aguas claras arriba de la confluencia con el río Bermejo, luego aguas blancas, temperatura entre 20,1 y 31 °C, conductividad entre 22,5 a 160 $\mu\text{S.cm}^{-1}$, aguas ácidas a alcalinas (pH 5,7 a 7,8). (Poi de Neiff 2003b, De Souza y Molineri 2012).
4. Embalse Curuá-Unã, río Curuá-Unã. Cuenca del río Xingú (Brasil). Lat: 2° 53' 34" S	Troncos flotantes en posición horizontal en la superficie del agua.	Embalse de aguas negras con hidrología controlada por manejo de la represa de Curuá-Unã. Embalse de aguas negras, oligotrófico (concentraciones bajas de nutrientes), conductividad baja (~ 17 $\mu\text{S.cm}^{-1}$), temperatura alta (~31 °C) y pH ácido (~ 5,6). Estratificación térmica pronunciada con anoxia en el hipolimnion. Gunkel et al. 2002.
5. Laguna Limoncocha, cuenca río Napo (Ecuador). Lat: 0° 24' S	Planta acuática flotante <i>Eichhornia crassipes</i> (Pontederiaceae) y madera sumergida.	Laguna de inundación. Estacionalidad hidrológica monomodal anual. Laguna de aguas blancas, rica en nutrientes, temperatura alta (~28 °C), conductividad ~118 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ y pH alcalino (9,0). (Domínguez 1988, Colinvaux et al. 1985b).
6. Laguna Larga, río Cinaruco. Cuenca del Orinoco (Venezuela). Lat: 6° 33' 18" N	Troncos sumergidos de <i>Campsiandra</i> sp. (Caesalpinaceae)	Laguna de inundación con estacionalidad hidrológica monomodal anual. Muestreo en aguas bajas. Sistema de aguas claras a moderadamente negras, oligotrófico, temperatura alta (~30 °C), conductividad muy baja (< 9 $\mu\text{S.cm}^{-1}$) y pH ligeramente ácido (~6,6). (En estudio).

^(a) Desviación estándar, ^(b) Límite de detección del método, ^(c) Lista de localidades no pretende ser exhaustiva. ^(d) Sólo datos limnológicos de la localidad.

último, sólo se encontraron en madera flotante. Por otro lado, en todos los demás estudios mostrados en el Cuadro 2, las ninfas fueron encontradas minando tejidos menos duros de plantas acuáticas y semiacuáticas. Las plantas del género *Eichhornia* (Pontederiaceae) y los rizomas de las plantas arraigadas emergentes de los esteros *Typha* spp. (Typhaceae) son sustratos importantes (Domínguez 1988; Poi de Neiff 2003a,b; Poi de Neiff 2006).

Las ninfas de *A. curtus* pueden ser consideradas en algunos casos como una fracción significativa de la biomasa de macroinvertebrados en algunos sistemas acuáticos (Poi de Neiff 2003a). Aunque no se cuenta con datos cuantitativos, las ninfas de *Asthenopus angelae* pueden considerarse, junto con camarones de agua dulce, como los macroinvertebrados acuáticos más conspicuos y de mayor tamaño en Laguna Larga (Obs. personal). Es importante mencionar que estas ninfas son consideradas como fragmentadores de madera y no como consumidores de madera (Gunkel et al. 2002). Su papel ecológico es muy importante ya que aceleran el proceso de descomposición de la madera sumergida al aumentar la superficie de contacto y el acceso de bacterias y hongos al interior de los troncos mediante la actividad minadora formadora del sistema de galerías y túneles. Las ninfas de *A. angelae* pueden tener un papel similar a las ninfas de *A. curtus* y estas últimas son consideradas como colectoras filtradoras que se alimentan de fitoplancton, bacterias y material particulado fino en suspensión que logran atrapar, gracias al sistema de cerdas que poseen en las mandíbulas y la cabeza; en las primeras éstas se encuentran bien desarrolladas como una hilera de gruesas y largas cerdas en la región posterior-ventral por detrás de los incisivos, y en la segunda en posición apical como una hilera dorsal de delgadas cerdas (Sattler 1967).

