

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

ESCUELA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

**Diversidad del género *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae) en tres pisos
altitudinales en la Provincia de Napo, Ecuador**

Disertación previa a la obtención del título de Licenciada en Ciencias Biológicas

EMILY LISBETH RAMOS GUILLIN

Quito, 2015

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
ESCUELA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Certifico que la disertación de Licenciatura en Ciencias Biológicas de la candidata Emily Lisbeth Ramos Guillín ha sido concluida de conformidad con las normas establecidas; por lo tanto, puede ser presentada para la calificación correspondiente.

Dra. Violeta Rafael

Directora de la Disertación

Quito, 13 de septiembre del 2015

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	8
ABSTRACT	9
INTRODUCCION	9
MATERIALES Y METODOS	12
Área de estudio	12
Fase de campo.....	12
Fase de laboratorio.....	13
Análisis estadístico	14
RESULTADOS Y DISCUSION	15
General.....	15
1 700.....	16
2 200.....	17
3 400.....	18
Diversidad.....	20
AGRADECIMIENTOS	21
DECLARACION DE DIVULGACION	21
BIBLIOGRAFIA	21
TABLAS.....	27
FIGURAS	32

ANEXO 1	35
Cinco especies nuevas del género <i>Drosophila</i> (Diptera, Drosophilidae) en la provincia de Napo, Ecuador.....	36
Three new species of <i>Drosophila tripunctata</i> group (Diptera: Drosophilidae) in the eastern Andes of Ecuador.....	65
Two new species of the groups <i>Drosophila flavopilosa</i> and <i>Drosophila morelia</i> (Diptera: Drosophilidae) in the eastern Andes of Ecuador.....	90

LISTA DE TABLAS

Tabla 1	Número de individuos del genero <i>Drosophila</i> por altitud y colectas.....	28
Tabla 2	Grupos de especies y especies del genero <i>Drosophila</i> en 1 700 msnm	29
Tabla 3	Grupos de especies y especies del genero <i>Drosophila</i> en 2 200 msnm	30
Tabla 4	Grupos de especies y especies del genero <i>Drosophila</i> en 3 400 msnm	31

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Índices de diversidad alfa en la altitud de 1 700 msnm	33
Figura 2	Índices de diversidad alfa en la altitud de 2 200 msnm	33
Figura 3	Índices de diversidad alfa en la altitud de 3 400 msnm	34
Figura 4	Número de especies recolectadas en cada altitud y números especies compartidas entre estas altitudes.....	34

2015

Emily Lisbeth Ramos Guillín
em.lis.ramos@hotmail.com

Violeta Lily Rafael Hidalgo
vrafael@puce.edu.ec

**[DIVERSIDAD DEL GÉNERO DROSOPHILA (DIPTERA, DROSOPHILIDAE) EN TRES
PISOS ALTITUDINALES EN LA PROVINCIA DE NAPO, ECUADOR]**

Laboratorio de Genética Evolutiva, Escuela de Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Apartado: 17-01-2184. Quito, Ecuador. Telf:2991712 ext. 1823

**Diversidad del género *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae) en tres pisos
altitudinales en la Provincia de Napo, Ecuador**

Emily Lisbeth Ramos Guillín¹ & Violeta Lily Rafael Hidalgo¹

¹ Laboratorio de Genética Evolutiva, Escuela de Ciencias Biológicas, Pontificia

Universidad Católica del Ecuador, Apartado: 17-01-2184, Quito, Ecuador.

(em.lis.ramos@hotmail.com; vrafael@puce.edu.ec)

Financiado por la Pontificia Universidad Católica del Ecuador con los proyectos No. J13054 y K13051.

RESUMEN:

El presente estudio se realizó en la provincia de Napo en los pisos altitudinales de 1 700, 2 200 y 3 400 metros; las dos primeras altitudes corresponden a bosques nublados y la tercera a bosque altoandino. Se utilizaron trampas preparadas con botellas de plástico recicladas que contenían cebo de plátano y levadura. Se capturaron 221 individuos pertenecientes a 29 especies del género *Drosophila*. Donde diez son especies nuevas, descritas en los manuscritos: “Cinco especies nuevas del género *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae) en la provincia de Napo, Ecuador”, “Three new species of *Drosophila tripunctata* group (Diptera: Drosophilidae) in the eastern Andes of Ecuador” y “Two new species of the groups *Drosophila flavopilosa* and *Drosophila morelia* (Diptera: Drosophilidae) in the eastern Andes of Ecuador”. Los índices de diversidad de Simpson y Shannon indican que en la altitud de 1 700 m la diversidad es media alta, mientras que en la altitud de 2 200 m muestra una diversidad alta y en la altitud de 3 400 m la diversidad es baja.

PALABRAS CLAVE: Ecuador, bosques nublados, bosque altoandino, grupos *D. tripunctata* y *D. flavopilosa*.

ABSTRACT:

This study was conducted in the Napo province at three different altitudes: 1 700, 2 200 and 3 400 m above sea level. The first two altitudes correspond to the cloud forest and the last altitude corresponds to the highland forest. Traps were made with plastic bottles, and banana with yeast was used as bait. We captured 221 individual corresponding to 29 species of the genus *Drosophila*. Ten species were new to science and are described in the following manuscripts: “Cinco especies nuevas del género *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae) en la provincia de Napo, Ecuador”, “Three new species of *Drosophila tripunctata* group (Diptera: Drosophilidae) in the eastern Andes of Ecuador” and “Two new species of the groups *Drosophila flavopilosa* and *Drosophila morelia* (Diptera: Drosophilidae) in the eastern Andes of Ecuador”. Simpson and Shannon diversity indices show that there is medium-high diversity at 1 700 m, high diversity at 2 200 m, and low diversity at 3 400 m.

KEYWORDS: Ecuador, cloud forests, *D. flavopilosa* group, *D. tripunctata* group, highland forest.

INTRODUCCIÓN:

Las especies de la familia Drosophilidae han sido descritas desde 1 787, cuando Fabricius caracterizó a *Musca funebris*, que más tarde fue colocada en un nuevo género y se convirtió en *Drosophila funebris*. Desde entonces, es la especie tipo de la familia [1]. En la actualidad, la familia Drosophilidae abarca 3 952 especies distribuidas en 73 géneros, con dos subfamilias: Steganinae y Drosophilinae; la subfamilia Drosophilinae

es la más diversa con 3 240 especies agrupadas en 44 géneros [1]. Dentro de la subfamilia Drosophilinae está el género *Drosophila* que es el más abundante y diverso con aproximadamente 2 000 especies [2].

La mayoría de los géneros de la familia Drosophilidae se encuentran en las regiones tropicales. En la región Neotropical, el género *Drosophila* está altamente diversificado, con numerosas especies aún por descubrirse [3]. Los estudios realizados sobre la biodiversidad de la flora y fauna han revelado que el Ecuador es uno de los países biológicamente más diversos del planeta [4]; debido a la presencia de accidentes geográficos, como la Cordillera de los Andes, los cuales generan una gran diversidad de ecosistemas y microclimas [5].

La familia Drosophilidae ha desarrollado adaptaciones para su sobrevivencia en los diferentes ecosistemas; donde las más notables del género *Drosophila* son el tamaño del cuerpo y la velocidad de vuelo [6]. El tamaño del cuerpo de los insectos ectotérmicos tiene una relación inversa con la temperatura, es decir, el tamaño del cuerpo aumenta con el decrecimiento de la temperatura [6]. Por otro lado, la velocidad de vuelo disminuye cuando las temperaturas bajan; esto se debe a que en bajas temperaturas se reducen las tasas metabólicas y cambia la dinámica de la contracción muscular, alterando la fisiología del músculo y por lo tanto el rendimiento de locomoción de las drosófilas [7].

Otro factor importante es la capacidad que tienen ciertas especies de *Drosophila* para colonizar nuevos ambientes aprovechando las alteraciones de los ecosistemas producidas por el hombre [4]. Además, las drosófilas son importantes en las cadenas alimentarias saprofíticas porque sus etapas inmaduras (larvas) son dependientes de los

frutos. La explotación eficiente de la comida y el aprovechamiento de nuevos ambientes explicaría el éxito del género y su amplia distribución [8].

Debido a estas grandes adaptaciones las drosófilas han logrado vivir con éxito en los bosques andinos. Estos bosques también son llamados bosques nublados tropicales o bosques húmedos montanos tropicales o subtropicales [9] y son considerados como uno de los ecosistemas más amenazados. A nivel mundial, los bosques nublados por encima de los 1 000 msnm ocupan unos 48 millones de hectáreas de las cuales aproximadamente el 50% se encuentra en América Latina [10]. Estos bosques son denominados así debido a la humedad que se eleva desde las zonas bajas, provocando una densa neblina y alcanzan su mayor diversidad biológica en altitudes intermedias, es decir entre los 1 000 - 3 500 msnm [11]. Los bosques altoandinos corresponden a los bosques que se encuentran entre 3 000 y 3 400 metros de altitud; estos bosques limitan en la parte superior con los páramos y/o con los bosques de *Polylepis*, que se caracterizan por la presencia de árboles pequeños de 6-9 m de alto, con troncos retorcidos, muchas veces recostados; los árboles con troncos múltiples son frecuentes y las epífitas cubren la mayoría de los troncos [12].

Becker en el año de 1919 [13] realizó los primeros estudios del género *Drosophila* en el Ecuador y reportó a *D. mellea*, *D. dilacerata*, *D. griseicollis* y *D. ferruginea*; además informó sobre los resultados de las colecciones entomológicas realizadas por Ribet a principios del siglo XVIII en la Sierra ecuatoriana. En el año 2009 Acurio y Rafael [14] registraron la existencia de 112 especies en el Ecuador. A pesar de esta cifra existen pocos estudios en bosques andinos. Desde el año 2001 se han realizado nueve estudios en bosques nublados, donde se describen 34 especies nuevas [4,15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22] y en los bosques altoandinos solo se han realizado cuatro trabajos, donde se registraron once especies nuevas para el país [23, 24, 25, 26].

Para incrementar el conocimiento de la diversidad del género en los bosques andinos se planteó el objetivo de analizar la diversidad del género *Drosophila* en tres diferentes altitudes: 1 700, 2 200 y 3 400 msnm en la provincia de Napo, Ecuador.

MATERIALES Y MÉTODOS:

Área de estudio

El área de estudio se encuentra ubicada en la provincia de Napo, en la región Amazónica del Ecuador. Esta provincia tiene una variación altitudinal entre los 400 y 5 700 m y se extiende desde las zonas tropicales bajas de la Amazonía, pasando por las zonas templadas de bosques nublados y llega hasta las zonas alto-andinas de páramo [27].

Dos de los lugares de colecta se encuentran en bosques nublados. El primero a 1 700 msnm (Cordillera de los Guacamayos, S 00° 39' 33,8" W 077° 47' 22,4") y el segundo a 2 200 msnm (Cordillera de los Guacamayos, S 00° 37' 08,7" W 077° 50' 21,2"). El tercer lugar de colecta está ubicado en un bosque altoandino a 3 400 msnm (frente a la laguna de Papallacta, 0° 22' 52,6" S 78° 09' 44,4" W).

Fase de campo

Se realizaron tres salidas de campo por cada altitud (1 700, 2 200 y 3 400 msnm) en el año 2012. Las salidas en 1 700 y 2 200 msnm se realizaron en los meses de febrero, mayo y septiembre y en la altitud de 3 400 m en los meses de septiembre, noviembre y septiembre del siguiente año. Se colocaron 40 trampas en cada lugar de colecta a cinco metros de distancia y a un metro de altura, desde la base de los árboles.

Para la elaboración de las trampas se reutilizaron botellas plásticas de 500 ml y se perforaron en la parte inferior (para facilitar el ingreso de los drosofilídeos). Asimismo, se hizo una ventana de 3 x 4 cm para permitir la introducción del cebo y la captura de los individuos. En la parte superior de las botellas se colocaron láminas plásticas que sirvieron para proteger a las trampas de las inundaciones provocadas por la lluvia. El cebo se preparó con pedazos de plátano previamente fermentados con levadura.

Los individuos vivos fueron capturados con un aspirador entomológico y posteriormente colocados en un tubo con medio de cultivo. Los individuos muertos fueron retirados con un pincel y guardados en tubos de microcentrifuga conteniendo etanol al 75%. El transporte de las muestras se hizo en “coolers” con refrigerantes para evitar exudados del cebo y evitar adherencias de las alas en las paredes de los tubos, además para mantener una temperatura similar al sitio de colecta.

Fase de laboratorio

Se fundaron isólinas (consiste en poner una hembra fecundada en la naturaleza en un tubo con medio de cultivo), para obtener la descendencia F1 y conocer la hembra y el macho de cada especie; estas isólinas se mantuvieron durante tres generaciones. Los machos capturados en el campo sirvieron para la identificación de las especies en base al análisis de la morfología externa y la *genitalia*. Los individuos fueron fotografiados (morfología externa y alas) con un estereomicroscopio (Zeiss; Discovery V8) con cámara fotográfica incorporada (AxioCam; MRC). Para el análisis de la *genitalia* se extrajeron los dos últimos segmentos abdominales de cada individuo, se los hirvió en KOH (10%) por diez minutos, luego se separó en los machos el arcogenital, hipandrio y edeago y en las hembras el oviscapto y la espermateca. Las estructuras genitálicas se conservaron en glicerol y luego se analizaron con un microscopio (Zeiss; Imager A2).

Se registraron los individuos que pertenecían a especies conocidas y se describieron las especies nuevas (holotipo, alotipo y paratipos), cuyas estructuras genitálicas fueron dibujadas. Los gráficos fueron realizados en un microscopio con cámara lúcida incorporada. Los cuerpos de los drosophilideos fueron montados en triángulos con sus correspondientes estructuras genitálicas en microtubos con glicerol y se depositaron en el Museo de Zoología, sección Invertebrados de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito (QCAZ-I).

Análisis estadístico

Se realizaron curvas de acumulación de especies para cada una de las altitudes. Estas curvas grafican el número acumulado de especies (S) en función del esfuerzo de captura y permite determinar si este fue suficiente para coleccionar la mayoría de especies presentes en cada una de los sitios de muestreo [28]. En cuanto a la riqueza de especies existen varios tipos de estimadores pero se utilizaron los estimadores no paramétricos. Debido a que tienen un sesgo menor que la extrapolación y requieren menor cantidad de datos que los métodos paramétricos [29].

En este estudio se utilizaron Chao 1 y ACE, debido a que estos utilizan datos de abundancia de especies, de los cuales Chao 1 es el más riguroso [30]. Y no se calcularon Chao 2, ICE, Jackknife 1, Jackknife 2 ni Bootstrap debido a que requieren datos de presencia-ausencia y al utilizarlos se desperdiciarían los datos de abundancia. Chao1 se basa en la presencia de las especies que están representadas por un sólo individuo en la muestra (singletons) y las especies que están representadas por dos individuos (doubletons) [31]. ACE utiliza datos de abundancia, basado en el concepto estadístico de cobertura de muestreo, que se refiere a la suma de las probabilidades de encontrar especies observadas dentro del total de especies presentes, pero no observadas [32].

Por otro lado, la curva de los “singletons”, es también un buen indicador de la representatividad del muestreo. Cuando estas curvas son asintóticas o tienden a descender, indican que se ha logrado un buen muestreo [30]. Para calcular los estimadores se utilizó el programa EstimateS vers. 9.0.0 [33]; además se calculó el inverso del índice de Simpson, el exponencial del índice de Shannon y el índice de equidad de Shannon.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

Generales

En las tres colectas realizadas en las tres altitudes (1 700, 2 200 y 3 400 msnm) en la provincia de Napo, Ecuador se capturaron 221 individuos pertenecientes a 29 especies del género *Drosophila* (Tabla 1). De ellas, diez corresponden a especies nuevas lo que nos indicaría el desconocimiento respecto al género *Drosophila* en estas localidades. Las especies nuevas están descritas en los manuscritos: “Cinco especies nuevas del género *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae) en la provincia de Napo, Ecuador” [34], “Three new species of *Drosophila tripunctata* group (Diptera: Drosophilidae) in the eastern Andes of Ecuador” [35] y “Two new species of the groups *Drosophila flavopilosa* and *Drosophila morelia* (Diptera: Drosophilidae) in the eastern Andes of Ecuador” [36] (Anexo 1). Las especies nuevas son: *D. napoensis* sp. nov., *D. cuyuja* sp. nov., *D. quijos* sp. nov., *D. pseudokorefae* sp. nov., *D. pseudomorelia* sp. nov., *D. neoprosaltans* sp. nov., *D. neoamaguana* sp. nov., *D. cosanga* sp. nov., *D. neoyanayuyu* sp. nov. y *D. guacamayos* sp. nov.

1 700 msnm

Se registraron 96 individuos miembros de 9 especies (*D. cashapamba*, *D. immigrans*, *D. intillacta*, *D. johnstonae*, *D. mindo*, *D. nambillo*, *D. capricorni*, *D. neoprosaltans* sp. nov. y *D. cosanga* sp. nov.) de las cuales, las dos últimas son especies nuevas. De las tres colectas realizadas, la segunda colecta fue cuando se capturaron más individuos y especies; seguida por la primera y la tercera colecta (Tabla 1).

En las capturas se registraron miembros del subgénero *Drosophila* con el 59.4% de individuos repartidos en seis grupos de especies: *D. annulimana*, *D. canalinea*, *D. guarani*, *D. immigrans*, *D. mesophragmatica* y *D. tripunctata*, mientras que el subgénero *Sophophora* constituyó el 40.6% cuyos miembros pertenecen a dos grupos de especies: *D. willistoni* y *D. saltans* (Tabla 2). Los grupos más abundantes fueron el grupo *D. guarani* con 21 individuos y el grupo *D. willistoni* con 38 individuos y las especies más abundantes *D. cashapamba* con 16 individuos (subgénero *Drosophila*) y *D. capricorni* con 38 individuos (subgénero *Sophophora*). Por otro lado, el único grupo con dos especies fue el grupo *D. guarani* (*D. mindo* y *D. nambillo*) y el resto de grupos solo tienen una especie (Tabla 2). Lo que concuerda con la literatura ya que el grupo *D. guarani* está restringido a Centro y Sud-América [37] y tiene más abundancia sobre todo en la región tropical [38].

En la figura 1 se observa que la curva de riqueza acumulada no sigue creciendo exponencialmente y no llega a ser una asíntota, esto muestra que se debería aumentar el esfuerzo de muestreo; ya que el número de especies observadas en una comunidad aumenta con el esfuerzo de muestreo invertido [39]. La curva de riqueza acumulada llega a 9 especies mientras que el estimador CHAO 1 (9.33) y ACE (11) predicen que faltaron 0.33 y 2 especies, respectivamente, para llegar así a la “totalidad” de especies del lugar, se observa que las dos curvas se acercan a la de riqueza acumulada. Lo que

concuerta con los singletons y doubletons ya que según la literatura estas curvas se cruzan cuando se está llegando a un esfuerzo de muestreo adecuado [40].

2 200 msnm

Se capturaron 45 individuos pertenecientes a 12 especies (*D. cashapamba*, *D. intillacta*, *D. tarsata*, *D. nambillo*, *D. neobandeirantorun*, *D. machachensis*, *D. loewi*, *D. capricorni*, *D. neocapnoptera*, *D. neoamaguana* sp. nov., *D. quijos* sp. nov. y *D. guacamayos* sp. nov.) de ellas las tres últimas son especies nuevas. En la primera colecta se encontró mayor cantidad de especies e individuos que en las dos últimas cuyas cantidades fueron menores (Tabla 1).

Se registraron dos subgéneros. El subgénero *Drosophila* con el 84.4% de individuos pertenecientes a cuatro grupos de especies: *D. annulimana*, *D. guarani*, *D. mesophragmatica* y *D. tripunctata* y el subgénero *Sophophora* con el 15.6% que corresponden al grupo *D. willistoni*; además una categoría no agrupada donde se encuentra la especie *D. guacamayos* sp. nov. Los grupos más abundantes fueron el grupo *D. mesophragmatica* con 14 individuos y el grupo *D. willistoni* con 7 individuos y las especies más abundantes *D. cashapamba* con 12 individuos (subgénero *Drosophila*) y *D. capricorni* con 6 individuos (subgénero *Sophophora*). Por otro lado, el grupo con más especies fue el grupo *D. tripunctata* con cuatro especies (*D. neobandeirantorun*, *D. machachensis*, *D. loewi* y *D. quijos* sp. nov.) y el resto de grupos tiene una o dos especies (Tabla 3). Esto concuerda con la literatura ya que el grupo *D. tripunctata* es el segundo más grande en la región Neotropical, superado solo por las especies del grupo *D. repleta* [41].