Las ninfas de *Asthenopus* recolectadas en Laguna Larga fueron encontradas en troncos sumergidos de madera muy dura (mayoritariamente árboles

del género *Campsiandra*) y en la zona litoral de la laguna (profundidad hasta 0,5 m). Aun cuando se logró identificar a la especie *A. angelae*, no se descarta la presencia de *A. curtus*. La madera de los árboles del género *Campsiandra*, los cuales son los dominantes en las orillas de las lagunas de inundación del río Cinaruco, es particularmente dura y de descomposición muy lenta (comm. pers. Nelda Dezzeo, IVIC) con valores altos de densidad (0,8-1,0 g.cm⁻³) (Chave et al. 2009, Zanne et al. 2009). Cabe destacar que algunos troncos, a pesar de evidenciar una alta actividad minadora del género, mantenían su alta dureza y eran especialmente difíciles de cortar incluso con hachas y sierras. Los túneles presentaban un recubrimiento de seda en el interior de las galerías. La presencia de este recubrimiento de los túneles, el cual está hecho con secreciones de las ninfas que cementan material vegetal y madera desmenuzada, ha sido indicado anteriormente (Sattler 1967, Poi de Neiff 2003a). Las ninfas son particularmente sensibles a la falta de oxígeno por lo cual en el Embalse de Curuá Unã en Brasil, éstas sólo se encuentran en madera flotante en la superficie del agua. Las condiciones anóxicas del fondo del embalse no permiten la supervivencia de estos organismos (Gunkel et al. 2002). En nuestro caso, condiciones anóxicas o hipóxicas no han sido registradas en la zona litoral de Laguna Larga. Sin embargo, cuando se mantuvieron las ninfas recolectadas en recipientes para obtener los imagos, muchas de éstas murieron, posiblemente debido a la disminución de la concentración de oxígeno disuelto del agua.

Estas ninfas deben tener una alta resiliencia a los cambios del nivel del agua. En las orillas de Laguna Larga se observaron varios troncos secos fuera del agua que presentaban los túneles y agujeros de las ninfas de *A. angelae*, evidenciando así la variabilidad estacional en el nivel del agua. A medida que una laguna se va secando durante el período de bajas precipitaciones, el borde de transición acuático-terrestre se va desplazando



Figura 1. Ninfas de *Asthenopus angelae* del río Cinaruco, estado Apure. Hábito.

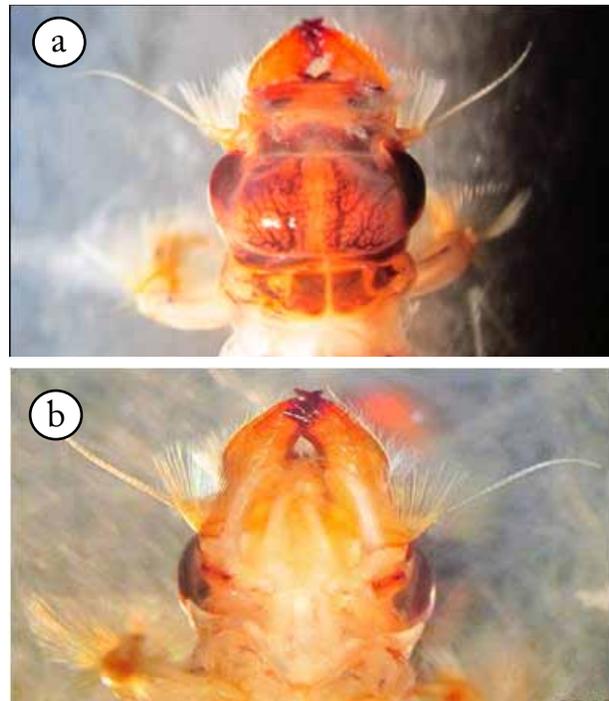


Figura 2. Ninfas de *Asthenopus angelae* del río Cinaruco, estado Apure. Cabeza, a: dorsal; b: ventral.

y deja al descubierto troncos que antes estaban sumergidos. Estos cambios en el nivel del agua pueden ser tan drásticos como de 50 cm al día durante los períodos de transición hidrológica. Cuando un tronco minado por *A. angelae* se saca del agua, las ninfas salen de él, se desplazan hacia el agua y al llegar a ella nadan y se dirigen al fondo. Poi de Neiff (2003a) menciona que en el caso de *A. curtus*, debido al desplazamiento de las ninfas durante las noches, fuera de las galerías, se les puede encontrar en el contenido estomacal de peces. En Laguna Larga las ninfas de *Asthenopus* han sido encontradas en el contenido estomacal de gran número de especies de peces, constituyendo un ítem alimentario muy importante (Carmen Montaña, Texas A&M University, Comm. Pers.), logrando transferir energía desde fuentes basales como el fitoplancton hasta peces invertívoros.