En la Figura 2 se observa que la curva de riqueza acumulada aún no llega a estabilizarse; lo que indica que el esfuerzo de muestreo no fue suficiente. Esto se

verifica al comparar la curva de riqueza acumulada que llega a 12 especies mientras que Chao1 (13.5) y ACE (15,44) estiman que faltaron 1.5 y 3.44 especies, respectivamente, para cubrir de una manera precisa el área de estudio; además las curvas de los singletons y doubletons no se cruzan [30]. Esto muestra que en efecto faltaron más especies por descubrir para que el muestreo se acerque a la realidad.

3 400 msnm

Se registraron 80 individuos miembros de 13 especies (*D. neoasiri*, *D. yanaurcus*, *D. yuragyacum*, *D. ecuatoriana*, *D. ogradi*, *D. carlosvilelai*, *D. capricorni*, *D. condormachay*, *D. neoyanayuyu* sp. nov., *D. pseudomorelia* sp. nov., *D. pseudokorefae* sp. nov., *D. cuyuja* sp. nov. y *D. napoensis* sp. nov.) las cinco últimas especies son nuevas. En otro estudio realizado en la Quebrada de Cruz Loma (quebrada contigua del lado Norte del Teleférico de Quito) [25], a 3 400 msnm, se capturaron 59 individuos correspondientes a 7 especies, mientras que en Papallacta a la misma altura se capturaron 80 individuos correspondientes a 13 especies. Esta diferencia podría deberse a que “Cruz Loma” es una zona intervenida y menos húmeda que el lugar de colecta de Papallacta. También podría estar influenciado por el número de trampas, en Cruz Loma se colocaron seis botellas a diferencia de Papallacta donde se colocaron 40 botellas.

Por otro lado, de las tres colectas realizadas en la primera se encontraron más individuos y en la segunda se encontraron más especies, mientras que en la tercera colecta sólo se encontraron cuatro especies (Tabla 1).

Se registraron los subgéneros *Drosophila* con el 97.5% de individuos correspondientes a seis grupos de especies: *D. asiri*, *D. flavopilosa*, *D. guarani*, *D. mesophragmatica*, *D. morelia* y *D. tripunctata* y el otro subgénero *Sophophora* con el 2.5% perteneciente al grupo *D. willistoni*. Además, se encontró una categoría no agrupada donde se encuentra

la especie *D. condormachay*. Los grupos más abundantes fueron el grupo *D. asiri* con 55 individuos. La especie más abundante fue *D. neoasiri* con 49 individuos. La distribución de *D. neoasiri* en el Ecuador, está restringida a los bosques andinos y páramos [26] por lo que se puede observar su gran abundancia en este sitio de muestreo ratificando que el grupo es propio de ecosistemas arriba de los 3 000 m. Los grupos con más especies son *D. tripunctata* y *D. asiri* con tres especies cada uno y el resto de grupos tiene una o dos especies (Tabla 4). Dentro del subgénero *Sophophora* la única especie presente fue *D. capricorni*. La presencia de esta especie mostraría como *D. capricorni* está explorando nuevos ecosistemas, ya que, en la literatura se demuestra que esta especie se encuentra mayoritariamente en lugares cálidos [42] y poco en lugares fríos.

Los grupos *D. flavopilosa* y *D. morelia* se encuentran asociados exclusivamente a flores del género *Cestrum* (Solanaceae) tanto para la alimentación como para la reproducción [23]. Pero en el presente estudio se capturaron integrantes de este grupo en trampas con cebo de banano fermentado; lo cual, sugeriría que las especies pertenecientes a este grupo pueden ser visitantes ocasionales que se alimentan de frutos en descomposición. Vela y Rafael [17] en un estudio realizado en El Refugio de Vida Silvestre Pasochoa también encontraron especies de este grupo en trampas de banano fermentado.

En la Figura 3 se observa que la curva de riqueza acumulada aún no llega a estabilizarse. Esto indicaría que, como en el caso anterior el esfuerzo de muestreo no fue suficiente. La curva de riqueza acumulada muestra la presencia de 13 especies mientras que Chao1 (13.29) y ACE (14.18) estiman que faltaron 0.29 y 1.18 especies, respectivamente, para que el inventario sea más completo. Esto se pudo comprobar ya que en otras colectas realizadas se encontraron dos especies no registradas en este

estudio (com. pers. Rafael, 2015); lo que evidencia que los estimadores son muy acertados.

Las dos altitudes 1 700 y 2 200 m son bosques nublados y presentan especies compartidas; es decir que se encuentran en ambos bosques y estas son *D. cashapamba*, *D. intillacta* y *D. nambillo*. También se puede observar que la especie más abundante, en ambos sitios, fue *D. cashapamba* por lo que se podría decir que esta especie se distribuye en los bosques andinos. Por otro lado, existe una sola especie *D. capricorni* la cual comparten en los tres lugares (Figura 4); eso podría deberse a que fue llevada por el viento hacia 3 400 msnm debido a que esta especie se encuentra mayoritariamente en lugares cálidos [42].

Diversidad

Para apreciar realmente la diversidad, no se debe prestar atención a los valores de los índices de Shannon y Simpson, sino a sus números equivalentes de especies [43], es decir el exponencial de Shannon y el inverso de Simpson. El índice de Simpson manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie [44], este número tiene la tendencia de ser más pequeño cuando la comunidad es más “diversa” y dado que queremos un índice que aumente con la diversidad en vez de disminuir, sería mejor si podemos interpretar el índice en una forma directa en este sentido. Entonces es común usar el inverso del índice de Simpson. [43].

En 1 700 msnm el inverso del índice de Simpson es 4.27, el exponencial del índice de Shannon es 5.45 y el índice de equidad de Shannon (Shannon evennes) es 0.774. Estos índices nos muestran que el lugar tiene una diversidad media alta. Mientras que en 2 200 msnm el inverso del índice de Simpson es 6.81, el exponencial del índice de

Shannon es 8.56 y el índice de equidad de Shannon es 0.865 lo que indica que tiene una diversidad alta. Finalmente, en 3 400 msnm el índice de Simpson es 2.53, el exponencial del índice de Shannon es 4.75 y el índice de equidad de Shannon es 0.608 lo que muestra que tiene una diversidad baja.

AGRADECIMIENTOS:

A la Pontificia Universidad Católica del Ecuador por financiar los proyectos No. J13054 y No. K13051. Al Ministerio del Ambiente por emitir la autorización de investigación científica No. 008-09 IC-FAU-DNB / MA. A la Lic. Fernanda Salazar por su ayuda con el manejo de los especímenes. A Luna Figuero y Diego céspedes por su ayuda en la fase de campo. A Isabel Tamayo por su colaboración en la fase de campo y por sus valiosos comentarios.

Declaración de divulgación

Ningún conflicto potencial de intereses fue reportado por los autores.

BIBLIOGRAFÍA:

[1] Gottschalk M. S, Hofmann P. R. & Valente V. Diptera, Drosophilidae: historical occurrence in Brazil. Check List. 2008; 4(4), 485-518.

[2] Mateus R. P, Buschini M, Sene F. The *Drosophila* community in xerophytic vegetation of the upper Parana-Paraguay River Basin. Braz. Jour. Bio. 2B. 2006; (66), 719-729.

[3] De Medeiros H. F. & Klaczko L. B. How many species of *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae) remain to be described in the forest of Sao Paulo, Brazil? Species list of three forest remnants. Biota Neotrop. 2004; 4(1)

- [4] Vela D, Rafael V. [Study of genus *Drosophila* diversity (Diptera, Drosophilidae) in Pasochoa forest of province of Pichincha- Ecuador]. Rev. Pon. Uni. Ca. Ecu. 2003; 71, 117-127.
- [5] Casco M. J. [Our animals of diversity and extinction: The life of cloud forest of Ecuador] (U. d. Américas, Editor). 2008.
<http://nuestrosanimalesenpeligro.blogspot.com/2008/05/la-vida-de-los-bosques-nublados-del.html>
- [6] Munjal A.K, Karan D, Gibert P, *et al.* Thoracic tridente pigmentation in *Drosophila melanogaster*: latitudinal and altitudinal clines in Indian populations. Gen. Sel. Evol. 1997; 29: 601-610.
- [7] Dillon M, Frazier M. *Drosophila melanogaster* locomotion in cold thin air. Jour. Exp. Bio. 2006; 209, 364-371.
- [8] Throckmorton L. The phylogeny, ecology, and geography of *Drosophila*. Handbook of genetics 1975; 3, 421-425.
- [9] Clarke C. M. Nepenthes of Borneo. Nat. His. Pub. (Borneo), 1997. Kota Kinabalu, 29.
- [10] Kappelle M, Brown A. [Introduction of cloud forest of Latin American. A regional synthesis] Costa Rica. Bosques Nublados www.proyungas.org.ar/ Versión final.pdf. 2000
- [11] Dangles O, Nowicki F, Mena B. BIOTA máxima: Ecuador Biodiverso. Imprenta Mariscal. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito, Ecuador. 2009.

- [12] Ulloa C, Jørgensen P. [Trees and shrubs of Ecuadorian andes] Department of Systematic Botany. Department of Systematic Botany. Aarhus University, Denmark. 1995.
- [13] Becker T. [Geographic mission I. Armée service to measure an arc of Equatorial Meridian in South America] 1919; 1899-1906, 10(2): 208-209.
- [14] Acurio A, Rafael V. Diversity and geographical distribution of *Drosophila* (Diptera Drosophilidae) in Ecuador. D. I. S. 2009; 92.
- [15] Vela D, Rafael V. [Eight new species of tripunctata group, *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae), and record of *Drosophila paraguayensis* in protector forest Pasochoa, Pichincha-Ecuador]. Rev. Ecu. Med. Cien. Bio. 2001; 66: 92-120
- [16] Vela D, Rafael V. Three new andean species of *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae) of the *mesophragmatica* group. Iheringia, Sér. Zoo. 2004; 94(3): 295-299.
- [17] Vela D, Rafael V. [Two new species of flavopilosa group, genus *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae) in Pasochoa forest, Province of Pichincha.] Rev. Ecu. Med. Cien. Bio. 2004; 26: 7-13.
- [18] Vela D, Rafael V. [Three new species of guarani group, of genus *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae) in Pasochoa forest, Province of Pichincha.] Rev. Ecu. Med. Cien. Bio. 2004; XXVI: 14- 21.
- [19] Vela D, Rafael V. [Fourteen new species of genus *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae) in humid montane forest of Pasochoa volcano, Pichincha, Ecuador]. Rev. Ecu. Med. Cien. Bio. 2005; 27:27-41.

- [20] Vela D, Rafael V. [New species of genus *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae) in Pasochoa forest, Pichincha- Ecuador.] Rev. Ecu. Med. Cien. Bio. 2005; 75: 69-79.
- [21] Rafael V. [*Drosophila malerkotliana* y *Zaprionus indianus* (Diptera, Drosophilidae) invade ecuadorian population of *Drosophila*]. Rev. Ecu. Med. Cien. Bio. 2007; XXVIII (1y2): 30-43.
- [22] Cabezas M. B, Rafael V. [A new species of annulimana group, genus *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae) in province of Pichincha and Napo, Ecuador] 2013; Iheringia, Sér. Zoo. Porto Alegre, 2013; 103(4):357-360
- [23] Figuero M. & Rafael V. [Two new species of *Drosophila onychophora* group (Diptera, Drosophilidae) in Polylepis forest, Papallacta, Pichincha, Ecuador]. Iheringia, Sé. Zoo. 2011; 101(4):342-349.
- [24] Figuero M, Rafael V, Céspedes D. [*Drosophila asiri* group (Diptera, Drosophilidae), a new species grupo of andinean species with the description of two new species and the redescription of *Drosophila asiri*.] Iheringia. Sé. Zoo. 2012; 102(1), 33-42.
- [25] Céspedes D, Rafael V. [Diversity of genus *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae) in Cruz Loma brook, Pichincha, Ecuador]. Rev. Ecu. Med. Cien. Bio. 2013; Vol. XXXIV- N° 1 y 2.
- [26] Figuero M, Rafael V. [Description of three new species of genus *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae) in Ecuador.] Iheringia, Sé. Zoo. 2013; 103(3):246-254.
- [27] López J. [Ecological characterization of province of Napo] (F. E. Ecológicos., Ed.) Ecociencia. 2008

- [28] Magurran A. E. Measuring biological diversity (Blackwell., Pub.). 2005; 256 pp.
- [29] López A, Williams G. [Evaluation of non parametric methods for species richness estimators of woody plants in coffee plantation] Bol. Soc. Bot. Méx. 2006; 78: 7-15.
- [30] Álvarez M, Córdoba S, Escobar F, *et al.* [Methods for the analysis of data: an application for results from biodiversity characterization] 2006; 185-226 (en) Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá. Colombia.
- [31] Escalante T. [How many species exist? The estimators non parametric of Chao] Ele. 2003; 52. pp. 53-56.
- [32] Colwell K, Mao C, Chang J. Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. Ecol. 2004; 85:2717-2727.
- [33] Colwell K. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9.0. 2006.
- [34] Ramos E, Rafael V. [Five new species of genus *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae) in province of Napo, Ecuador]. Inheringia Sé. Zoo. En publicación. 2015.
- [35] Ramos E, Rafael V. Three new species of *Drosophila tripunctata* group (Diptera: Drosophilidae) in the eastern andes of Ecuador. Rev. Per. Bio. Forthcoming. 2015.
- [36] Ramos E, Rafael V. Two new species of the groups *Drosophila flavopilosa* and *Drosophila morelia* (Diptera: Drosophilidae) in the eastern andes of Ecuador. . Rev. Per. Bio. Forthcoming. 2015.

- [37] Kastritsis C. D. The chromosomes of some species of the *guarani* group of *Drosophila*. *J Hered* 1969; 60: 51-57.
- [38] Robe L, Da Silva L, Da Silva E. Phylogenetic relationships among four species of the *guarani* group of *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae) as inferred by molecular and morphological analyses. *Rev. Bra. Ent.* 2002; 46(4): 515-519.
- [39] González - Oreja J, De la Fuente Díaz A, Hernández Santín L, *et al.* [Evaluation of the estimators no parametrics of species richness. An example wiht birds in Green areas of city of Puebla, México. *An. Bio. Con.* 2010; 33.1: 31-45.
- [40] Fernández L, Goyenechea I. [Anphibium and reptile of Mezquital valley, Hidalgo, México] *Rev. Mex. bio.* 2010; 81 (3): 705-712.
- [41] Vilela C. R. On the *Drosophila tripunctata* species group (Diptera, Drosophilidae). *Rev. Bra. Ent.* 1992; 36(1): 197-221.
- [42] De Toni D, Gottschalk M, Cordeir J, *et al.* Study of Drosophilidae (Diptera) communities on Atlantic Forest Islands of Santa Catarina State, Brazil. *Neotro. Ent.* 2007; 36(3): 356-375.
- [43] Jost, L. & González, J. A. [Measuring biological diversity: far away of Shanon index.] *Ac. Zoo. Li.* 2012; 56 (1-2): 3–14.
- [44] Moreno C. E. [Methods for measure the diversity] *M&T–Manuales y Tesis SEA*, vol. 1. Zaragoza, 2001; 84 pp.

TABLAS

Tabla 1.- Número de individuos del género *Drosophila* por altitudes y colectas.

S U B G E N	GRUPOS	ESPECIES	ALTITUDES											
			1700				2200				3400			
			COLECTAS											
			1	2	3	TOT	1	2	3	TOT	1	2	3	TOT
<i>Drosophila</i>	<i>D. annulimana</i>	<i>D. intillacta</i>	0	2	0	2	0	1	0	1	0	0	0	0
		<i>D. tarsata</i>	0	0	0	0	1	4	2	7	0	0	0	0
	<i>D. asiri</i>	<i>D. neosiri</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	23	14	12	49
		<i>D. yanaurcus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	4
		<i>D. yuragyacum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2
	<i>D. canalinea</i>	<i>D. cosanga</i> sp. nov.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>D. flavopilosa</i>	<i>D. pseudokorefae</i> sp. nov.	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
	<i>D. guarani</i>	<i>D. ecuatoriana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2
		<i>D. mindo</i>	3	7	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>D. nambillo</i>	4	5	2	11	0	1	3	4	0	0	0	0
	<i>D. immigrans</i>	<i>D. inmigrans</i>	0	4	11	15	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>D. mesophragmatica</i>	<i>D. cashapamba</i>	6	10	0	16	3	9	0	12	0	0	0	0
		<i>D. neoamaguana</i> sp. nov.	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0
		<i>D. neoyanayuyu</i> sp. nov.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3
	<i>D. morelia</i>	<i>D. ogradi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
		<i>D. pseudomorelia</i> sp. nov.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
	<i>D. tripunctata</i>	<i>D. carlosvilelai</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	3	8
		<i>D. cuyuja</i> sp. nov.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>D. johnstonae</i>		0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>D. loewi</i>		0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	
<i>D. machachensis</i>		0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	
<i>D. napoensis</i> sp. nov.		0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	
<i>D. neobandeirantorum</i>		0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	
<i>D. quijos</i> sp. nov.		0	0	0	0	1	1	0	2	0	0	0	0	
<i>D. willistoni</i>	<i>D. capricorni</i>	5	24	9	38	4	2	0	6	2	0	0	2	
	<i>D. neocapnoptera</i>	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	
	<i>D. saltans</i>	<i>D. neoprosaltans</i> sp. nov.	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Drosophila</i>	No agrupada	<i>D. condormachai</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
	<i>D. guacamayos</i> sp. nov.	0	0	0	0	6	0	0	6	0	0	0	0	
SUBTOTAL			96				45				80			
TOTAL							221							

Tabla 2.- Grupos de especies y especies del género *Drosophila* en 1 700 msnm.

Subgénero	Grupo	Especie	# Individuos
	<i>D. annulimana</i>	<i>D. intillacta</i>	2
	<i>D. canalinea</i>	<i>D. cosanga</i> sp. nov.	1
<i>Drosophila</i>		<i>D. mindo</i>	10
	<i>D. guarani</i>	<i>D. nambillo</i>	11
	<i>D. immigrans</i>	<i>D. immigrans</i>	15
	<i>D. mesophragmatica</i>	<i>D. cashapamba</i>	16
	<i>D. tripunctata</i>	<i>D. jhonstonae</i>	2
<i>Sophophora</i>	<i>D. willistoni</i>	<i>D. capricorni</i>	38
	<i>D. saltans</i>	<i>D. neoprosaltans</i> sp. nov.	1

Tabla 3.- Grupos de especies y especies del género *Drosophila* en 2 200 msnm.

Subgénero	Grupo	Especie	# Individuos
<i>Drosophila</i>		<i>D. intillacta</i>	1
		<i>D. annulimana</i>	
		<i>D. tarsata</i>	7
	<i>D. guarani</i>	<i>D. nambillo</i>	4
		<i>D. cashapamba</i>	12
		<i>D. mesophragmatica</i>	
		<i>D. neoamaguana</i> sp. nov.	2
		<i>D. neobandeirantorum</i>	1
		<i>D. machachensis</i>	2
		<i>D. tripunctata</i>	
		<i>D. quijos</i> sp. nov.	2
		<i>D. loewi</i>	1
	No agrupada	<i>D. guacamayos</i> sp. nov.	6
<i>Sophophora</i>	<i>D. willistoni</i>	<i>D. capricorni</i>	6
		<i>D. neocapnoptera</i>	1

Tabla 4.- Grupos de especies y especies del género *Drosophila* en 3 400 msnm.

Subgénero	Grupo	Especie	# Individuos
		<i>D. neosiri</i>	49
	<i>D. asiri</i>	<i>D. yanaurcus</i>	4
		<i>D. yuragyacum</i>	2
	<i>D. flavopilosa</i>	<i>D. pseudokorefae</i> sp. nov	2
	<i>D. guarani</i>	<i>D. ecuatoriana</i>	2
	<i>D. mesophragmatica</i>	<i>D. neoyanayuyu</i>	3
<i>Drosophila</i>		<i>D. ogradi</i>	2
	<i>D. morelia</i>	<i>D. pseudomorelia</i> sp. nov	2
		<i>D. cuyuja</i> sp. nov	1
	<i>D. tripunctata</i>	<i>D. napoensis</i> sp. nov	2
		<i>D. carlosvilelai</i>	8
	No agrupada	<i>D. condormachay</i>	1
<i>Sophophora</i>	<i>D. willistoni</i>	<i>D. capricorni</i>	2

FIGURAS

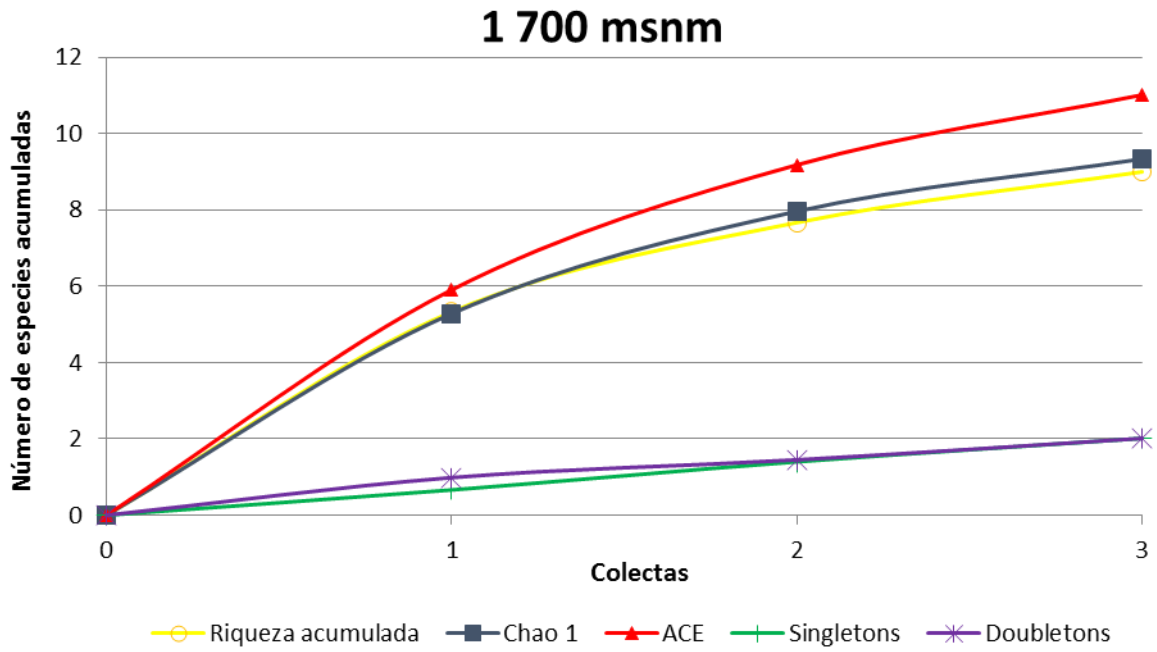


Figura 1.- Índices de diversidad alfa en la altitud de 1 700 msnm.

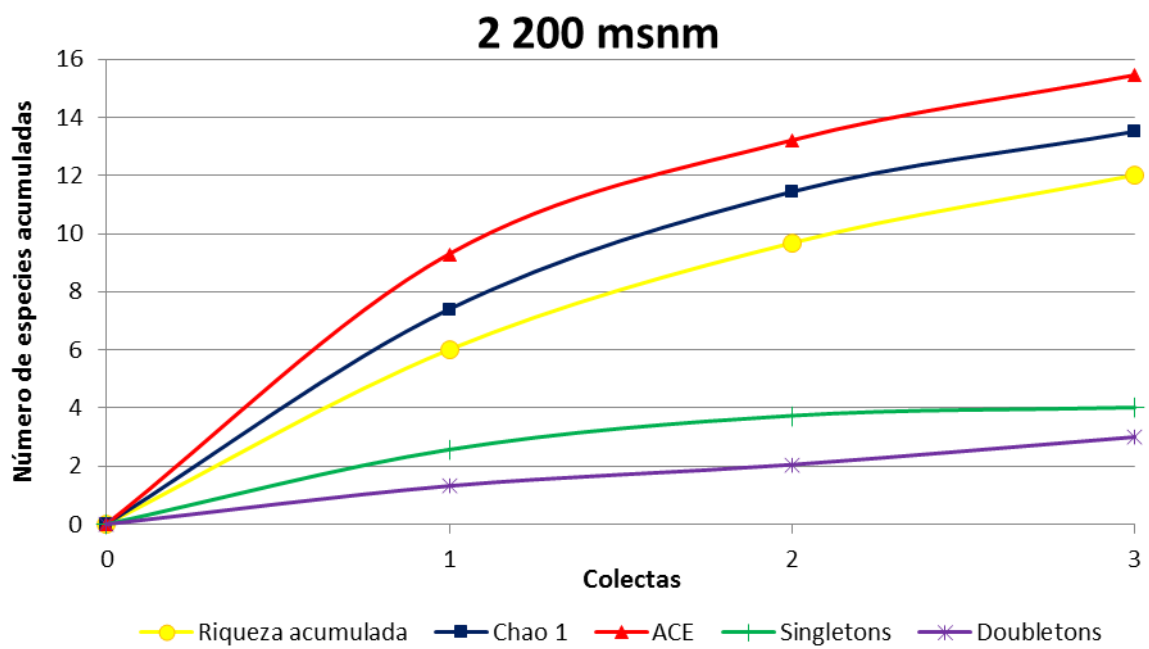


Figura 2.- Índices de diversidad alfa en la altitud de 2 200 msnm.

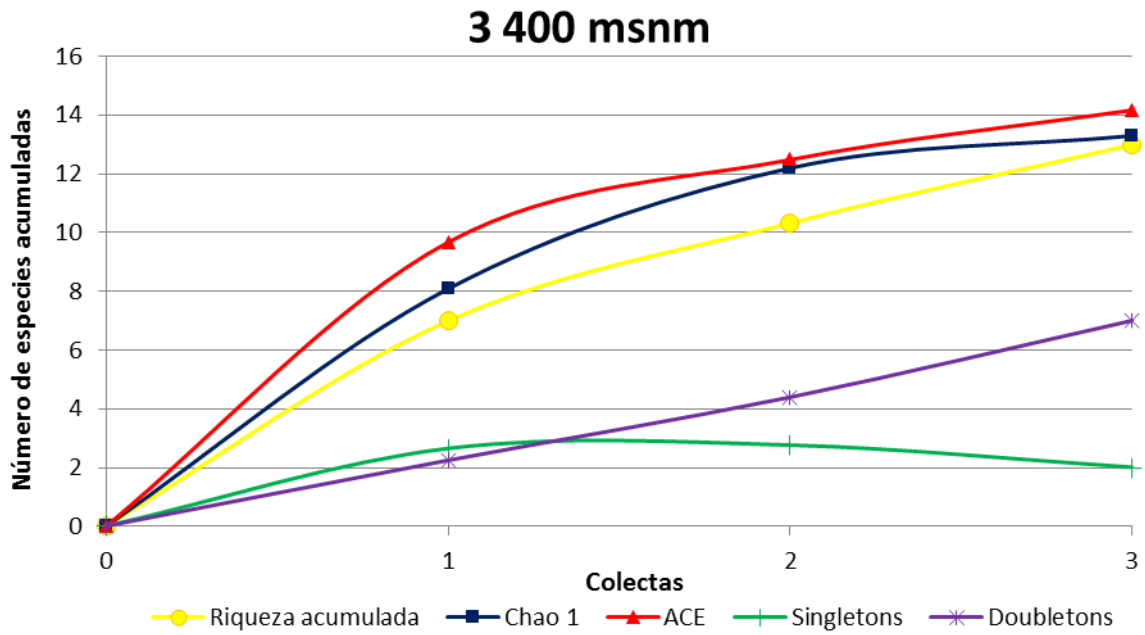


Figura 3.- Índices de diversidad alfa en la altitud de 3 400 msnm.

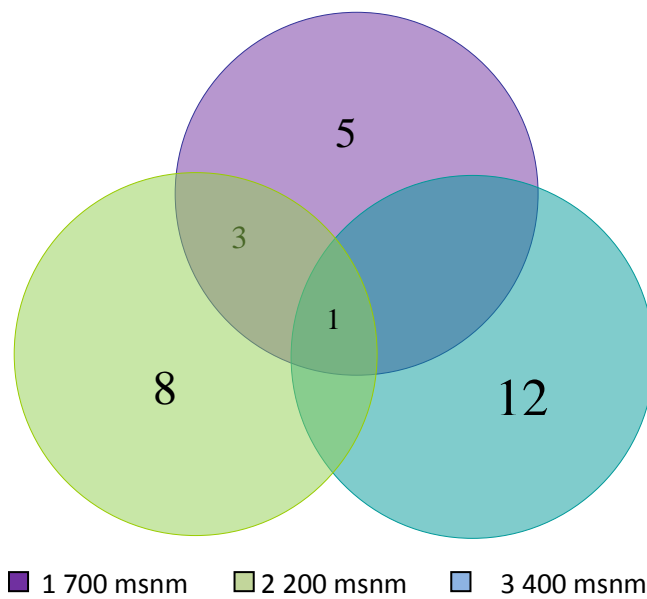


Figura 4.- Número de especies del género *Drosophila* en las diferentes altitudes y números de especies compartidas.

ANEXO 1

Cinco especies nuevas del género *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae) en la provincia de Napo, Ecuador.

Emily Ramos Guillín & Violeta Rafael

Laboratorio de Genética Evolutiva, Escuela de Ciencias Biológicas, Pontificia

Universidad Católica del Ecuador, Apartado: 17-01-2184, Quito, Ecuador.

(em.lis.ramos@hotmail.com; vrafael@puce.edu.ec)

ABSTRACT: Five new species of *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae) in the Napo province, Ecuador. Three new species of *Drosophila* were found in three locations in the Napo province, Ecuador. The specimens were collected in three altitudes 1 700 m, 2 200 m and 3 362 m. All samples were taken using plastic bottles containing bait (banana pieces previously fermented with yeast). The species belong to the groups: *Drosophila mesophragmatica* (*D. neoamaguana* sp. nov. and *D. neoyanayuyu* sp. nov.), *Drosophila canalinea* (*D. cosanga* sp. nov.) and *Drosophila saltans* (*D. neoprosaltans* sp. nov.); also *D. guacamayos* sp. nov. not related to any group of species of *Drosophila*.

KEYWORDS: *D. mesophragmatica*, *D. canalinea* and *D. saltans* groups.

RESUMEN: Se encontraron cuatro especies nuevas en tres localidades en la provincia de Napo, Ecuador. Los individuos fueron colectados en tres altitudes 1 700 m, 2 200 m y 3 362 m. En todos los muestreos se utilizaron trampas fabricadas con botellas de plástico que contenían cebo (pedazos de plátano previamente fermentados con levadura). Las especies pertenecen a los grupos *Drosophila mesophragmatica* (*D. neoamaguana* sp. nov. y *D. neoyanayuyu* sp. nov.), *Drosophila canalinea* (*D. cosanga* sp. nov.) y *Drosophila saltans* (*D. neoprosaltans* sp. nov.); además *D. guacamayos* sp.

nov. que por el momento no se encuentra relacionada a ningún grupo de especies del género *Drosophila*.

PALABRAS CLAVE: Grupos *D. mesophragmatica*, *D. canalinea*, *D. saltans*.

INTRODUCCIÓN

En el siglo XVIII SCOPOLI, LINNÉ y FABRICIO comenzaron a describir especies de la familia Drosophilidae (MATEUS *et al.*, 2006). Desde entonces el número de géneros dentro de la familia se han incrementado a 73 (BRAKE & BÄCHLI, 2008). La mayoría de estos géneros se encuentran en las regiones tropicales del mundo, y en la región Neotropical el género *Drosophila* está altamente diversificado con numerosas especies aún por descubrirse (DE MEDEIROS & KLACZCO, 2004). Este género es el más abundante con aproximadamente 1 146 especies descritas (BRAKE & BÄCHLI, 2008) y comprende alrededor del 53% del total de especies de la familia (MATEUS *et al.*, 2006).

Taxonómicamente las especies del género *Drosophila* han sido agrupadas en subgéneros y otros niveles infragenéricos como los grupos y subgrupos de especie. En el Ecuador se han registrado cinco subgéneros, y el más diverso es el subgénero *Drosophila* (CÉSPEDES & RAFAEL, 2012). Los primeros estudios del género *Drosophila* en el país fueron realizados por BECKER (1919), quién reportó las cuatro primeras especies (ACURIO & RAFAEL, 2009a). Luego CURRAN (1934) y WHEELER (1961) también realizaron estudios del género *Drosophila* y registraron nuevas especies. En 1983 CARSON y sus colegas prospectaron en las Islas Galápagos; posteriormente RAFAEL Y ARCOS (1989) iniciaron los estudios de diversidad del género y para el año 2009 ACURIO Y RAFAEL registraron la existencia de 112 especies en el Ecuador (ACURIO & RAFAEL, 2009a).

Uno de los grupos de especie presente en el país es el grupo *Drosophila mesophragmatica* BRNCIC y SANTIBAÑEZ (1957). Su distribución está restringida al lado oriental de Brasil (Jaeger & Salzano, 1953) y los Andes sudamericanos de Perú, Bolivia, Chile, Argentina (BRNCIC y SANTIBAÑEZ, 1957), Colombia (HUNTER & HUNTER, 1964) y Ecuador (VELA & RAFAEL, 2004). En la actualidad en este grupo existen 17 especies (CÉSPEDES & RAFAEL, 2012).

Otro grupo que ha sido encontrado en la región Neotropical es *Drosophila canalinea* WHEELER (1957); los miembros de este grupo pueden ser reconocidos fácilmente debido a que, la mayoría de las especies, tienen un patrón complejo de áreas marrones y amarillas, que forman rayas longitudinales difusas en el mesonoto; además son marrones oscuros, con dos anillos marrones amarillentos en cada tibia (VILELA & BÄCHLI, 1990), para este grupo se mencionan 13 especies (RATCOV & VILELA, 2007).

También algunas especies del subgénero *Sophophora* han sido encontradas en Ecuador. Este subgénero contiene 300 especies en el mundo (O'GRADY & KIDWELL, 2002) y en el país solo se han registrado 21 (FIGUERO & RAFAEL, 2013). Estas especies pertenecen a cuatro grupos: *D. melanogaster*, *D. obscura*, *D. saltans* y *D. willistoni*; los cuales están distribuidos en varias provincias del Ecuador, desde el nivel del mar hasta los 1 800 m (ACURIO & RAFAEL, 2009b). El grupo *Drosophila saltans* se distribuye en el Neotrópico y las regiones neoárticas y cuenta con 21 especies (SOUZA *et al.*, 2014) que se distribuyen en cinco subgrupos *D. parasaltans*, *D. cordata*, *D. elliptica*, *D. sturtevantii* y *D. saltans* (MAGALHÃES, 1962).

En este trabajo se describen 4 especies nuevas de los grupos *D. mesophragmatica*, *D. saltans*, *D. canalinea* y una especie sin agrupar.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio se encuentra en la región amazónica, en la provincia de Napo, Ecuador. Las recolecciones fueron hechas en tres altitudes; 1 700 m (Cordillera de los Guacamayos, 00° 39' 33,8" S 077° 47' 22,4" W), 2 200 m (Cordillera de los Guacamayos, 00° 37' 08,7" S 077° 50' 21,2" W) y 3 362 m (Frente a la laguna de Papallacta, 0° 22' 52,6" S 078° 09' 44,4" W). Se colocaron 40 trampas (en cada altitud) a cinco metros de distancia y a un metro de altura, desde la base del árbol. Para las trampas se utilizaron botellas de plástico recicladas de 500 ml en cuyo interior se colocó el cebo (piezas de plátano previamente fermentadas con levadura).

Los individuos fueron capturados con un aspirador entomológico y posteriormente colocados en tubos con medio de cultivo. Los individuos muertos fueron retirados con un pincel y guardados en tubos de microcentrífuga con etanol. Se fundaron isolineas, que consisten en poner una hembra en un tubo con medio de cultivo para obtener su descendencia; las mismas que nos permitieron conocer la hembra y el macho de cada especie. Posteriormente los cuerpos fueron fotografiados (la morfología externa y las alas) con un estereomicroscopio (Zeiss; Discovery V8). Para obtener la genitalia, se extrajeron los dos últimos segmentos abdominales de cada individuo; luego fueron colocados en KOH (10%) y hervidos por diez minutos. Las estructuras genitálicas se conservaron en glicerol (60%). Las especies nuevas fueron descritas (holotipo, alotipo y paratipos), y montadas en triángulos con sus correspondientes estructuras genitálicas en microtubos con glicerol y se depositaron en el Museo de Zoología, sección Invertebrados de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito (QCAZ-I).

La nomenclatura de las estructuras descritas fueron tomadas de BÄCHLI *et al.*, 2004. Los valores entre paréntesis corresponden a los índices de los paratipos.

RESULTADOS

Grupo Drosophila mesophragmatica

Este grupo se caracteriza por tener color pardo; arista provista de 7 a 8 ramas; carina prominente y surcada; 8 filas de pelos acrosticales; mesonoto polinoso y con bandas longitudinales; tergitos con bandas transversales interrumpidas en la línea media dorsal y expandidas difusamente hacia los ángulos laterales (BRNCIC & SANTIBAÑEZ, 1957).

Drosophila neoamaguana sp. nov.

(Fig. 1-7)

Material tipo. Holotipo ♂ (disectado, genitalia en microtubo, montado en seco).

Holotipo ♂ E. L. Ramos & V. Rafael det. 2014. Ecuador, Napo, Cdlla. Guacamayos (00 ° 37' 08,7 "S 077 ° 50 '21,2" W, 2.200 m). II. 16/05/2012, E.L. Ramos col., (QCAZI 3041); alotipo ♀ (disectado, genitalia en microtubo, montado en seco), los mismos datos del holotipo (QCAZI 3042); paratipos: 5 ♂ (disectado, genitalia en microtubo), E. L. Ramos & V. Rafael det. 2014. Ecuador, Napo, Cdlla. Guacamayos (00 ° 37' 08,7 "S 077 ° 50 '21,2" W, 2.200 m). II. 16/05/2012, E.L. Ramos col., (QCAZI 3043-45, 3053-54). 29 ♂ (disectado, genitalia en microtubo), E. L. Ramos & V. Rafael det. 2014. Ecuador, Napo, Cdlla. Guacamayos (00 ° 37' 08,7 "S 077 ° 50 '21,2" W, 2.200 m). II. 06/2014, L. Figuero col., (QCAZI 3046-52, 3055-77).

Diagnosis: Abdomen beige con el primer tergito sin pigmentación, segundo tergito con línea media dorsal en forma de “V”, tercer y cuarto tergito con pigmentación en forma de reloj de arena con línea media dorsal apenas perceptible y quinto tergito con un punto negro en la parte media. Alas color marrón amarillento, vena transversal anterior

y vena transversal posterior ligeramente sombreadas. Edeago quitinizado terminado en una punta bífida alargada y puntiaguda, con dos espolones laterales quitinizados.

Cabeza: Marrón. Arista plumosa, con dos ramas ventrales y cuatro ramas dorsales más la terminal bifurcada. Cabeza con placa orbital marrón amarillenta; longitud frontal 0.63 (0.58-0.61), índice frontal 0.85 (0.89-0.93), radio de disminución frontal 1.28 (1.25-1.40), triángulo frontal marrón. Triángulo ocelar marrón 41.27% (44.82% - 50.82%) de la longitud frontal, ocelos amarillos. La cerda orbital media se encuentra cerca a la orbital anterior y ligeramente hacia el borde exterior de la placa orbital, distancia de or3 a or1 55.56% (44.00% - 52.00%) con respecto de or3 a vtm, distancia or1/or3 0.84 (0.80-0.86), distancia or2/or1 0.44 (0.42-0.55), cerdas postocelares 61.90% (42.37% - 67.21%) y cerdas ocelares 88.88% (68.96% - 86.44%) con respecto a la longitud frontal. Índice vt 0.87 (0.92-0.50), índice vibrisal 0.84 (0.86-0.76). *Frontal vitta* marrón amarillento, gena y postgena amarillas. Una cerda oral larga. Carina prominente surcada. Proboscis beige. Índice genal 5.10 (4.36-6.46). Ojos de color vino, índice ocular 1.22 (1.31-1.53).

Tórax: Marrón amarillento, longitud 1.67 (1.20-1.67), con ocho hileras de pelos acrosticales entre las cerdas dorsocentrales anteriores, índice h 1.20 (0.68-0.93). Distancia transversal de las cerdas dorsocentrales 2.07 (1.81-2.19) de la distancia longitudinal, índice dc 1.05 (0.81-0.88). Distancia entre las cerdas escutelares apicales 97.43% (94.44%-108.05%) en relación a las cerdas apicales y basales. Escutelo amarillento. Cerdas escutelares anteriores divergentes, índice scut 0.77 (0.84-1.63); índice externo 0.81 (0.74-0.77). Cerda esternopleural media aproximadamente $\frac{1}{2}$ de la anterior. Patas amarillas.

Alas marrón amarillentas con la vena transversal anterior y posterior ligeramente sombreadas. Índices alares: alar 4.65; C 4.59 (3.73-4.59); ac 1.89 (1.91-2.12); hb 0.15 (0.50-0.55); 4c 0.57 (0.66-0.70); 4v 1.57 (0.95- 1.69); 5x 0.97 (0.89-1.10); M 0.38 (0.35-0.45) y Prox x 0.73 (0.75-0.77).