Asthenopus angelae

Material examinado: 20 ninfas y 1♂ subimago. VENEZUELA. Apure. Río Cinaruco, Laguna Larga. Coordenadas. 6° 33' 18" N, 67° 25' 15" W. Altitud: 26 m. Fecha: 6 al 10 - IV - 2010. Colectores: José V. Montoya y María D. Mendoza. Depositados en el Museo de Zoología de la Universidad de Carabobo, Carabobo, Venezuela.

La Figura 1 muestra ninfas de *A. angelae* y la Figura 2 muestra detalles de la cabeza en posición dorsal (a) y ventral (b). Se esquematizaron las piezas bucales y branquias (Figura 3) observándose que tanto la cabeza como las piezas bucales (labro, mandíbulas, maxilas, labio e hipofaringe) evidencian el desarrollo de un gran número de cerdas, las cuales se asocian al hábito alimentario ya descrito para el género. El labro muestra numerosas cerdas en la región anteroventral (Figura 3a); las mandíbulas evidencian el arreglo de una hilera de cerdas

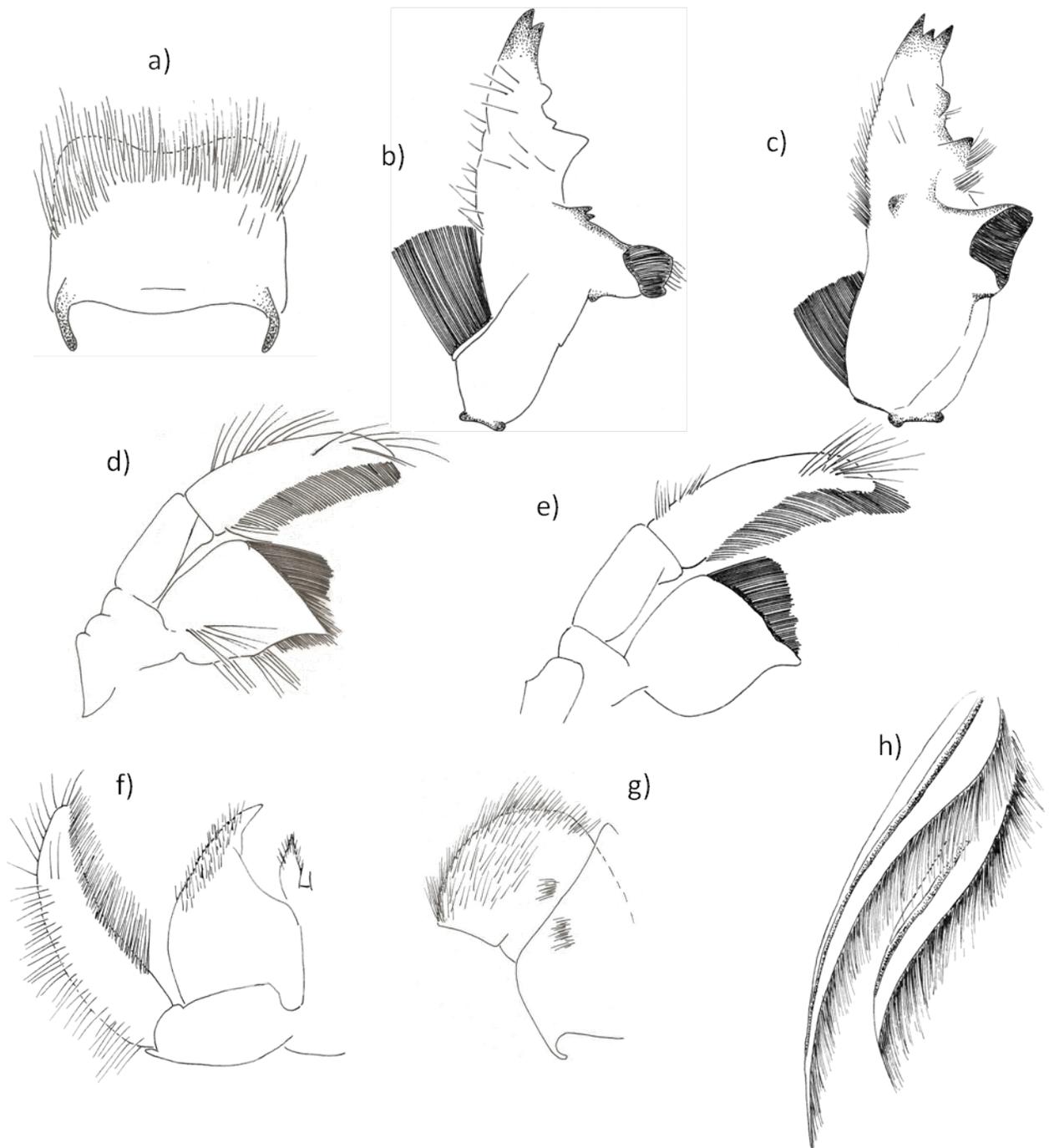


Figura 3. *Asthenopus angelae*. Piezas bucales. a: labro vista ventral, b: mandíbula derecha, c: mandíbula izquierda, d: maxila derecha, e: maxila izquierda, f: labio mitad izquierda, g: hipofaringe mitad izquierda y h: branquias del primer segmento abdominal.

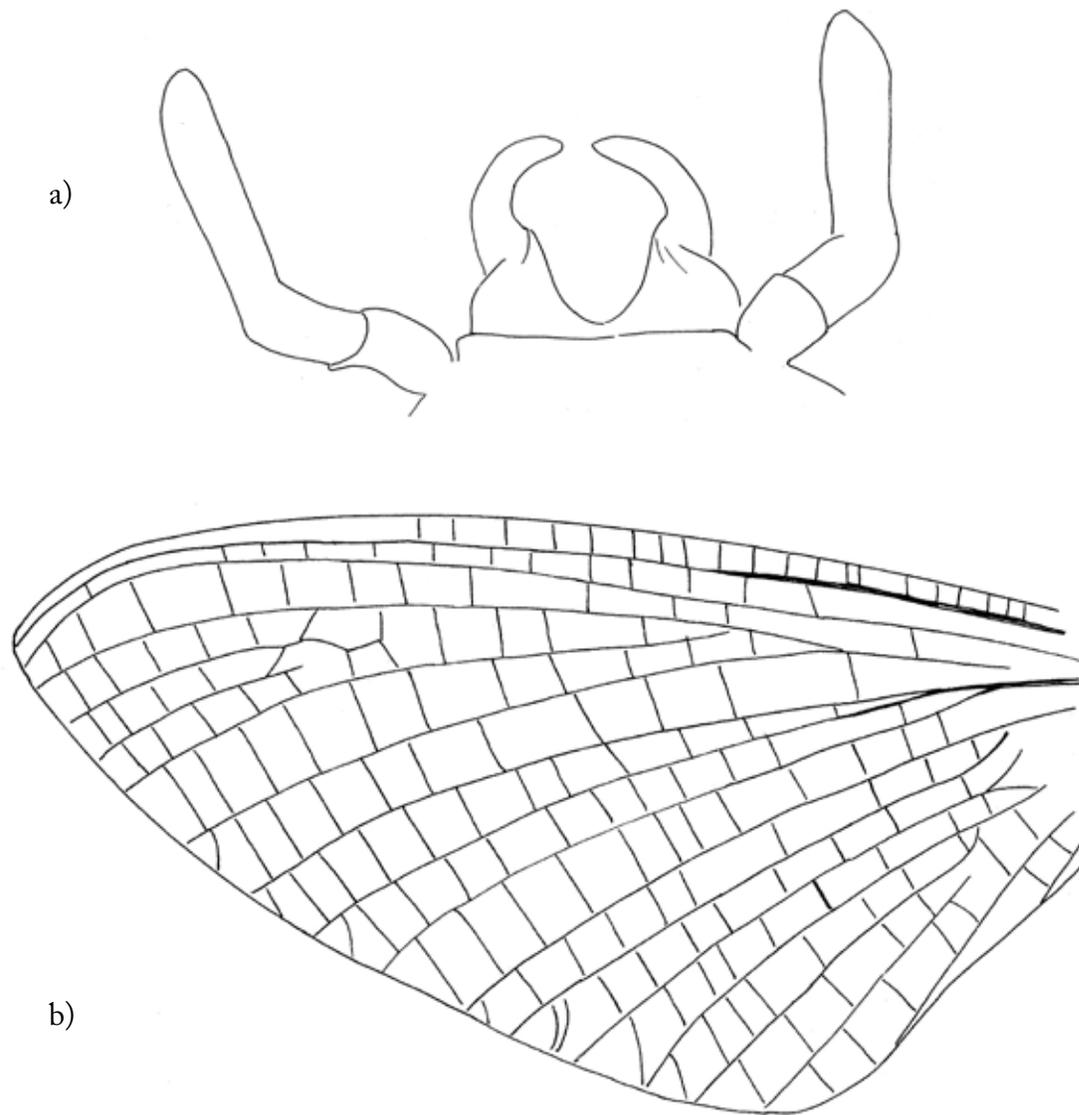


Figura 4. *Asthenopus angelae*. Subimago macho: a) genitalia, b) ala anterior.

largas y robustas posicionadas en forma de U en el extremo basal de las mandíbulas y cercana a los puntos de articulación, mientras que los incisivos se alargan formando el característico colmillo mandibular que es relativamente más largo en esta especie (Figura 3b y 3c) al compararlo con las ilustraciones de *A. curtus* en Demoulin (1966) y Domínguez et al. (2006); las maxilas

evidencian la fusión de la galea y la lacinia en una estructura única bordeada de largas y delgadas cerdas, el palpo labial se divide en dos segmentos, siendo el último el que presenta una abundante cantidad de cerdas también largas y delgadas (Figura 3d y 3e); el labio presenta paraglosas grandes y robustas cubiertas de cortas cerdas y glosas apicales y pequeñas igualmente cubiertas

de cortas cerdas, de los dos segmentos del palpo labial, solo el apical muestra cerdas largas y delgadas que lo cubren lateral y distalmente; por último la hipofaringe cuyos lóbulos laterales están cubiertos por cerdas relativamente largas. Los esquemas muestran similitudes con las fotografías y las descripción originales de *A. angelae* (De Souza y Molineri 2012).