Abdomen: Beige con el primer tergito sin pigmentación, segundo tergito con línea media dorsal en forma de “V”, tercer y cuarto tergito con pigmentación en forma de reloj de arena con línea media dorsal apenas perceptible y quinto tergito con un punto negro en la parte media. Algunos individuos presentan línea media dorsal evidente.

Genitalia externa: Placa anal parcialmente unida. Arco genital (Fig. 1) microtrícico con 18 cerdas largas en la parte inferior. Surestilo rectangular, micropubescente y con 11 (10-13) dientes primarios en el lado derecho y 12 (10-12) en el izquierdo, 16 (12-14) dientes secundarios en el lado derecho y 17 (11-14) en el izquierdo y con 14 (11-14) cerdas marginales.

Genitalia interna: Edeago (Figs. 5-7) quitinizado termina en una punta bífida alargada y puntiaguda, con dos espolones subapicales quitinizados. En el nacimiento de los espolones con un estrangulamiento (a modo de cuello); edeago sin proceso dorsal (p.d.); paráfisis alargada con una cerda. Apodema membranoso ligeramente curvo hacia el lado ventral. Hipandrio (Fig. 4) con una cerda en el gonopodio.

Descripción de la hembra. Morfología externa: presenta las mismas características del macho pero es ligeramente más grande.

Genitalia. Oviscapto (Fig. 3) quitinizado, marrón claro; posee 4 dientes discales, 16 cerdas marginales y una cerda larga y delgada que está ubicada a nivel del cuarto diente

discal. Espermateca (Fig. 2) pequeña no quitinizada, transparente de forma semicircular y superficie irregular con espinas.

Relación de parentesco: La morfología externa y la forma del edeago de *Drosophila neoamaguana* sp. nov. tiene un gran parecido con *Drosophila amaguana*.

Etimología. El prefijo “neo” es una palabra proveniente del griego, significa novedad, reciente. Esta especie se denomina *D. neoamaguana* sp. nov. debido a que su descubrimiento fue posterior a *D. amaguana*.

***Drosophila neoyanayuyu* sp. nov.**

(Figs. 13-19)

Material tipo. Holotipo ♂ (disectado, genitalia en microtubo, montado en seco).

Holotipo ♂ E. L. Ramos & V. Rafael det. 2014. Ecuador, Napo, Papallacta (frente a la Laguna de Papallacta) (0 ° 22' 52.6” S, 078 ° 09 'W 44.4”, 3.362 m). II. 07/09/2012, E.L. Ramos col., (QCAZI 3010); alotipo ♀ (disectado, genitalia en microtubo, montado en seco), los mismos datos del holotipo (QCAZI 3009); paratipos: 1 ♂ y 1 ♀ (disectado, genitalia en microtubo, montado en seco), los mismos datos del holotipo (QCAZI 3011-12).

Diagnosis: Tórax marrón con una franja oscura en la parte central y con una franja marrón claro en dirección de las cerdas dorsocentrales. Abdomen color marrón amarillento, primer segmento marrón claro y del segundo al quinto tergito con áreas oscuras en forma de reloj de arena.

Cabeza: Marrón. Arista plumosa, con una rama ventral y tres ramas dorsales en la antena derecha y con dos ramas ventrales y tres ramas dorsales en la izquierda más la

terminal bifurcada. Cabeza con placa orbital marrón; longitud frontal 0.31 (0.36-0.40), índice frontal 0.64 (0.67-1.17), radio de disminución frontal 1.41 (1.68-3.24); triángulo frontal marrón amarillento. Triángulo ocelar marrón oscuro 38.71% (30.00% - 43.24%) de la longitud frontal, ocelos amarillos. La cerda orbital se encuentra cerca a la orbital anterior y ligeramente hacia el borde exterior de la placa orbital, distancia de or3 a or1 64.29% (69.23% - 73.33%) con respecto de or3 a vtm, distancia or1/or3 0.48 (0.52-0.55), distancia or2/or1 0.92 (0.86-0.87), cerdas postocelares 80.64% (57.50% - 86.48%) y cerdas ocelares 64.51% (38.55% - 90.00%) con respecto a la longitud frontal. Índice vt 1.19 (0.82-1.09), índice vibrisal 0.67 (0.69-0.78). *Frontal vitta* marrón, gena y postgena marrón amarillentas. Segunda cerda oral es un medio de la longitud de la primera cerda oral. Carina marrón poco pronunciada, ligeramente surcada. Proboscis amarillenta. Índice genal 4.50 (5.00-5.09). Ojos de color vino, índice ocular 1.07 (0.98-1.22).

Tórax: Marrón con una franja oscura en la parte central y con una franja marrón claro en dirección de las cerdas dorsocentrales, longitud 0.89 (1.01-1.16), con seis hileras de pelos acrosticales entre las cerdas dorsocentrales anteriores, índice h 1.10 (0.98-1.15). Distancia transversal de las cerdas dorsocentrales 1.60 (1.74-2.52) de la distancia longitudinal, índice dc 0.70 (0.76-0.98). Distancia entre las cerdas escutelares apicales 91.66% (69.69%-108.00%) en relación a las cerdas apicales y basales. Escutelo marrón claro. Cerdas escutelares anteriores divergentes, índice scut 1.15 (1.17-1.23); índice esterno 0.81 (0.75-0.82). Patas amarillas.

Alas marrón amarillentas. Índices alares: alar 3.45 (3.4-4.07); C 5.02 (4.76-5.40); ac 1.08 (1.25-1.40); hb 0.32 (0.24-0.26); 4c 0.52 (0.42-0.48); 4v 1.50 (1.24-1.30); 5x 1.02 (0.81-1.02); M 0.38 (0.27-0.33) y Prox x 0.57 (0.43-0.46).

Abdomen: Marrón amarillento, primer tergito marrón claro, del segundo al quinto tergito con áreas oscuras en forma de reloj de arena.

Genitalia externa: Placa anal parcialmente libre. Arco genital (Fig.13) con 18 cerdas en el lado derecho y 19 en el izquierdo. En la parte baja del epandrio con 12 (15) cerdas en el lado derecho y 11 (15) en el izquierdo. Surestilo rectangular y micropubescente con 15 (14) dientes primarios en ambos lados y con 10 (9) cerdas marginales en el lado derecho y 9 (10) en el izquierdo.

Genitalia interna: Edeago (Figs. 17-19) poco quitinizado ensanchado. En vista dorsal con dos crestas aserradas, parte distal del edeago bífido con una invaginación pronunciada. Paráfisis ovalada con tres cerdas pequeñas (en vista dorsal), rama ventral poco desarrollada y apodema largo. Hipandrio (Fig. 16) membranoso en forma de “U”, gonopodio con 12 cerdas largas en el lado derecho y 13 en el izquierdo (gonopodio unido a la paráfisis del edeago).

Descripción de la hembra. Morfología externa: presenta las mismas características del macho.

Genitalia: Oviscapto alargado (Fig. 15) con diez cerdas marginales con terminación en punta en el lado derecho y nueve en el izquierdo, seis cerdas marginales con terminación redondeada en ambos lados, una cerda discal, dos cerdas largas y delgadas en el extremo distal y un pelo fino en ambos lados. Espermateca (Fig. 14) fuertemente quitinizada en forma de dedo con la base en forma de copa y con una invaginación apenas perceptible.

Relación de parentesco: *Drosophila neoyanayuyu* sp. nov. es similar a *Drosophila yanayuyu* con respecto a la morfología externa y a la forma de la espermateca. Sin embargo, hay diferencias a nivel del edeago.

Etimología. El prefijo “neo” significa nuevo o reciente. La especie se denomina *D. neoyanayuyu* sp. nov. ya que fue descubierta posteriormente a la especie *D. yanayuyu*.

Grupo *Drosophila canalinea*

Este grupo se caracteriza por tener el cuerpo marrón oscuro, frente con áreas polinosas marrones y blanquecinas. Mesonoto con un patrón complejo de áreas marrones y amarillas, formando bandas longitudinales difusas y generalmente con manchas oscuras en las bases de las cerdas; cerdas escutelares basales convergentes; tibias amarillas con 2 anillos marrones; tergitos anchos, con bandas marginales marrones (VILELA & BÄCHLI, 1990).

***Drosophila cosanga* sp. nov.**

(Figs. 26-32)

Material tipo. Holotipo ♂ (disectado, genitalia en microtubo, montado en seco).

Holotipo ♂ E. L. Ramos & V. Rafael det. 2014. Ecuador, Napo, Cdlla. Guacamayos (S 00° 39' 33,8" W 077° 47' 22,4", 1.700 m). II. 14/02/2012, E.L. Ramos col., (QCAZI 3013).

Diagnosis: Abdomen color beige, primer tergito con pigmentación marrón, del segundo al quinto tergito con línea media dorsal y con una franja marrón en la parte inferior de cada tergito. Edeago quitinizado, extremo distal bífido, con dos espolones subapicales y pequeñas espinas en la parte dorsal.

Cabeza: Marrón claro. Arista plumosa, con dos ramas ventrales y seis ramas dorsales más la terminal bifurcada. Cabeza con placa orbital amarillenta; longitud frontal 0.52, índice frontal 1.06, radio de disminución frontal 1.08, triángulo frontal amarillo. Triángulo ocelar marrón oscuro 46.15%, ocelos amarillos; la cerda orbital media se encuentra más cerca a la orbital anterior y ligeramente hacia el borde exterior de la placa orbital, distancia de or3 a or1 66.67% con respecto de or3 a vtm, distancia or1/or3 0.85, distancia or2/or1 0.52, cerdas postocelares 67.30% y cerdas ocelares 92.30% con respecto a la longitud frontal. Índice vt 1.01, índice vibrisal 0.80. *Frontal vitta* marrón oscuro, gena y postgena amarillas. Cerda oral larga. Carina prominente beige surcada. Proboscis beige. Índice genal 5.69. Ojos de color café, índice ocular 1.39.

Tórax: Marrón oscuro, longitud 1.05, con ocho hileras de pelos acrosticales entre las cerdas dorsocentrales anteriores, índice h 0.76, índice dc 0.62. Distancia transversal de las cerdas dorsocentrales 1.82 de la distancia longitudinal, índice dc 1.05 (0.81-0.88). Distancia entre las cerdas escutelares apicales 76.66% en relación a las cerdas apicales y basales. Escutelo marrón claro con el extremo distal amarillento. Cerdas escutelares anteriores convergentes, índice scut 0.73; índice esterno 0.96. Cerda esternopleural media aproximadamente 1/3 de la anterior. Patas marrón oscuro con una franja beige en la parte distal, tibia con cuatro franjas beige y marrón, tarsos marrón claro.

Alas marrón amarillentas. Índices alares: alar 3.13; C 2.61; ac 2.88; hb 0.77; 4c 0.83; 4v 1.51; 5x 1.02; M 0.38 y Prox x 0.54.

Abdomen: Beige, primer tergito con pigmentación marrón, del segundo al quinto tergito con línea media dorsal y con una franja marrón en la parte inferior de cada tergito.

Genitalia externa: Placa anal parcialmente unida al arco genital. Arco genital (Fig. 26) micropubescente con 17 cerdas largas en la parte inferior. Surestilo alargado con siete dientes primarios en el lado derecho y ocho en el izquierdo, con 13 cerdas marginales en el lado derecho y 11 en el izquierdo.

Genitalia interna: Edeago (Figs. 27-29) quitinizado, sin proceso dorsal, extremo distal bífido con pequeñas espinas en la parte dorsal y dos espolones subapicales con los extremos redondeados. Paráfisis alargada con numerosas proyecciones. Gonopodio ovalado con una cerda y pegado a la paráfisis. Apodema poco quitinizado.

Relación de parentesco: *Drosophila cosanga* sp. nov. se asemeja a *Drosophila annulosa* en la morfología externa y del edeago.

Etimología. Se le denominó *D. cosanga* en honor a la cultura Cosanga que se desarrolló en la actual provincia de Napo, entre los años 400 a.C. y 948 d.C.

Subgénero *Sophophora*

Grupo Drosophila saltans

Pertenece el subgénero *Sophophora* y son especies negras o amarillentas (MAGALHÃES, 1962); en el quinto tergito de la hembra con una o dos áreas fuertemente opacas; índice esterno 0.3 a 0.4; cerdas escutelares anteriores divergentes (MAGALHÃES, 1956)

***Drosophila neoprosaltans* sp. nov.**

(Figs. 33-41)

Material tipo. Holotipo ♂ (disectado, genitalia en microtubo, montado en seco).

Holotipo ♂ E. L. Ramos & V. Rafael det. 2014. Ecuador, Napo, Cdlla. Guacamayos (S

00° 39' 33,8" W 077° 47' 22,4", 1.700 m). II. 14/02/2012, E.L. Ramos col., (QCAZI 3026). alotipo ♀ (disectado, genitalia en microtubo, montado en seco), los mismos datos del holotipo (QCAZI 3027); paratipos: 3 ♂ (disectado, genitalia en microtubo, montado en seco), los mismos datos del holotipo (QCAZI 3030-32); paratipos: 10 ♀ (disectado, genitalia en microtubo, montado en seco), los mismos datos del holotipo (QCAZI 3028-29, 3033-40)

Diagnosis: Abdomen marrón, primer tergito apenas pigmentado, segundo tergito pigmentado en forma de dos triángulos, tercer al quinto tergito totalmente pigmentado y sexto tergito con pigmentación en forma de círculo. Edeago tubular con el extremo distal ovalado cubierto de escamas, de la parte central sobresale una estructura alargada poco quitinizada con la punta membranosa.

Cabeza: Marrón. Arista plumosa, con dos ramas ventrales y cuatro ramas dorsales más la terminal bifurcada. Cabeza con placa orbital marrón amarillenta; longitud frontal 0.38 (0.36-0.53), índice frontal 1.22 (0.94-1.65), radio de disminución frontal 1.32 (1.36-1.84), triángulo frontal marrón. Triángulo ocelar marrón oscuro, 31.57% (35.84%-44.44%) de la longitud frontal, ocelos amarillos. La cerda orbital media más cerca a la orbital anterior, distancia de or3 a or1 66.67% (63.64%-85.71%) con respecto de or3 a vtm, distancia or1/or3 0.56 (0.69-0.85), distancia or2/or1 0.84 (0.65-0.72), cerdas postocelares 44.73% (53.84%-66.03%) y cerdas ocelares 63.15% (92.30%-92.45%) con respecto a la longitud frontal. Índice vt 0.93 (0.73-0.92), índice vibrisal 0.60 (0.57-0.72). *Frontal vitta* marrón, gena y postgena marrón oscuras. Una cerda oral larga. Carina surcada. Proboscis amarillenta. Índice genal 3.20 (3.00-6.3). Ojos de color vino, índice ocular 1.11 (1.13-1.16).

Tórax: Marrón, longitud 0.64 (0.74-1.06), con ocho hileras de pelos acrosticales entre las cerdas dorsocentrales anteriores, índice h 0.71 (0.63-0.90). Distancia transversal de las cerdas dorsocentrales 1.88 (1.84-1.94) de la distancia longitudinal, índice dc 0.70 (0.71-0.76). Distancia entre las cerdas escutelares apicales 121.00% (84.61%-111.00%) en relación a las cerdas apicales y basales. Escutelo marrón amarillento. Cerdas escutelares anteriores divergentes, índice scut 0.97 (0.96-1.02); índice esterno 0.41 (0.39-0.79). Patas amarillas.

Alas marrón amarillentas. Índices alares: alar 1.96 (1.95-2.97); C 2.18 (2.10-4.54); ac 2.70 (1.76-2.37); hb 0.48 (0.34-0.45); 4c 1.14 (0.58-1.16); 4v 2.00 (1.50-2.02); 5x 1.88 (1.20-1.57); M 0.68 (0.43-0.61) y Prox x 0.61 (0.57-0.63).

Abdomen: Marrón, primer tergito apenas pigmentado, segundo tergito pigmentado en forma de dos triángulos, del tercer al quinto tergito totalmente pigmentados y sexto tergito con pigmentación en forma de círculo.

Genitalia externa: Placa anal libre, microtrícico. Arco genital (Fig. 35) con 6 cerdas largas en la parte superior y 20 en la parte inferior, lóbulo ventral con una proyección triangular pequeña muy quitinizada, y cerca del surestilo con otra proyección larga igualmente quitinizada. Surestilo semielíptico con nueve dientes primarios en cada lado, con 50 (49-52) dientes secundarios en el lado derecho y 48 (48-50) en el izquierdo y con 10 (11-12) cerdas marginales en el lado derecho y 12 (11-13) en el izquierdo.

Genitalia interna: Edeago (Figs. 37-39) tubular con el extremo distal ovalado cubierto de escamas, de la parte central sobresale una estructura alargada poco quitinizada con la punta membranosa. En vista lateral, ápice triangular (a.t.) escamoso y con el borde aserrado. Pinzas (p.) ventrales largas, muy quitinizadas curvados hacia afuera. Paráfisis rectangular con tres cerdas en el derecho y con cuatro en el izquierdo. Hipandrio (Fig.

36) poco quitinizado en forma de “V”, gonopodio romboidal con dos cerdas en cada lado.

Relación de parentesco: *Drosophila neoprosaltans* sp. nov. se asemeja a *Drosophila prosaltans* en la morfología externa y del edeago.

Etimología. El prefijo “neo” significa reciente. La especie se denomina *D. neoprosaltans* ya que fue descubierta posteriormente a la especie *D. prosaltans*.

No agrupada

Drosophila guacamayos sp. nov.

(Figs. 42-46)

Material tipo. Holotipo ♂ (disectado, genitalia en microtubo, montado en seco).

Holotipo ♂ E. L. Ramos & V. Rafael det. 2014. Ecuador, Napo, Cdlla. Guacamayos (00 ° 37' 08,7 "S 077 ° 50 '21,2" W, 2.200 m). II. 14/02/2012, E.L. Ramos col., (QCAZI 3018); paratipos: 7 ♂ (disectado, genitalia en microtubo, montado en seco), los mismos datos del holotipo (QCAZI 3019-25).

Diagnosis: Tórax marrón claro con siete hileras de pelos acrosticales en desorden entre las cerdas dorsocentrales anteriores y con cuatro cerdas prescutelares. Abdomen marrón amarillento, primer segmento marrón amarillento, del segundo al cuarto tergito con una franja oscura en la parte inferior de cada tergito. Edeago quitinizado con dos crestas trilaminares aserradas en la parte dorsal y dos proyecciones laterales en forma de espina

Cabeza: Marrón amarillenta. Primer y segundo segmento antenal amarillentos. Arista plumosa con tres ramas dorsales y dos ventrales más la terminal bifurcada. Placa orbital marrón amarillenta; longitud frontal 0.48 (0.39-0.40), índice frontal 0.92 (1.02-1.05),

radio de disminución frontal 1.61 (1.34-1.61); triángulo frontal marrón amarillento. Triángulo ocelar marrón 37.50% (38.46% - 45.00%) de la longitud frontal, ocelos amarillos. La cerda orbital media se encuentra más cercana a la orbital anterior y ligeramente hacia el borde exterior de la placa orbital, distancia de or3 a or1 83.33% (81.82% - 83.00%) con respecto de or3 a vtm, distancia or1/or3 0.88 (0.82-0.84), distancia or2/or1 0.65 (0.61-0.62), cerdas postocelares 60.41% (51.28% - 55.00%) y cerdas ocelares 77.08% (107.05% - 107.06%) con respecto a la longitud frontal. Índice vt 1.02 (0.75-0.94), índice vibrisal 0.80 (1.11-1.20). *Frontal vitta* marrón, gena y postgena marrón amarillentas. Una cerda oral larga. Carina marrón amarillenta ligeramente surcada. Proboscis amarillenta. Índice genal 4.93 (6.50-7.11). Ojos de color rojo vinoso, índice ocular 1.27 (1.12-1.22).

Tórax: Marrón claro, longitud 1.04 (0.90-0.97), con siete hileras de pelos acrosticales, en desorden, entre las cerdas dorsocentrales anteriores y con cuatro cerdas prescutelares; índice h 0.85 (0.87-1.04). Distancia transversal de las cerdas dorsocentrales 2.15 (1.84-1.95) de la distancia longitudinal, índice dc 0.84 (0.75-0.77). Distancia entre las cerdas escutelares apicales 112.00% (91.66%-104.54%) en relación a las cerdas apicales y basales. Escutelo marrón claro. Cerdas escutelares anteriores divergentes, índice scut 0.83 (1.05-1.53); índice esterno 1.02 (0.79-0.82). Patas amarillas.

Alas marrón claras. Índices alares: alar 3.47 (2.40-2.60); C 4.22 (4.04-4.11); ac 1.77 (1.87-1.88); hb 0.37 (0.31-0.35); 4c 0.56 (0.62-0.64); 4v 1.37 (1.58); 5x 1.38 (1.14-1.20); M 0.39 (0.41-0.43) y Prox x 0.51 (0.59-0.63).

Abdomen: Marrón amarillento. Primer segmento marrón amarillento, del segundo al cuarto tergito con una franja obscura en la parte inferior de cada tergito. Tercer tergito con línea media dorsal y dos franjas hacia los lados de la línea media dorsal.

Genitalia externa: Placa anal parcialmente unida con cerdas largas y microtrícico. Arco genital (Fig. 42) microtrícico con tres cerdas en la parte superior y 11 en el lóbulo inferior. Surestilo verrucoso rectangular con ocho (7-8) dientes primarios en el lado derecho y ocho (6-7) en el izquierdo; con 60 (51-60) dientes secundarios en el lado derecho y 55 (55-59) en el izquierdo y con 14 (11-12) cerdas marginales en ambos lados.

Genitalia interna: Edeago ancho (Figs. 44-46) quitinizado con dos crestas laterales triangulares, en algunos individuos una o dos espinas en el borde externo. En la parte central con proyección en forma de triángulo con digitaciones. En vista lateral, la parte dorsal del edeago con muy pocas digitaciones y en la parte ventral posterior con dientes u ondulaciones. Paráfisis alargada con tres cerdas. Apodema quitinizado, parte distal ancha y membranosa. Hipandrio (Fig. 43) quitinizado en forma de “V”, gonopodio microtrícico rectangular con dos cerdas en el borde interior.

Etimología. El nombre de la especie *D. guacamayos* hace referencia a la Cordillera de los Guacamayos, lugar de colecta de la especie.

DISCUSIÓN

Los miembros del grupo *Drosophila mesophragmatica* se encuentran distribuidos en los Andes Sudamericanos. Estudios recientes muestran que Ecuador posee más del 50% de las especies del grupo (CÉSPEDES & RAFAEL, 2012). Según los estudios de MOTA y colaboradores (2008) el grupo *D. mesophragmatica* se encuentra dividido en tres subgrupos; el subgrupo *D. viracochi* integrado por *D. viracochi*, el subgrupo *D. gaucha* formado por las especies hermanas *D. pavani* y *D. gaucha* y el subgrupo *D. mesophragmatica* formado por *D. gasici*, *D. brncici* y *D. mesophragmatica*.

En el presente estudio, los análisis morfológicos de la genitalia muestran que *D. neoamaguana* sp. nov. tiene una relación cercana con *D. amaguana*, sin embargo, existen varias diferencias por lo que se puede suponer que ambas especies son gemelas. Primero *D. neoamaguana* sp. nov. no tiene proceso dorsal (p.d.) y *D. amaguana* si tiene proceso dorsal (p.d.) pronunciado. Segundo, *D. neoamaguana* sp. nov. tiene la cabeza del edeago recta y *D. amaguana* tiene la cabeza del edeago curva y dirigida hacia la parte dorsal. Tercero, *D. neoamaguana* sp. nov. tiene el edeago con los espolones subapicales delgados y con las puntas a veces dentadas y *D. amaguana* tiene el edeago con los espolones subapicales gruesos, ligeramente más cortos y con las puntas siempre dentadas. Cuarto, *D. neoamaguana* sp. nov. tiene en la parte ventral del edeago (en vista lateral) un estrechamiento pronunciado debajo de los espolones y *D. amaguana* tiene un estrechamiento, casi imperceptible, debajo de los espolones. Quinto, *D. neoamaguana* sp. nov. tiene la espermateca con una superficie irregular con espinas y *D. amaguana* tiene una superficie casi lisa.

Drosophila neoyanayuyu sp. nov. tiene un gran parecido con *D. yanayuyu* pero con algunas diferencias. Primero, *D. neoyanayuyu* sp. nov. no tiene el tórax atigrado y *D. yanayuyu* si tiene el tórax atigrado. Segundo, *D. neoyanayuyu* sp. nov. tiene el extremo distal del edeago delgado y con una invaginación muy pronunciada, mientras que *D. yanayuyu* tiene el extremo distal del edeago ancho y con una invaginación apenas perceptible. Tercero, *D. neoyanayuyu* sp. nov. tiene crestas delgadas en la zona dorsal del edeago y *D. yanayuyu* tiene las crestas anchas. Cuarto, *D. neoyanayuyu* sp. nov. tiene el gonopodio con 12 cerdas largas en el lado derecho y 13 en el lado izquierdo, mientras que *D. yanayuyu* tiene el gonopodio con una sola cerda y con algunas microproyecciones. Quinto, *D. neoyanayuyu* sp. nov. tiene la espermateca pequeña y ovalada, mientras que *D. yanayuyu* tiene la espermateca más grande y redondeada.

Drosophila cosanga sp. nov. se incluye en el grupo *D. canalinea*. Esta especie nueva tiene el edeago similar a *D. annulosa* pero con la diferencia de que *D. cosanga* sp. nov. tiene el edeago más ancho, con una hendidura pronunciada y con pequeñas espinas en la parte dorsal, además los extremos de los espolones subapicales terminan en punta redondeada. Mientras que *D. annulosa* tiene el edeago alargado, sin hendidura, sin pequeñas espinas y con los espolones subapicales más largos y terminados en punta.

Otra especie nueva encontrada es *Drosophila neoprosaltans* sp. nov., la cual, pertenece al grupo *Drosophila saltans*, que es uno de los cuatro grupos de especies más grandes del subgénero *Sophophora* (MADI-RAVAZZI & SOUZA, 2011). *Drosophila neoprosaltans* sp. nov. sería una especie cercana a *D. prosaltans* debido a sus semejanzas a nivel del edeago, sin embargo existen algunas diferencias; primero, *D. neoprosaltans* sp. nov. tiene una estructura alargada con la punta membranosa que sobresale de la parte central del edeago y *D. prosaltans* no tiene esta estructura. Segundo, *D. neoprosaltans* sp. nov. no tiene proyecciones (pr.) en forma de gancho que salgan del nacimiento de las pinzas (p.) y *D. prosaltans* tiene proyecciones (pr.) en forma de gancho con la punta quitinizada que salen del nacimiento de las pinzas (p.). Tercero, *D. neoprosaltans* sp. nov. tiene el hipandrio menos geométrico y con una hendidura profunda, mientras que en *D. prosaltans* es triangular y no tiene una hendidura. Por lo tanto *D. neoprosaltans* sp. nov., al igual que *D. prosaltans*, pertenecerían al subgrupo *D. saltans* ya que tiene las características principales del subgrupo. Consecuentemente la especie *D. neoprosaltans* sp. nov. debido a sus diferencias marcadas sería una especie genuina.

Drosophila guacamayos sp. nov. forma parte de las especies sin agrupar ya que no se encontró características morfológicas del edeago que permitieran establecer su cercanía con los grupos del género *Drosophila* existentes.

AGRADECIMIENTOS:

A la Pontificia Universidad Católica del Ecuador por financiar los proyectos N° I13058, J13050 y K13051. Al Ministerio del Ambiente por otorgar los permisos de colección N° 001-10 IC-FAU-DNB/MA y N° 001-11 IC-FAU-DNB/MA. A Luna Figuero por su aporte con algunos especímenes paratipos de *Drosophila neoamaguana* sp. nov. A Diego Céspedes e Isabel Tamayo por su ayuda en la fase de campo.

BIBLIOGRAFÍA:

ACURIO, A. & RAFAEL, V. 2009a. Diversity and geographical distribution of *Drosophila* (Diptera Drosophilidae) in Ecuador. **Drosophila Information Service** **92**.

ACURIO, A. & RAFAEL, V. 2009b. Inventario taxonómico de *Drosophila* (Diptera Drosophilidae) en el parque Yasuní, Amazonía Ecuatoriana. **Acta Amazónica** **39** (3): 713-718.

BÄCHLI, G., VILELA, C. R., ESCHER, S.A. & SAURA, A. 2004. The Drosophilidae (Diptera) of Fennoscandia and Denmark. **Fauna Entomologica Scandinavica** **39**. Leiden, Boston, Brill. 362p.

BRAKE, I. & BÄCHLI, G. 2008. **World Catalogue of Insects**, Volumen 9, Apollo Books, Stenstrup, Denmark.

BRNCIC, D & SANTIBAÑEZ, K. 1957. The mesophragmatica group of species of *Drosophila*. **Evolution** **11**: 300-310.

CARSON, H. L., DO VAL, F.C. & WHEELER, M.R. 1983. **International Journal of Entomological** **25**: 239-248.

CÉSPEDES, D. & RAFAEL, V. 2012. Cuatro especies nuevas del grupo de especies *Drosophila mesophragmatica* (Diptera, Drosophilidae) de los Andes ecuatorianos. **Iheringia**. Série Zoologia, 102(1), 71-79.

DE MEDEIROS, H. F. & KLACZKO, L. B. 2004. How Many Species of *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae) remain to be described in the forest of São Paulo, Brazil? Species List of Three Forest Remnants. **Biota Neotropica**, v4 (n1).

FIGUERO, M. & RAFAEL, V. 2013. Descripción de tres especies nuevas del género *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae) en el Ecuador. **Iheringia**, Série Zoologia. Porto Alegre, 103(3):246-254.

HUNTER, A. S. & HUNTER, R. A. 1964. The Mesophragmatica Species Group of *Drosophila* in Colombia. *Annals of the Entomological Society of America* 57: 732-736.

JAEGER, C. & SALZANO, F. 1953. "*Drosophila gaucha*", a new species from Brasil. **Revista Brasileira de Biologia** 13 (3): 205-208.

MADI-RAVAZZI, L. & SOUZA, T. 2011. Phylogeny of the saltans group of *Drosophila* based on characteristics of the male terminalia. **Resumos do 57º Congresso Brasileiro de Genética**. Águas de Lindóia. Brasil.

MAGALHÃES, L. E. 1956. Description of four new species of the "*saltans*" group of "*Drosophila*" (Diptera). **Revista Brasileira de Biología** 16 (3): 273-280. Rio de Janeiro, D. F.

MAGALHÃES, L. E. & BJÖRNBERG, A. J. 1957. Estudo da genitália masculina de "*Drosophila*" do grupo "*saltans*" (Diptera). **Revista Brasileira de Biología** 17 (4): 435-450. Rio de Janeiro, D. F.

MAGALHÃES, L. E. 1962. Notes on the taxonomy, morphology, and distribution of the saltans group of *Drosophila*, with descriptions of four new species. **The University of Texas Publication**. Reprint from Studies in Genetics II.

MATEUS, R. P., BUSCHINI, M. L. T. & SENE, F. M. 2006. The *Drosophila* community in xerophytic vegetation of the upper Parana-Paraguay River Basin. **Brazilian Journal of Biology** **66** : 719- 729.

MOTA, N. R., ROBE, L. J., VERA, L. S., BUDNIK, V. M. & LORETO, E. 2008. Phylogeny of the *Drosophila mesophragmatica* group (Diptera, Drosophilidae): an example of Andean evolution. **Zoological Science** **25**:526-532.

O'GRADY, P. & KIDWELL, M. 2002. Phylogeny of the subgenus *Sophophora* (Diptera, Drosophilidae) based on combined analysis of nuclear and mitochondrial sequences. **Molecular Phylogenetics and Evolution** **22** (3):442-453.

RAFAEL, V. & ARCOS, G. 1989. **Evolución Biológica** **3**: 233-243.

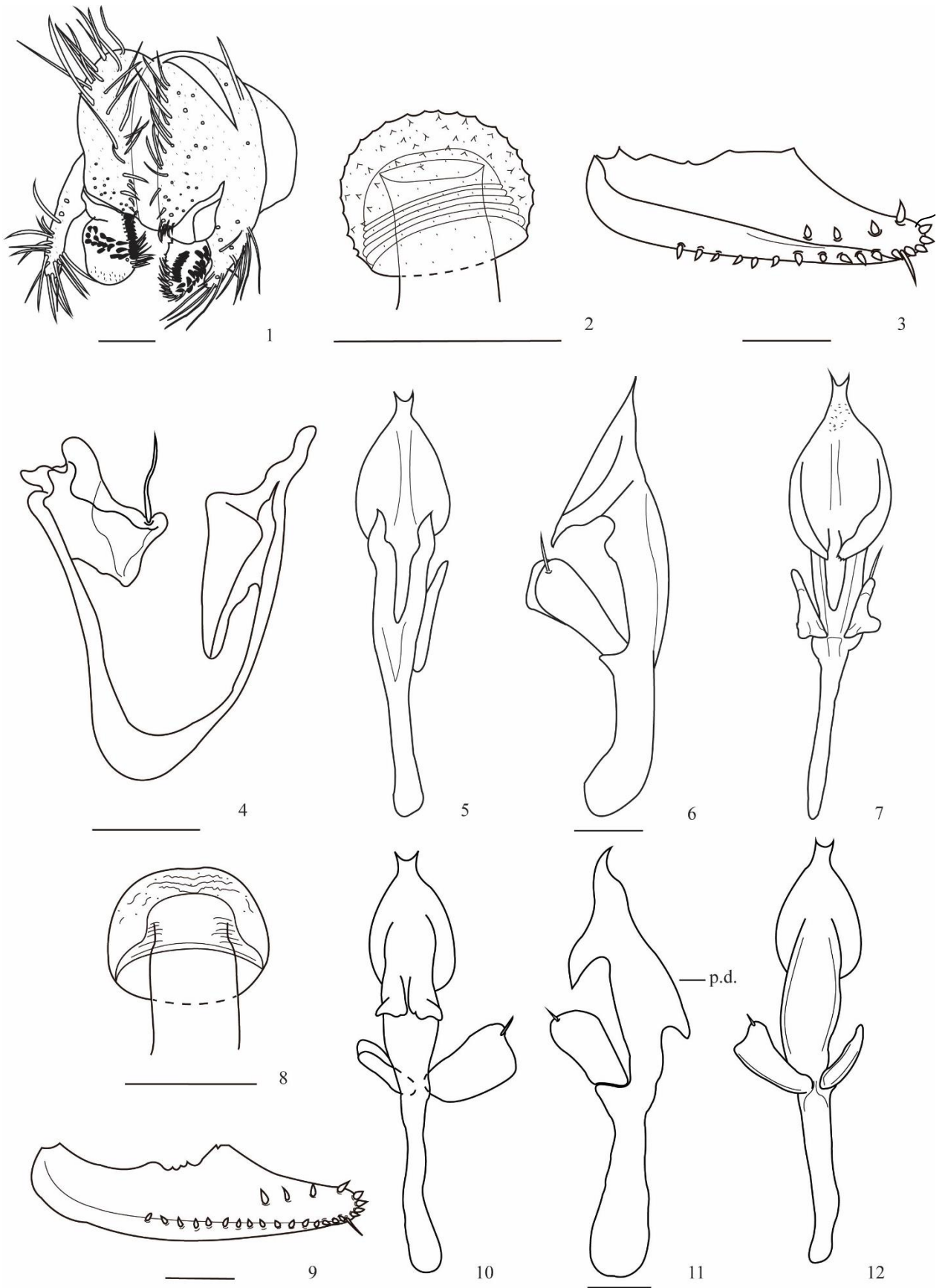
RATCOV, V. & VILELA, C. R. 2007. Two new species of *Drosophila* belonging to the canalinea group (Diptera, Drosophilidae). **Iheringia**. Série Zoologia, **97**(3), 336-342.

SOUZA, T., NOLL, F., BICUDO, H. & MADI-RAVAZZI, L. 2014. Scanning Electron Microscopy of Male Terminalia and Its Application to Species Recognition and Phylogenetic Reconstruction in the *Drosophila saltans* Group. **PLoS ONE** **9**(6): e97156.

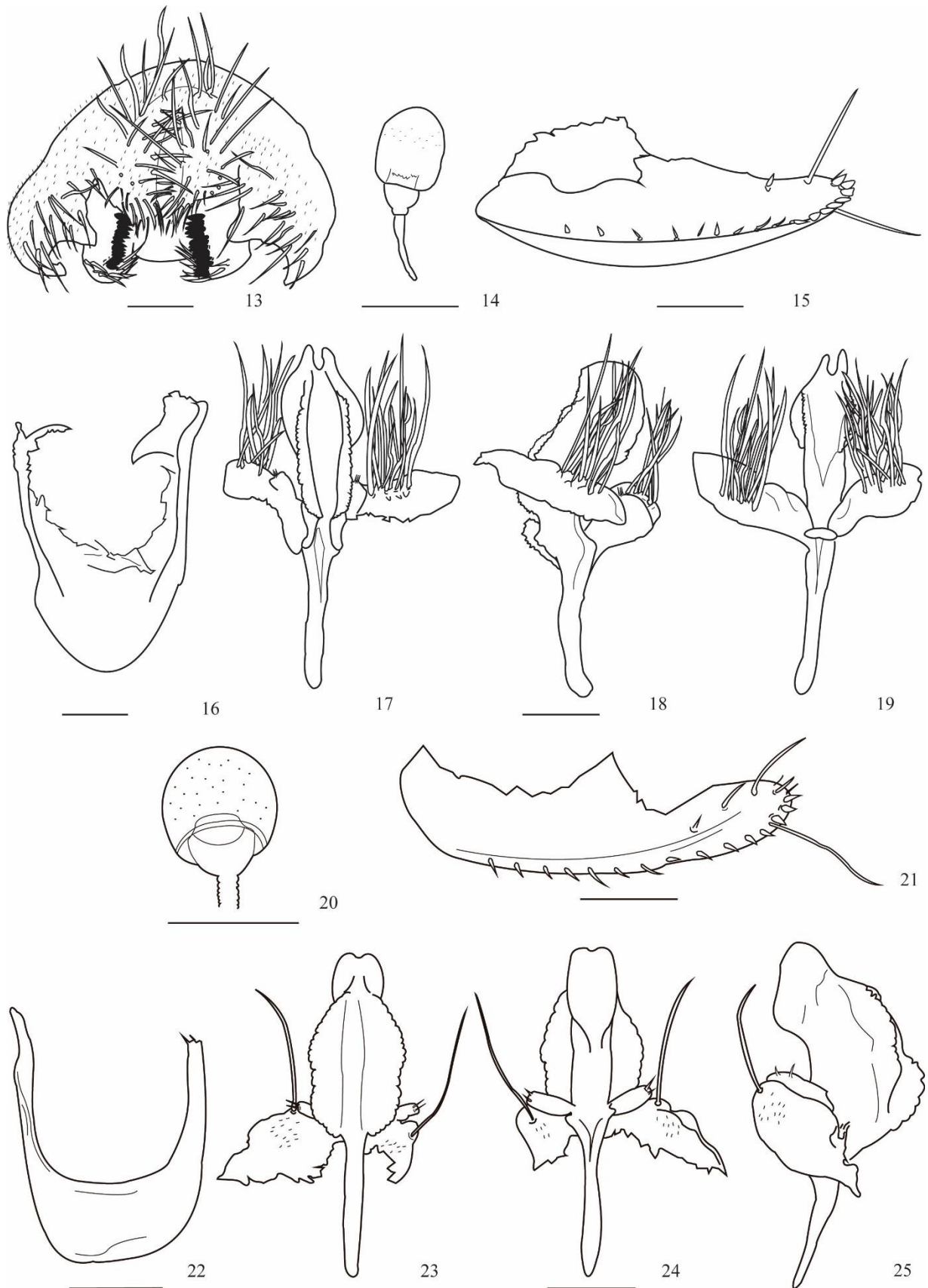
VELA, D. & RAFAEL, V. 2004. Three new andean species of *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae) of the mesophragmatica group. **Iheringia**. Série Zoologia, **94**(3), 295-299.

VILELA, C. R. & BÄCHLI, G. 1990. Taxonomic studies on Neotropical species of seven genera of Drosophilidae (Diptera). Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft. **Bulletin de la Société Entomologique Suisse**. Vol. 63.