Para el único subimago macho colectado, se esquematizó el pene (Figura 4a) y el ala anterior (Figura 4b) los cuales, a pesar de faltar una segunda muda, también evidencian los caracteres morfológicos diagnósticos descritos por De Souza y Molineri (2012) para la especie *A. angelae*.

Agradecimientos

Al Dr. Carlos Molineri del Instituto Miguel Lillo de la Universidad Nacional de Tucumán, Argentina, por la revisión de los esquemas y fotografías, lo cual permitió la confirmación de la especie.

Referencias

APHA. 2005. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association, 21st Edition. Washington, D.C.: 1268 pp.

CHAVE J, COOMES D, JANSEN S, LEWIS SL, SWENSON NG, ZANNE AE. 2009. Towards a worldwide wood economics spectrum. *Ecology Letters* 12: 351-366.

COLINVAUX PA, MILLER MC, LIU K-B., STEINITZ-KANNAN, M, FROST I. 1985. Discovery of permanent Amazon lakes and hydraulic disturbance in the upper Amazon Basin. *Nature* 313: 42-45.

DEMOULIN G. 1966. Contribution a l'etude des Ephemeropteras du Surinam. *Bulletin Institut Royal des Science Natural de Belgique* 42(37): 1-21.

DE-SOUZA MR, MOLINERI C. 2012. The adults and nymphs of *Asthenopus angelae* new species (Ephemeroptera: Polymitarcyidae) from Argentina, Bolivia, Brazil and Colombia. *Zootaxa* 3399: 45-52.

DOMÍNGUEZ E. 1988. *Asthenopus gilliesi* sp. n. y su importancia en la taxonomía de la subfamilia Asthenopodinae (Ephemeroptera: Polymitarcyidae). *Anales del Museo de Historia Natural del Valparaíso* 19: 21-26.

DOMÍNGUEZ E, MOLINERI C, PESCADOR ML, HUBBARD MD, NIETO C. 2006. *Ephemeroptera of South America*. En: Adis J, Arias JR, Rueda-Delgado G, Wantzen KM. (editores). Aquatic Biodiversity of Latin America (ABLA Series) Vol 2. Pensoft, Sofia-Moscow. 644 pp.

EATON AE. 1871. A monograph on the Ephemeroptera. *Transactions of the Entomological Society of London* 1871: 1-164, pl. 1-6.

GUNKEL G, LANGE U, WALDE D, ROSA JWC. 2002. *Environmental Impact of an Amazon Reservoir, Curuá-Una /Pará: Limnological Aspects*. En: Lieberei, R., Bianchi, H-K., Boehm, V., Reisdorff, C., (eds.), Neotropical Ecosystems, Proceedings of the German-Brazilian Workshop, Hamburg 2000. GKSS-Geesthacht p.511-516

HAGEN HA. 1861. Synopsis of the Neuroptera of North America. With a list of the South American species. Smithsonian Miscellaneous Collections, Washington. pp 1-347.

HUBBARD MD. 1975. The genus *Asthenopodes* Ulmer and its type species (Ephemeroptera: Polymitarcyidae). *Florida Entomologist* 58: 111-112.

MOLINERI C, VILELA-CRUZ P, EMMERICH D. 2011. A new species of *Asthenopus* (Ephemeroptera: Polymitarcyidae: Asthenopodinae) from Brazil and Colombia. *Zootaxa* 2750: 33-38

MONTOYA JV, ROELKE DL, WINEMILLER KO, COTNER JB, SNIDER JA. 2006. Hydrological seasonality and benthic algal biomass in a Neotropical floodplain river. *Journal of the North American Benthological Society* 25: 157-170.

NEIFF JJ, CASCO SL, CÓZAR A, POI DE NEIFF ASG, UBEDA B. 2011. Vegetation diversity in a large Neotropical wetland during two different climatic scenarios. *Biodiversity and Conservation* 20: 2007-2025.

NUSCH EA. 1980. Comparison of different methods for chlorophyll and phaeopigment determination. *Archiv für Hydrobiologie-Beiheft Ergebnisse der Limnologie* 14: 14-36.

- POI DE NEIFF A. 2003a. *Invertebrados de la vegetación del Iberá*. 171-191 pp. En: A. Poi de Neiff (Eds.), *Limnología del Iberá. Aspectos físicos, químicos y biológicos de sus aguas*. Editorial Universitaria de la Universidad Nacional del Nordeste (Eudene), Corrientes, Argentina.
- POI DE NEIFF A. 2003b. Macroinvertebrates living on *Eichhornia azurea* Kunth. in the Paraguay river. *Acta Limnologica Brasiliensia* 15: 55-63.
- POI DE NEIFF A, NEIFF JJ. 2006. Riqueza de especies y similaridad de los invertebrados que viven en plantas flotantes de la planicie de inundación del río Paraná (Argentina). *Interciencia* 31: 220-225.
- ROELKE DL, COTNER JB, MONTOYA JV, DEL CASTILLO CE, DAVIS SE, SNIDER JA, GABLE GM, WINEMILLER KO. 2006. Optically determined sources of allochthonous organic matter and metabolic characterizations in a tropical oligotrophic river and associated lagoon. *Journal of the North American Benthological Society* 25: 185-197.
- SATTLER W. 1967. Über die Lebensweise, insbesondere das bauverhalten, neotropischer Eintagsfliegen-Larven (Ephemeroptera, Polymitarcidae). *Beiträge zur Neotropischen Fauna* 5: 89-110.
- SPIETH HT. 1943. Taxonomic studies on the Ephemeroptera. III. Some interesting Ephemerids from Surinam and other Neotropical localities. *American Museum Novitates* 1244: 1-13.
- ZANNE AE, LOPEZ-GONZALEZ G, COOMES DA, ILIC J, JANSEN S, LEWIS SL, MILLER RB, SWENSON NG, WIEMANN MC, CHAVE J. 2009. Data from: Towards a worldwide wood economics spectrum. Dryad Digital Repository. doi:10.5061/dryad.234.