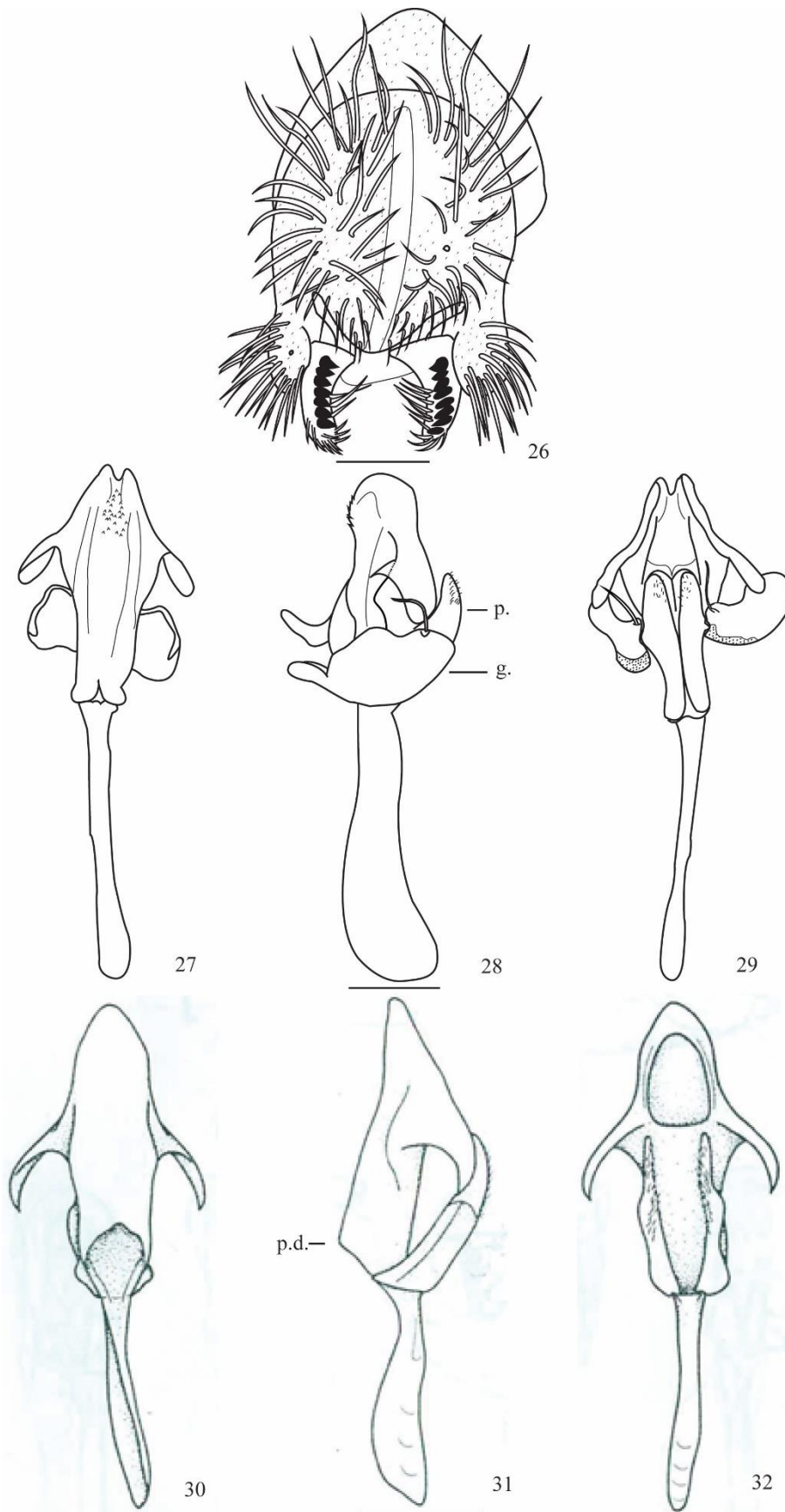
WHEELER, M. 1961. Some Drosophilidae (Diptera) from the Galapagos Islands. **Annals of the Entomological Society of America** 54 (5) 750.



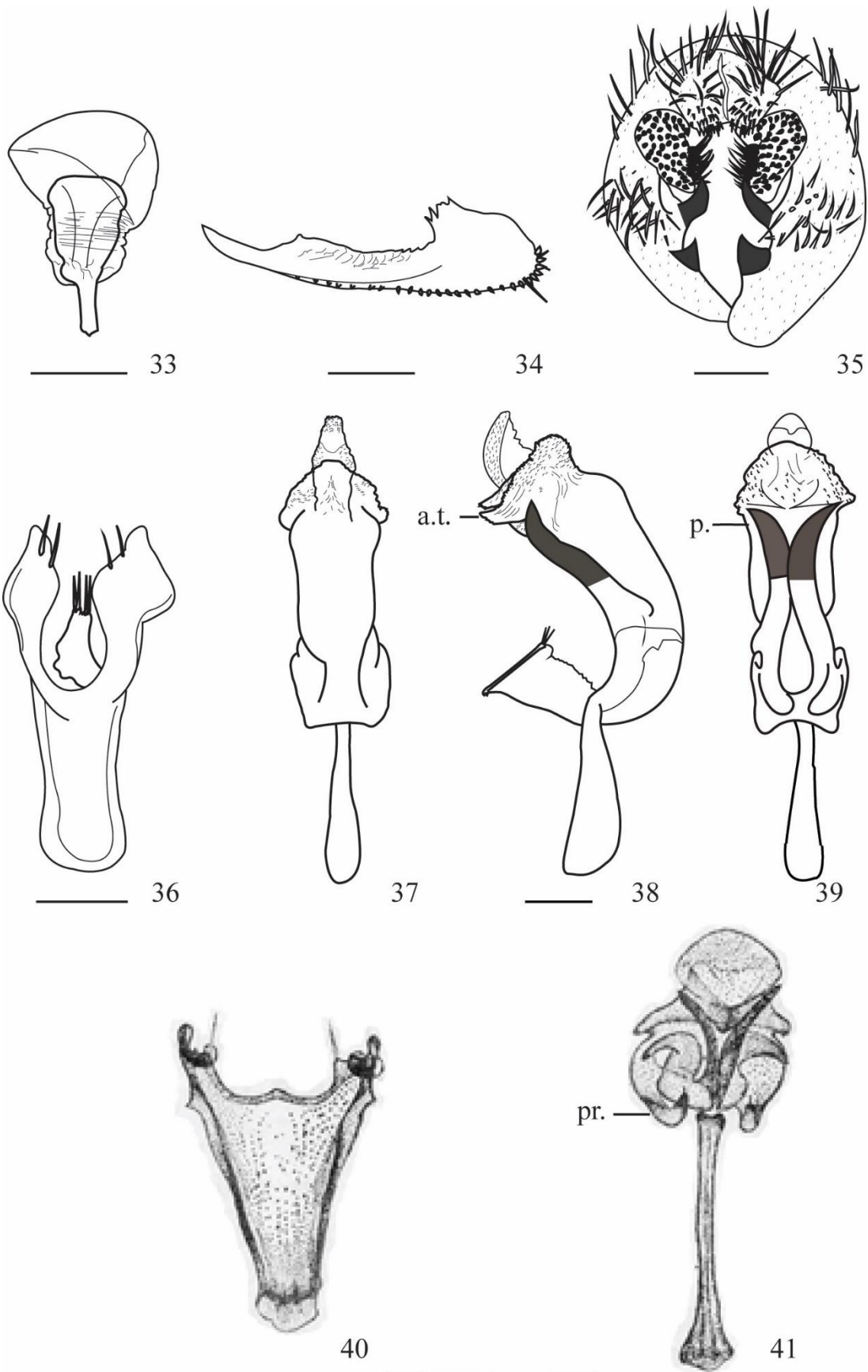
Figs. 1- 12. *Drosophila neoamaguana* sp. nov. 1, epandrio, cerci y surestilo; 2, espermateca; 3, oviscapto; 4, hipandrio; 5-7, edeago en vistas dorsal, lateral y ventral, respectivamente. *D. amaguana* 8, espermateca; 9, oviscapto; 10 – 12, edeago de en vistas dorsal, lateral y ventral (escala= 100um) p.d. = proceso dorsal.



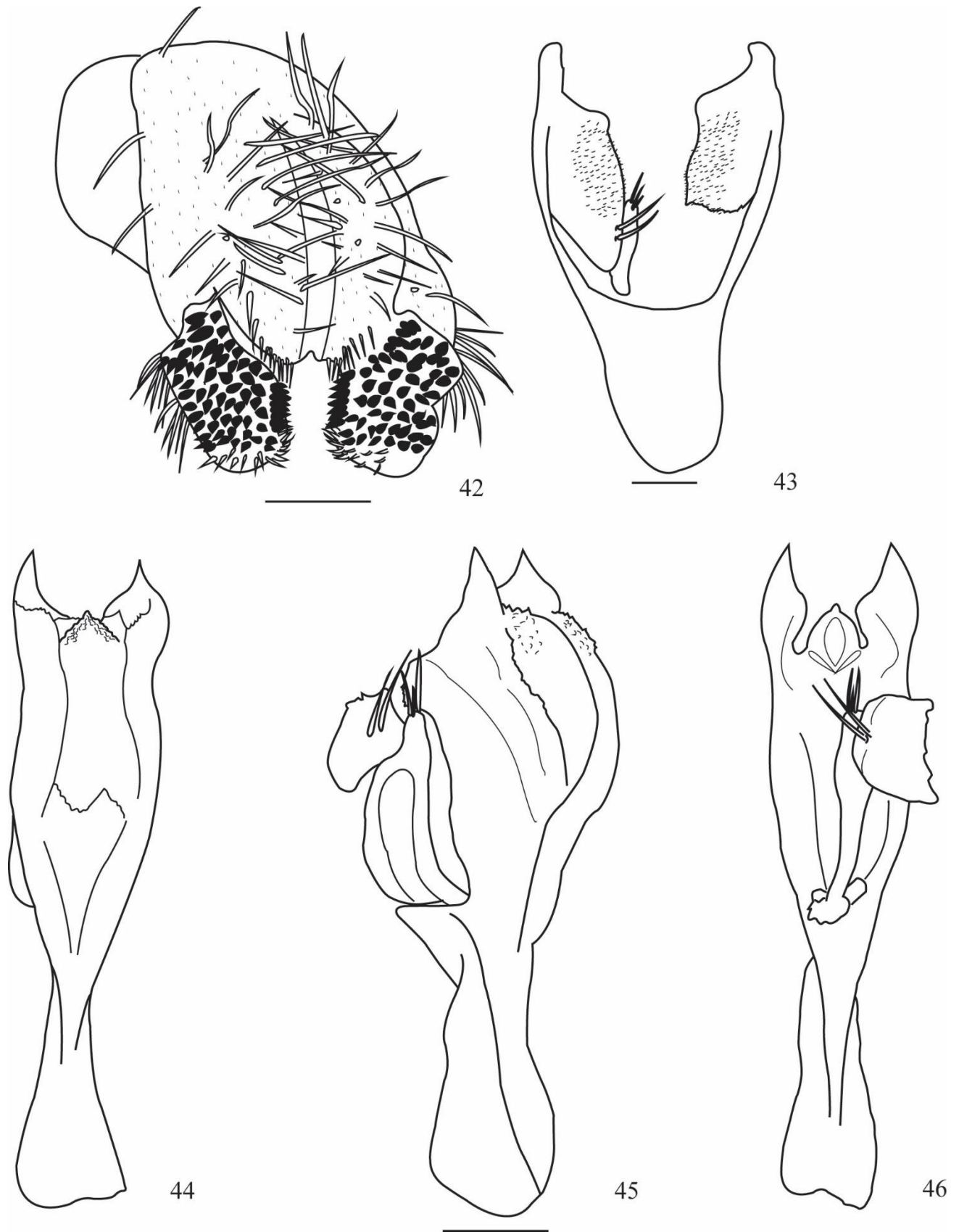
Figs. 13- 25. *Drosophila* sp. *neoyanayuyu* nov. 13, epandrio, cerci y surestilo; 14, espermateca; 15, oviscapto; 16 hipandrio; 17-19, edeago en vistas dorsal, lateral y ventral, respectivamente. *D. yanayuyu*: 20, espermateca; 21, oviscapto; 22, hipandrio; 23-25 edeago en vistas dorsal, lateral y ventral (escala= 100um).



Figs. 26 - 32. *Drosophila cosanga* sp. nov. 26, epandrio, cerci, surestilo; 27 - 29, edeago en vistas dorsal, lateral y ventral, respectivamente; 30 - 32, edeago de *D. annulosa* (tomado de Vilela & Bächli, 1990) en vistas dorsal, lateral y ventral (escala= 100um) p.= paráfisis, g.= gonopodio, p.d.= proceso dorsal.



Figs. 33 - 41. *Drosophila neoprosaltans* sp. nov. 33, espermateca (doblada); 34, oviscapto; 35, epandrio, cerci, surestilo; 36, hipandrio y gonopodio; 37 - 39, edeago en vistas dorsal, lateral y ventral (escala= 100um); 40-41, hipandrio y edeago de *D. prosaltans* (tomado de Magalhães & Björnberg, 1957) en vista semiventral (escala= 400u) a.t.= apice triangular; p= pinzas; pr= proyecciones.



Figs. 42 - 46. *Drosophila guacamayos* sp. nov. 42, epandrio, cerci, surestilo; 43, hipandrio; 44 - 46, edeago en vistas dorsal, lateral y ventral, respectivamente (escala= 100um).

Three new species of *Drosophila tripunctata* group (Diptera: Drosophilidae) in the eastern Andes of Ecuador.

Tres especies nuevas del grupo *Drosophila tripunctata* (Diptera: Drosophilidae) en los Andes Orientales de Ecuador.

Emily Ramos Guillín¹ & Violeta Rafael¹

1 Laboratorio de Genética Evolutiva, Escuela de Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Apartado: 17-01-2184, Quito, Ecuador.

(em.lis.ramos@hotmail.com; vrafael@puce.edu.ec)

ABSTRACT:

Three new species of the *Drosophila tripunctata* group are described and illustrated. These new species were captured using plastic bottles containing pieces of fermented banana with yeast. The collections were from Napo Province, Ecuador at 2 200 m and 3 362 m above sea level. The new species are: *Drosophila napoensis* sp. nov., *Drosophila cuyuja* sp. nov. and *Drosophila quijos* sp. nov. The first two species belong to subgroup I and the latter species belong to subgroup III of the *Drosophila tripunctata* group.

KEYWORDS: Diversity, *Drosophila tripunctata* group, Neotropical Region, new species, genitalia.

RESUMEN:

Se describen e ilustran tres especies nuevas del grupo *Drosophila tripunctata*. Estas especies fueron capturadas con trampas hechas de botellas de plástico que contenían pedazos de plátano fermentados con levadura. Las colectas fueron realizadas en la provincia de Napo, Ecuador, a 2 200 y 3 362 metros sobre el nivel del mar. Las especies nuevas son: *Drosophila napoensis* sp. nov., *Drosophila cuyuja* sp. nov. y *Drosophila quijos* sp. nov. Las dos primeras especies pertenecerían al subgrupo I y la última especie al subgrupo III del grupo *D. tripunctata*.

Palabras clave: Diversidad, grupo *Drosophila tripunctata*, Región Neotropical, especies nuevas, genitalia.

INTRODUCTION:

We describe three new species of *Drosophila* that belong to the *tripunctata* group of the subgenus *Drosophila*, as originally established by STURTEVANT (1942). Based on morphological characters, this group has been divided into four subgroups: Subgroup I is probably transitional to the *guarani* group (Frota-Pessoa, 1954). Subgroup II is the most typical of the group. Subgroups I and II considered to be more related to each other than to subgroups III and IV. Subgroup III is probably transitional to the *cardini* group (Frota-Pessoa, 1954). Subgroup IV also has some affinities

to this group, since three of these species have white faces like some members of the *cardini* group (Frota-Pessoa, 1954).

However, the identification of this group of species is difficult, due to the great intraspecific variation observed in the bands and spots on the distal tergites. The male terminalia have been the most reliable characters for differentiating between closely related species (Vilela, 1992). According to Frota-Pessoa (1954), the representative characteristics of the *tripunctata* group are: the mesonota are without markings, the carina are never sulcate and the anal plates are separated from the genital arch.

The *tripunctata* group is endemic to the Neotropical Region, where it represents the second largest formal group of species, surpassed only by the *D. repleta* species group (Vilela, 1921). In Ecuador, 23 species have been recorded: *D. metzii* Sturtevant, 1921; *D. paraguayensis* Duda, 1927; *D. bandeirantium* Dobzhansky & Pavan, 1943; *D. mediosignata* Dobzhansky & Pavan, 1943; *D. mediopicta* Frota-Pessoa, 1954; *D. johnstonae* Pipkin & Heed, 1964; *D. roehrae* Pipkin & Heed, 1964; *D. cuaso* Vilela & Ratcov, 2000; *D. loewi* Vilela & Bächli, 2000; *D. carlosvilelai* Vela & Rafael, 2001; *D. fontdevilai* Vela & Rafael, 2001; *D. machachensis* Vela & Rafael, 2001; *D. paschoensis* Vela & Rafael, 2001; *D. pilaresae* Vela & Rafael, 2001; *D. tomasi* Vela & Rafael,

2001; *D. valenciai* Vela & Rafael, 2001; *D. ichubamba* Vela & Rafael, 2005; *D. ninarumi* Vela & Rafael, 2005; *D. patacorona* Vela & Rafael, 2005; *D. quillu* Vela & Rafael, 2005; *D. surucucho* Vela & Rafael, 2005; *D. urcu* Vela & Rafael, 2005 and *D. condorhuachana* Céspedes & Rafael, 2012.

The *tripunctata* group radiated from the Paleotropics and diversified in the Neotropics. The progenitors of the *tripunctata* radiation probably fed on living fungi, flowers and fruits in the process of fermentation as larvae (Throckmorton, 1975). Currently, the members of the *tripunctata* group are generalist feeders as larvae. Ovipositing females typically choose mushrooms over fruits, but mushrooms also constitute a favorable breeding site for larvae; this variation in oviposition site could have a genetic basis potentially leading to speciation by larval host (Jaenike, 1989). In the Neotropics, species in the *tripunctata* group have a high diversity of yeast associated with different strategies for utilization of substrates for larval feeding (Morais *et al*, 1992) The *tripunctata* species group has a Neotropical distribution with Brazil the center of diversity. Only *Drosophila tripunctata* is found in the Nearctic region (Markow & O'Grady, 2005)

MATERIALS AND METHODS:

The flies were collected in Napo Province in northeastern Ecuador in the foothills of the Andes descending to the

Amazon region. Collections were made at two altitudes, 2 200 m (00° 37' 08,7" S 077° 50' 21,2"W) and 3 362 m (0° 22' 52.6" S, 078° 09' 44.4" W). Traps (40) were placed in each location separated by five meters and one meter high from the base of the trees that marked the sampling locations. The traps were made with a 500 ml plastic bottle and baited with banana pieces (2cm) previously fermented for 24 hours with yeast.

Living flies in the traps were captured with an entomological aspirator and collected in a tube with standard *Drosophila* culture media. Females were individually isolated after mating to produce is female lines. The larvae and imago were maintained on gelatin-banana media. Dead flies were collected in microcentrifuge tubes with ethanol (70%). The external morphology of each fly was examined under a stereomicroscope (Zeiss; Discovery V8) and measured with the AxioVision program. Terminalia were dissected out of the abdomen and placed in KOH (10%) and boiled for ten minutes. They were then placed in glycerol (60%) for description, photography and preservation before being double-mounted in microvials and as dried, mounted specimens. Indices of the paratypes are presented in parentheses. Descriptive terms and indices follow the system of Bächli *et al*, (2004).

The holotypes and paratypes of the new species have been deposited in the Museo de Zoología - Invertebrados, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito (QCAZ).

RESULTS:

These three new species in the *tripunctata* group have been described as members of two subgroups, I and III.

Subgroup I: *Drosophila napoensis* sp. nov. and *Drosophila cuyuja* sp. nov.

***Drosophila napoensis* sp. nov.**

(Figs. 1-6)

Type material. Male holotype (dissected, terminalia in microvial), labelled "*D. napoensis* Holotype ♂", E. L. Ramos & V. Rafael det. 2014 Ecuador, Napo, Papallacta (opposite from the west side of Papallacta Lake, across the road), 0°22'52.6"S, 78°09'44.4"W, 3.362 m). II. 08/09/2012, E.L. Ramos col., (QCAZI 3004). Paratype: 1♂ (dissected, terminalia in microvial), the same dates of the holotype (QCAZI 3005).

Diagnosis. Aristae generally with 5 dorsal and 2 ventral branches on the right antenna and 4 dorsal and 3 ventral branches on the left, plus terminal fork. Basal scutellar setae divergent. Surstylus with a row of 10 prensisetae in the left and 8 (9) on the right, 14 inner setae on the

right and 18 on the left. Aedeagus with two lateral serrate projections (ear shaped) whose distal edge almost reaches the apex, apex invaginated with the membranous center and with striae. Hypandrium shield-shaped.

Description. Head. Frons yellowish brown, frontal length 0.40 mm; frontal index = 0.78 (0.83), top to bottom width ratio = 1.31 (1.31). Frontal triangle yellowish brown. Ocellar triangle brown, about 37,50% (35%) of frontal length, ocellus yellow. Orbital plate brown, the medial vertical setae was closer to lateral vertical setae and slightly toward the outer edge of the orbital plate, distance of or3 to or1, 12% (10%) of or3 to vtm, 0.15 (0.13), or1/or3 ratio 0.69 (0.70) or2/or1 ratio 0.60 (0.48) postocellar setae 65% (62.50%) and ocellar setae 90% (87.50%) of frontal length; vt index = 0.79 (0.67), vibrissal index = 0.65 (0.68). Frontal vitta brown. Gena and postgena yellow. Face yellowish brown. Carina yellowish brown, prominent, not sulcate. Cheek index = 11 (9.14). Eyes red; eye index = 1.27 (1.33). First flagellomere brown. Aristaes plumose, right aristaes with 5 dorsal and 2 ventral branches and 4 dorsal and 3 ventral branches in the left, plus terminal fork. Proboscis beige.

Thorax. Brown; length 1.45 (1.05) mm with 6 rows of acrostically setulae between the two anterior dorsocentral setae, h index = 0.94 (1.01). Transverse distance of

dorsocentral setae 1.73 (1.62) of longitudinal distance, dc index = 0.56 (0.57). Scutellum brown. Distance between apical scutellar setae 62% (78%) of that between apical and basal setae; basal scutellar setae divergent; scut index = 1.11 (1.80 -apical scutellar setae broken-). Pleura yellow, sterno index = 0.92 (0.88), median katepisternal setae slightly smaller than the previous one. Legs yellow.

Wings beige, length 3.81 mm (3.83), length to width ratio = 2.11 (2.29). Indices: C= 3.42 (3.92); ac= 2.45 (2.22); hb= 0.30 (0.33); 4C= 0.58 (0.53); 4v= 1.25 (1.35); 5x= 1.12 (1.47); M= 0.34 (0.38); prox. X= 0.30 (0.31).

Abdomen (Fig. 1). Yellow; tergite 1 without pigmentation; tergite 2-4 with a shaded line in the lower part of each tergite and tergites 2-6 with slight pigmentation in the middle.

Length (Body + wings) 4.79 (4.90) mm

Male terminalia (Figs. 2-3). Epandrium microtrichose without setae, with 2 lower short setae poorly sclerotized. Cerci not linked to epandrium. Surstylus almost elliptic and microtrichose; surstylus with a row of 10 prensisetae on the left and 8 (9) on the right, 14 inner setae in the right and 18 in the left. Hypandrium shield-shaped. Gonopod microtrichose with one seta in the middle.

Aedeagus (Figs. 4-6). Poorly sclerotized with two lateral serrate projections (ear shaped) whose distal edge almost reaches the apex. Apex invaginated with a membranous center and with striae. Aedeagal apodeme less sclerotized. Paraphyses broken with fine hairs.

Etymology. Named in honor of Ecuador's province, Napo, where the specimens were collected.

Relationship to other species. The general shape of the male terminalia, especially the aedeagus, suggests a close relationship to *D. loewi* Vilela & Bächli, 2000.

***Drosophila cuyuja* sp. nov.**

(Figs. 7-12)

Type material. Male Holotype (dissected, terminalia in microvial), labelled "*D. cuyuja* Holotype ♂ , E. L. Ramos & V. Rafael det. 2014 Ecuador, Napo, Papallacta (opposite to Papallacta Lake), 0°22'52.6"S, 78°09'44.4"W, 3.362 m). II. 11/11/2012, E.L. Ramos col., (QCAZI 3003).

Diagnosis. Aristae plumose, right arista with 4 dorsal and 2 ventral branches and 3 dorsal and 2 ventral branches on the left, plus terminal fork. Abdomen beige; tergite 1 with less pigmentation; tergite 2 with a median pigmented triangular spot, tergites 2-4 with a dark pigmented hourglass shape. Aedeagus sclerotized with two crests

serrated laterally on the ventral part and two membranous projections with striae on the upper dorsal part.

Description. Head. Frons yellowish brown, frontal length 0.43 mm; frontal index = 0.84, top to bottom width ratio = 1.68. Frontal triangle yellow. Ocellar triangle yellowish brown, 37% of frontal length, ocellus yellow. Orbital plate yellowish brown, the medial vertical seta was closer to lateral vertical seta and slightly towards the outer edge of the orbital plate, distance of or3 to or1 7% of or3 to vtm 16%, or1/or3 ratio 0.52, or2/or1 ratio 0.55, postocellar setae 67% and ocellar setae 88% of frontal length; vt index = 0.89, vibrissal index = 0.57. Frontal vitta yellow. Gena and postgena yellow. Carina yellow, prominent and not sulcate. Cheek index = 8.11. Eyes wine red; eye index = 1.35. First flagellomere yellow. Aristae plumose, right arista with 4 dorsal and 2 ventral branches and 3 dorsal and 2 ventral branches on the left, plus the terminal fork. Proboscis yellow.

Thorax. Yellowish brown; length 1.70 mm with 6 rows of acrostic setulae between the two anterior dorsocentral setae, h index = 0.83. Transverse distance of dorsocentral setae 1.81 of longitudinal distance, dc index = 0.89. Scutellum yellow. Distance between apical scutellar setae 73% of that between apical and basal setae; basal scutellar

setae divergent; scut index = 1.62. Sterno index= 0.83.
Legs yellow.

Wings beige, length 2.42 mm, length to width ratio= 2.39.
Indices: C= 5.0; ac= 1.94; hb= 0.25; 4C= 0.41; 4v= 1.17;
5x= 1.08; M= 0.30; prox. x= 0.33.

Abdomen (Fig. 7). beige; tergite 1 with less pigmentation;
tergite 2 with a middle pigmentation like a triangle,
tergites 2-4 with dark pigmented hourglass shape.

Length (Body + wings) 3.8 mm.

Male terminalia (Figs. 8-9). Epandrium microtrichose with
1 upper long seta in the right side and 3 lower long setae
in the left side. Cerci not linked to epandrium. Surstylus
microtrichose and rectangular with a row of 11 prenisetae
in the left and 10 in the right, 11 inner setae in both
sites of ventral lobe. Hypandrium sclerotized, shield-
shaped. Gonopod oval and microtrichose.

Aedeagus (Figs. 10-12). Sclerotized with two crests
serrated laterally on the ventral part and two membranous
projections with striae on the upper dorsal part. Aedeagal
apodeme less sclerotized and strongly bent toward the
ventral part. Ventral rod triangle-shaped. Paraphyses with
a small sclerotized microprojections, "C" shaped with a
long seta on the upper edge and 2 on the inner edge of
middle gonopod.

Etymology. This species is named in honor of the Cuyuja region of Napo Province, Ecuador.

Relationship to other species. The general shape of the male terminalia does not suggest any relationship to other species of *Drosophila tripunctata* group.

Subgroup III: *Drosophila quijos* sp. nov.

***Drosophila quijos* sp. nov.**

(Figs. 13-18)

Type material. Male Holotype (dissected, terminalia in microvial), labelled "D. *quijos* Holotype ♂, E. L. Ramos & V. Rafael det. 2014 Ecuador, Napo, Cordillera de los Guacamayos, 0°22'52.6"S, 78°09'44.4"W, 3.362 m). II. 16/05/2012, E.L. Ramos col., (QCAZI 3001). Paratype: 1♂ (dissected, terminalia in microvial), the same date as the holotype (QCAZI 3002).

Diagnosis. Aristae plumose, right arista with 8 dorsal and 3 ventral branches and 7 dorsal and 3 ventral branches on the left, plus the terminal fork. Abdomen yellow with dorsal midline; tergite 1 with little pigmentation on the lower part of the tergite (without dorsal midline); tergites 2-5 with dark brown lateral bands which increase in wide apically and slightly narrowed laterally. Apex of aedeagus with a wide invagination and dorsally with a voluminous projection with bright studs. Aedeagal apodeme

sclerotized (broken in the paratype). Paraphyses long with two pedunculated setae.

Description. Head. Frons brown, frontal length 0.45 mm (0.47); frontal index= 0.80 (0.86), top to bottom width ratio= 1.48 (1.40). Frontal triangle yellowish brown. Ocellar triangle dark brown, 33% (35%) of frontal length, ocellus yellow. Orbital plate brown, the medial vertical seta is closer to lateral vertical setae and slightly towards the outer edge of the orbital plate, distance of or3 to or1 8% (10%) of or3 to vtm 15% (15%), or1/or3 ratio 0.73 (0.70), or2/or1 ratio 0.60 (0.62), postocellar setae 66% (65%) and ocellar setae 82% (80%) of frontal length; vt index= 1.10 (1.0), vibrissal index= 0.52 (0.50). Frontal vitta brown. Gena and postgena yellowish brown. Carina yellow, prominent, not sulcate. Cheek index = 10.85 (9.21). Eyes wine red; eye index = 1.31 (1.33). First flagellomere yellowish brown. Aristae plumose, right arista with 8 dorsal and 3 ventral branches and 7 dorsal and 3 ventral branches on the left, plus terminal fork. Proboscis yellow.

Thorax. Brown; length 0.87 mm (0.81) with 6 rows of acrostic setulae between the two anterior dorsocentral setae, h index= 0.89 (0.80). Transverse distance of dorsocentral setae 2.0 (1.98) of longitudinal distance, dc index = 0.80 (0.83). Scutellum brown. Distance between apical scutellar setae 92% of that between apical and basal

setae; basal scutellar setae divergent; scut index= 1.01 (1.30). Sterno index= 0.63 (0.71), median katepisternal setae slightly smaller than the previous one. Legs yellow.

Wings beige, posterior crossvein slightly infusate, length 3.77 mm (3.90), length to width ratio= 2.11 (2.0). Indices: C= 4.09 (4.0); ac= 2.16 (2.3); hb= 0.23 (0.30); 4C= 0.50 (0.54); 4v= 1.16 (1.0); 5x= 1.20 (1.02); M= 0.32 (0.45); prox. x= 0.33 (0.43).

Abdomen (Fig. 13). Yellow with dorsal midline; tergite 1 with little pigmentation in the lower part of the tergite and without dorsal midline; tergites 2-5 with dark brown lateral bands which increase in width apically and slightly narrowed laterally; tergite 6 pigmented entire width and length.

Length (Body + wings), 4.64 mm (4.82).

Male terminalia (Figs. 14-15). Epandrium microtrichose with 2 long lower setae. Cerci not linked to epandrium. Cerci microtrichose with long setae. Surstylus sclerotized with a row of 12 prenisetae on the left and 14 on the right, 9 inner setae on the right and 10 on the left. There were two groups of outer setae: 6 inward and 19 outward. Hypandrium shield-shaped with sclerotized edge (broken in the paratype).

Aedeagus (Figs. 16-18). Sides of the aedeagus sclerotized with two lateral and serrate projections. Apex with a wide invagination and dorsally with a voluminous projection with bright studs near to the lateral projections. Aedeagal apodeme sclerotized (broken in the paratype). Paraphyses long with two pedunculated setae.

Etymology. Named in honor of the Quijos region of Napo Province, Ecuador where the specimens were collected.

Relationship to other species. The general shape of the male terminalia, especially the aedeagus, suggests a close relationship to *D. bandeirantum* in the *tripunctata* group.

DISCUSSION

The two new species, *Drosophila napoensis* and *Drosophila cuyuja* should be placed in subgroup I of the *tripunctata* group because these species are yellowish, without pollinosity, the mesonotum is without markings, the anal plate is without spikes and the anterior crossvein is not clouded. Another group that could be appropriate for these species is subgroup IV, however the species described in this paper have a clouded crossvein and the species in subgroup IV do not have clouded anterior crossveins. Other characteristics of subgroup IV are similar to these two new species including: distal tergites with posterior bands interrupted in the middle and expanded laterally,

convergent anterior scutellar setae and a costal index greater than or equal to 4.0 (Frota-Pessoa, 1954).

Drosophila cuyuja is not similar to other species in the *tripunctata* group therefore it could not be assigned into any subgroup. However the external characteristics of *Drosophila cuyuja* clearly indicate that this species should be placed in the *D. tripunctata* group because species in this group are all yellowish, in general dull or slightly shining, without markings on the mesonotum; with red eyes, darker dorsally than ventrally; sterno index about 0.6 and basal scutellar setae are general divergent (Frota-Pessoa, 1954). The genitalia characteristics of *D. cuyuja*, the general shape of the aedeagus, the hypandrium with a distal bow that surrounds the penis, the sharp terminus of the ventral rod and the anal plates are not fused to the genital arch are characteristic of species in the *tripunctata* group (Frota-Pessoa, 1954).

Drosophila napoensis is very similar to *D. loewi* but the most important difference is in the aedeagus. First, *D. napoensis* has the aedeagus tip strongly invaginated without a dorsocentral projection and *D. loewi* has the aedeagus tip only slightly invaginated with a projection in the dorsocentral part. Second, *D. napoensis* has semicircular, ear-shaped projections with a small serrated projection on the dorsal part of the aedeagus and *D. loewi* has completely

circular projections without small projections. Third, the aedeagal apodeme in *D. napoensis* is curved on the dorsal part and *D. loewi* has a straight aedeagal apodeme. Finally in *D. napoensis* the hypandrium is without setula and in *D. loewi* the hypandrium has one inner setula.

External morphology indicated that *Drosophila quijos* should be placed in subgroup III. These species are dull or subshining, have distal tergites with posterior bands of pigment expanded in the middle, the anterior scutellar setae are divergent, the costal index is near 4.0 and the anterior crossvein is slightly clouded (Frota-Pessoa, 1954).

In the first publication describing *D. bandeirantorum* (Dobzhansky & Pavan, 1943) the authors did not describe the male terminalia. Eleven years later, Frota-Pessoa (1954) completed the description and emphasized that this species has a forceps with a row of 10-12 primary teeth, 14-20 secondary teeth on upper surface that are longer and weaker than the primary ones and 7-12 marginal bristles. Vilela (1992) considered that this species has 8 primary teeth, no secondary teeth and 14 marginal bristles that come up to upper surface. This disagreement is because the secondary teeth and marginal bristles are the same dark color and they end in sharp points. In contrast, *Drosophila quijos* has the primary teeth, secondary teeth and marginal

bristles clearly differentiated. In *D. quijos* the aedeagus tip is wide and bifid. *Drosophila bandeirantorum* has an aedeagus with a bifid tip but it is not wide. The aedeagus tip in *D. quijos* has lateral serrate, ear-shaped projections that end in the middle and a dorsal voluminous projection with bright spots. In *D. bandeirantorum*, the aedeagus tip has small lateral projections and the projections are on the ventral part. In *D. quijos* the paraphyses have with two pedunculated setae and the aedeagal apodeme is not curved. *Drosophila bandeirantorum* has only one pedunculated seta and the aedeagal apodeme is curved.

ACKNOWLEDGEMENTS :

The Pontifical Catholic University of Ecuador financed the projects N° J13054 and N° K13051. Ministry of Environment granted collection permits No. 001-10 IC-FAU-DNB / MA and No. 001-11 IC-FAU-DNB / MA. Dr. Clifford Keil and Gabriela Galarza for their review and valuable comments on the manuscript. Lic. Fernanda Salazar for her assistance in archiving the specimens. Isabel Tamayo assisted in the field phase of the project.

REFERENCES :

Bächli G., C.R. Vilela, S.A. Escher & A. Saura. 2004. The Drosophilidae (Diptera) of Fennoscandia and Denmark . Fauna

Entomologica Scandinavica v. 39. Leiden, Boston, Brill.
viii+362pp.

Bächli G., C.R. Vilela, & V. Ratcov. 2000. Morphological differences among *Drosophila paraguayensis* Duda, 1927 and its close relatives (Diptera, Drosophilidae). *Mitteilungen der Schweizerische Entomologischen Gesellschaft [Bulletin de la Societe Entomologique Suisse]* 73:67-92.

Casco M.J. 2008. (en línea). Nuestros animales la diversidad y la extinción: La vida de los bosques Nublados del Ecuador. Universidad de las Américas.
<http://nuestrosanimalesenpeligro.blogspot.com/2008/05/la-vida-de-los-bosques-nublados-del.html>. Acceso: 18/09/2014.

Céspedes D. & V. Rafael. 2012. Descripción de una nueva especie del grupo *Drosophila tripunctata* (Diptera; Drosophilidae) en Cruz Loma, Pichincha, Ecuador. *Revista Ecuatoriana de Medicina y Ciencias Biológicas* 33:124-128.

Dobzhansky T. & C. Pavan. 1943. Studies on Brazilian species of *Drosophila*. *Boletim. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de Sao Paulo* 36: 7-72.

Duda O. 1927. Die sudamerikanischen Drosophiliden (Dipteren) unter Berücksichtigung auch der anderen neotropischen sowie der nearktischen Arten. *Archiv für Naturgeschichte* 91: 1-228.

Frota-Pessoa O. 1954. Revision of the tripunctata group of *Drosophila* with description of fifteen new species (Drosophilidae, Diptera). *Arquivos do Museu Paranaense Curitiba* 10: 253-304.

Jaenike J. 1989. Genetic population structure of *Drosophila tripunctata*: patterns of variation and covariation of traits affecting resource use. *Evolution* 43: 1467-1482.

Markow T.A. & P. O'Grady. 2005. *Drosophila: a guide to species identification and use*. Academic Press.

Morais P.B., A. N. Hagler, C.A. Rosa, L.C. Mendonca-Hagler & L.B. Klaczko. 1992. Yeasts associated with *Drosophila* in tropical forests of Rio de Janeiro, Brazil. *Canadian Journal of Microbiology*, 38, 1150-1155.

Pipkin S.B. & W.B. Heed. 1964. Nine new members of the *Drosophila tripunctata* species group (Diptera: Drosophilidae). *Pacific Insects* 6:256-273.

Sturtevant A. 1921. *The North American Species of Drosophila*. Carnegie Institute of Washington Publication 301: 1-150.

Sturtevant A. 1942. The classification of the genus *Drosophila*, with descriptions of nine new species. *Univ. Tex. Publs* 4213: 5-51.

Throckmorton L.H. 1975. The phylogeny, ecology and geography of *Drosophila*. *Handbook of Genetics*, 3, 421-469.

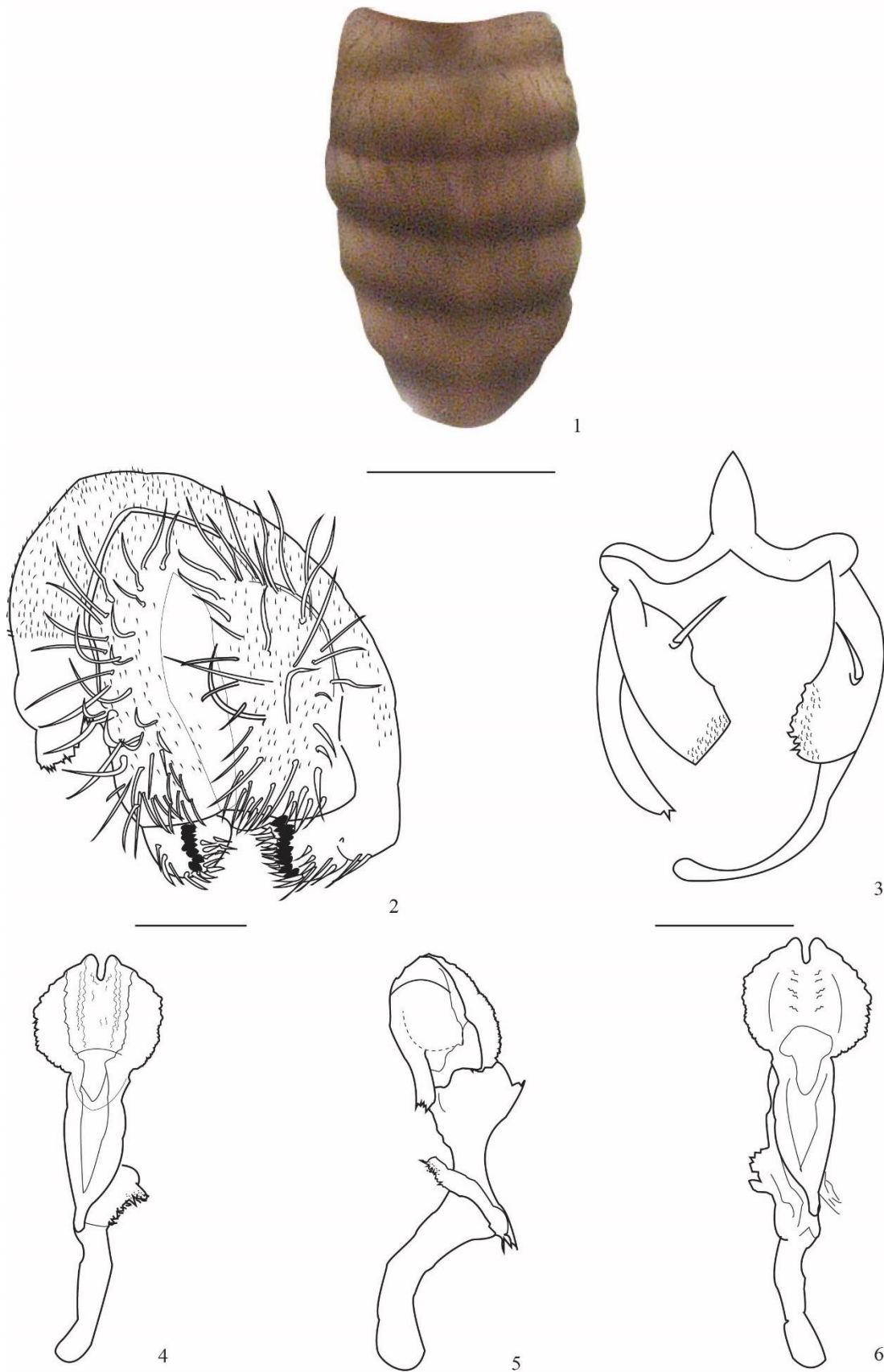
Vela D. & V. Rafael 2001. Ocho nuevas especies del grupo *tripunctata*, genero *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae), y el registro de *Drosophila paraguayensis* en el Bosque Protector Pasochoa, Pichincha-Ecuador. *Revista de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador* 66:92-120.

Vela D. & V. Rafael. 2005. Catorce nuevas especies del género *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae) en el bosque húmedo montano del Volcán Pasochoa, Pichincha, Ecuador. *Revista Ecuatoriana de Medicina y Ciencias Biológicas* 27:27-41.

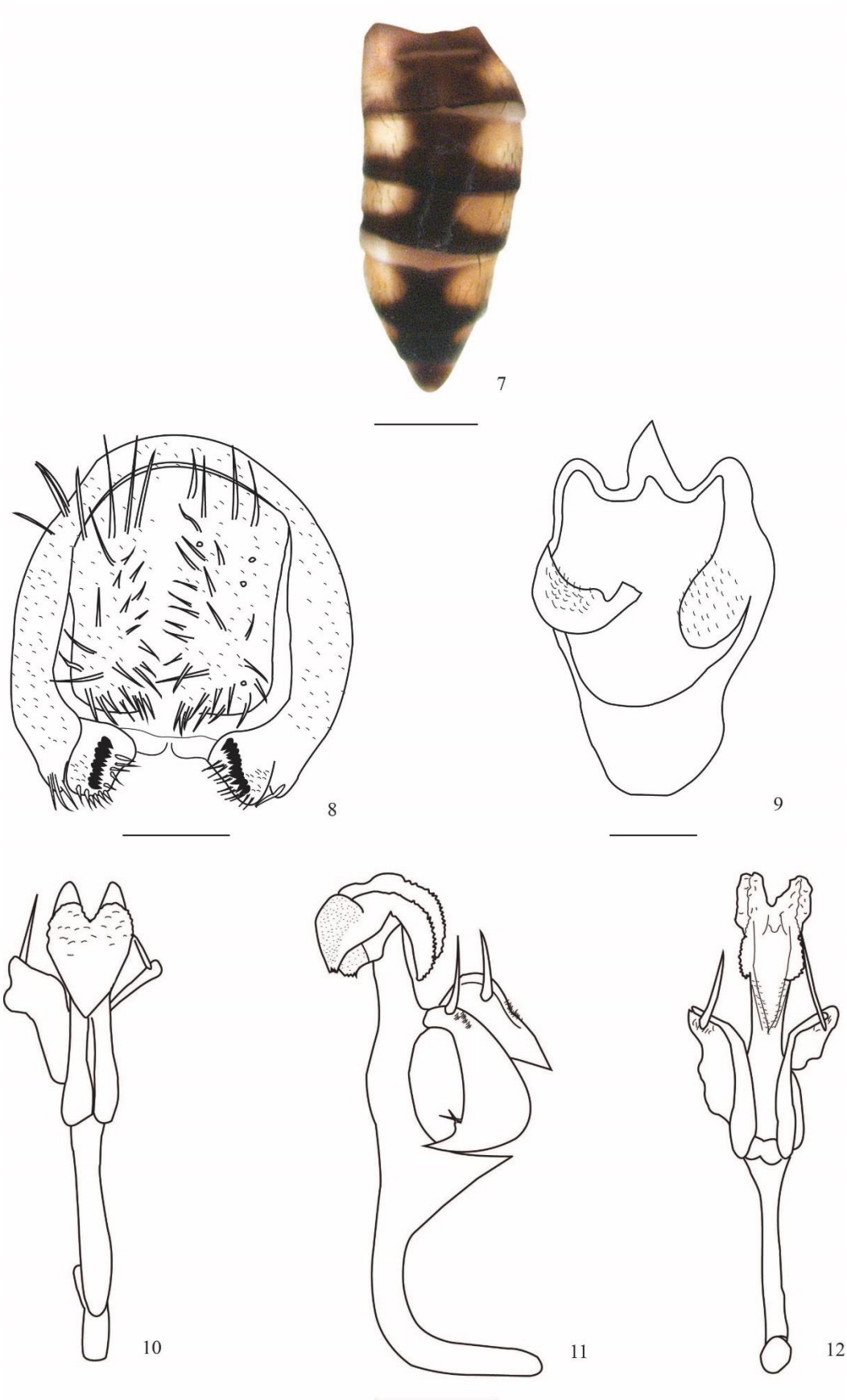
Vilela C. 1992. On the *Drosophila tripunctata* species group (Diptera, Drosophilidae). *Revta Bras. Ent.* 36: 197-221.

Vilela C. & G. Bächli. 2000. Five new species of Neotropical *Drosophila*. *Bulletin de la Société Entomologique Suisse* 73: 49-65.

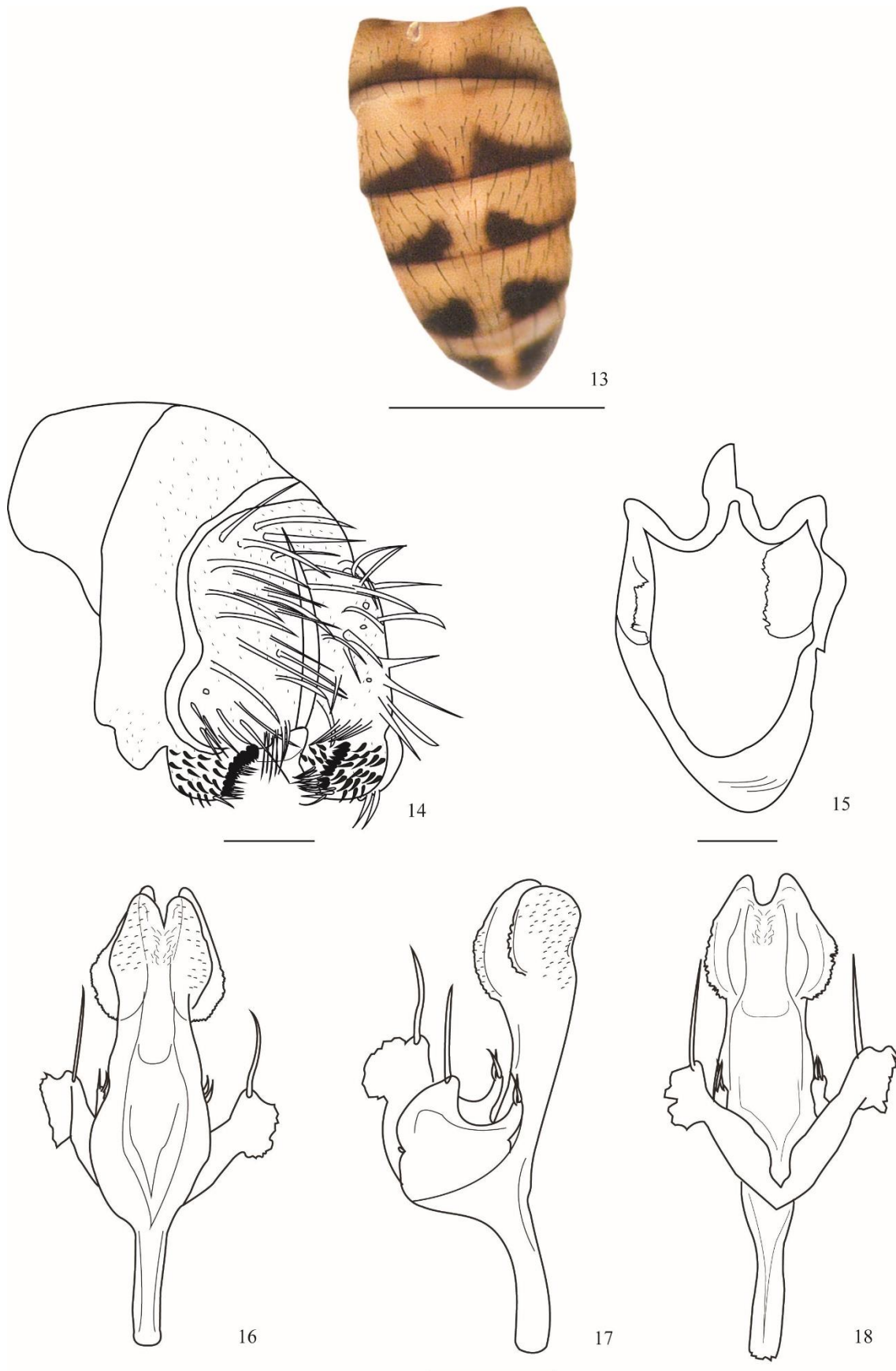
Vilela C. & F. Val. 1985. The male genitalia of types of six members of the *Drosophila tripunctata* species group (Diptera, Drosophilidae). *Revta Bras. Ent.* 29: 503-513.



Figs. 1-6. *Drosophila napoensis* sp. nov. 1, abdomen (scale bar = 1mm); 2, epandrium, cerci, surstyli and decasternum; 3, hypandrium and gonopods in ventral view; 4-6, aedeagus in dorsal, lateral and ventral view, respectively (scale bar = 100um).



Figs. 7-12. *Drosophila cuyuja* sp. nov. 7, abdomen (scale bar = 1mm); 8, epandrium, cerci, surstyli and decasternum; 9, hypandrium and gonopods in ventral view; 10-12, aedeagus and paraphyses in dorsal, lateral and ventral view, respectively (scale bar = 100um).



Figs. 13-18. *Drosophila quijos* sp. nov. 13, abdomen (scale bar = 1mm); 14, epandrium, cerci, surstyli and decasternum; 15, hypandrium and broken gonopods in ventral view; 16-18, aedeagus, paraphyses and broken gonopods in dorsal, lateral and ventral view, respectively (scale bar = 100um).

Two new species in the species groups *Drosophila flavopilosa* and *Drosophila morelia* (Diptera: Drosophilidae) from the eastern Andes of Ecuador.

Emily Ramos Guillín¹ & Violeta Rafael¹

1 Laboratorio de Genética Evolutiva, Escuela de Ciencias Biológicas, Pontificia

Universidad Católica del Ecuador, Apartado: 17-01-2184, Quito, Ecuador.

(em.lis.ramos@hotmail.com; vrafael@puce.edu.ec)

ABSTRACT

Two new species in the species groups *Drosophila flavopilosa* and *Drosophila morelia* (Diptera: Drosophilidae) from the eastern Andes of Ecuador. One species in *Drosophila flavopilosa* group and another in the *Drosophila morelia* group (Diptera: Drosophilidae) are described and illustrated. The larvae of the flies in these groups develop exclusively in flowers and are rarely collected from rotten plant parts. However, in this case, these new species were not collected from flowers but were captured with pieces of fermented banana and yeast. It indicates that this species may be attracted to the odors of yeast fermentation and not only solanaceous flowers. The specimens were collected at 3 362 m above sea level on the eastern slope of the Andes. There are four species of the *Drosophila flavopilosa* group and one species of the

Drosophila morelia group previously described from Ecuador. The new species are: *Drosophila pseudokorefae* sp. nov. in the *Drosophila flavopilosa* group and *Drosophila pseudomorelia* sp. nov. in the *Drosophila morelia* group.

KEYWORDS: Cloud forest, diversity, Napo province, Papallacta Lake

INTRODUCTION

Certain Neotropical drosophilid flies oviposit and complete larval development in living flowers and are rarely collected by net sweeping over decomposing plant material or fungi (Pipkin et al. 1966). Flies in the species groups *D. bromeliae* Sturtevant (1921); *D. flavopilosa* Frey (1919); *D. onychophora* Vilela & Bächli (1990) and *D. morelia* Vilela (2004) develop exclusively in flowers (Figuero et al. 2011).

Robe et al. (2013) listed 17 species in their last revision of the *D. flavopilosa* group. However they did not include *D. gilva* which it was included in this group by Wheeler et al., (1962). Robe et al. (2013) also lists *D. ogradii* Vela & Rafael (2004) as part of the *flavopilosa* group but Santos and Vilela (2005) considered this species as part of the *Drosophila morelia* group and Figuero et al. (2012) confirmed that *D. ogradii* is a member of the *D. morelia* group. Therefore the *D. flavopilosa* group has 17 species including *D. gilva* and excluding *D. ogradii*.

Four species of the *D. flavopilosa* group are present in Ecuador, *D. korefae* Vela & Rafael (2004), *D. sisa* Vela & Rafael (2005), *D. suni* Vela & Rafael (2005) and *D. taxohuaycu* Vela & Rafael (2005). With few exceptions, the species of this group are entirely or mostly dull yellow in color; they have a rather high costal index, a single strong oral bristle and six acrostichal rows on the thorax. The male genitalia have a characteristic structure; the lower portion of genital arch generally has two long bristles; the "toe" is strongly bent forward, usually narrow and elongated and does not cover the clasper. The anal plate is oblong and fused with the genital arch. The penis is slender and long, curved ventrally and with a pair of apical lobes (Wheeler *et al.* 1962).

The *Drosophila morelia* species group has 4 species, *D. carioca* Vilela & Bächli (2004) distributed in Brazil (State of Rio de Janeiro), *D. fluminensis* Vilela & Bächli (2004) in Brazil (State of Rio de Janeiro), *D. morelia* Vilela & Bächli (2004) in Mexico (State of Michoacán) and Panama (Province of Chiriquí) and *D. ogradii* Vela & Rafael (2004). A clear-cut distinction based on external morphology is difficult because several character states overlap and there is considerable individual variability. However, in general these flies are yellowish with a narrow, nose-like carina. The tergites are sulcate with a dark marginal band

which is triangular, medially broadened, almost reaching the anterior tergite, but usually very narrowly interrupted along the midline (Vilela & Bächli 2004). The wings usually have a characteristic shadow across the distal half of the wing, leaving pale areas between the tips of the veins at the wing margin. The hb index is low, 0.29. The surstylus and gonopod are partially microtrichose. The aedeagus is long, arch-shaped, parallel to the ventral rod and becoming narrow near the dorsodistal margin. The aedeagal apodeme is wider than longer and the ventral rod is long (Vilela & Bächli 2004).

MATERIALS AND METHODS:

The specimens were collected in Napo province in the northeast of Ecuador in the foothills of the Andes descending to the Amazon region. Collections were made at 3362 m (0° 22' 52.6" S, 078° 09' 44.4" W). Traps (40) were placed a transect in each of three plots separated by five meters and one meter high from the base of the tree that marked the sampling locations. The traps were made from 500 ml plastic bottles and baited with banana pieces (2cm) previously fermented (one day before) with yeast.

Living flies in the traps were captured with an entomological aspirator and placed in a tube with standard *Drosophila* culture media. Dead flies were collected in microcentrifuge tubes with ethanol (70%). The external

morphology of each fly was examined under a stereomicroscope (Zeiss; Discovery V8) and measured with the AxioVision program. Terminalia were dissected out of the abdomen and placed in KOH (10%) and boiled for ten minutes. They were then placed in glycerol (60%) for description, photography and preservation; before double-mounting in microvials and as dried mounted specimens. Indices of the paratypes are represented in parentheses. Descriptive terms and indices follow the system of Bächli *et al.* (2004).

Types and paratypes of the new species have been deposited in the Museo de Zoología - Invertebrados, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito (QCAZ).

RESULTS

***Drosophila flavopilosa* group**

***Drosophila pseudokorefae* sp. nov.**

(Figs. 1 - 6)

Type material. Male Holotype (dissected, terminalia in microvial), labelled "*D. pseudokorefae* Holotype ♂, E. L. Ramos & V. Rafael det. 2014 Ecuador, Napo, Papallacta (opposite from the west side of Papallacta Lake, across the road), 0°22'52.6"S, 78°09'44.4"W, 3.362 m). II. 08/09/2012, E.L. Ramos col., (QCAZI 3016)". Paratype: 1♂ (dissected,

terminalia in microvial), the same dates of the holotype (QCAZI 3017).

Diagnosis. Abdomen yellow without dorsal midline; tergite 1 without pigmentation; tergites 2-5 with slight pigmentation in the distal part of each one. Hypandrium membranous, V-shaped and the posterior side with two horn-shaped projections. Epandrium microtrichose with four upper setae and 39 and 28 lower setae, right and left respectively. Aedeagus sclerotized long, curved, C-shaped noticeably bifid forming two serrated lobules with finger-shaped membranous projections. Wings beige, posterior crossveins slightly infusate.

Description. Head. Frons yellowish brown frontal length 0.45 (0.42) mm; frontal index = 1.04 (0.97), top to bottom width ratio = 1.44 (1.39). Frontal triangle brown. Ocellar triangle yellowish brown, about 37.77% (35.71%) of frontal length, ocellus yellow. Orbital plate brown, the medial vertical setae is closer to lateral vertical setae and slightly toward the outer edge of the orbital plate, distance of or3 to or1, 64.29% (63.64%) of or3 to vtm, or1/or3 ratio 0.77 (0.75), or2/or1 ratio 0.82 (0.80), postocellar setae 28.88% (30.95%) and ocellar setae 81.11% (87.01%) of frontal length; vt index = 0.90 (0.89), vibrissal index = 0.60 (0.66). Frontal vitta yellowish brown. Gena and postgena yellow. Carina brown and sulcate.

Oral setae prominent, the second slightly smaller than the previous one. Cheek index = 10.85 (9.83). Eyes red wine; eye index = 1.38 (1.11).

First flagellomere brown. Arista plumose, with 4 dorsal and 2 ventral branches, plus terminal fork. Proboscis yellow.

Thorax. Yellowish brown; length 1.22 (0.81) mm with thin dark lines that arise before the dorsocentral bristles with 6 rows of acrostic setulae between the two anterior dorsocentral setae, h index = 1.26 (1.20). Transverse distance of dorsocentral setae 1.88 (2.09) of longitudinal distance, dc index = 0.72 (0.48). Scutellum yellow. Distance between apical scutellar setae 85.71% (83.33%) of that between apical and basal setae; basal scutellar setae divergent; scut index = 1.23 (1.13). Sterno index = 1.31 (0.84). Legs yellow.

Wings beige, posterior crossvein slightly infuscate, length 4.55 mm (3.85), length to width ratio = 2.45 (2.42).

Indices: C, 4.66 (4.73); ac, 2.05 (1.90); hb, 0.23 (0.26); 4C, 0.49 (0.48); 4v, 1.28 (1.27); 5x, 1.22 (1.39); M, 0.32 (0.36); prox. x, 0.40 (0.37).

Abdomen (Fig. 1). Yellow without dorsal midline; tergite 1 without pigmentation; tergite 2-5 with slight pigmentation in the lower part of each one.

Male terminalia (Figs. 2-3). Epandrium (Fig. 2) microtrichose with four upper setae and 39 and 28 lower setae, right and left respectively. Cerci linked to epandrium. Surstylus rectangular and microtrichose with a row of 10 prensisetae in the right and 11 in the left, 16 inner setae in the right and 14 in the left. Hypandrium (Fig. 3) membranous, V-shaped and the posterior side with two horn-shaped projections. Gonopod oval with three long setae in the inner part.

Aedeagus (Figs. 4-6). Sclerotized long, curved, C-shaped, noticeably bifid forming two serrated lobules with finger-shaped membranous projections. Aedeagal apodeme (broken) membranous and rectangular.

Etymology. The word pseudo means false, or unreal. *D. pseudokorefae* was named because it resembles *D. korefae*.

Relationship. *Drosophila pseudokorefae* belongs to the *flavopilosa* group in the subgenus *Drosophila*. The general shape of the male terminalia, especially the aedeagus, suggests a close relationship to *D. korefae*.

***Drosophila morelia* group**

***Drosophila pseudomorelia* sp. nov.**

(Fig. 10-15)

Type material. Male Holotype (dissected, terminalia in microvial), labelled "*D. pseudomorelia* Holotype ♂ , E. L.

Ramos & V. Rafael det. 2014 Ecuador, Napo, Papallacta (opposite from the west side of Papallacta Lake, across the road), $0^{\circ}22'52.6''S$, $78^{\circ}09'44.4''W$, 3.362 m). II. 11/11/2012, E.L. Ramos col., (QCAZI 3014)". Paratype: 1♂ (dissected, terminalia in microvial), the same dates of the holotype (QCAZI 3015).

Diagnosis. Abdomen beige with dorsal midline; tergite 1 with a faint brown line; tergite 2-3 with dark brown lateral bands which increase in width apical slightly narrowed laterally. Epandrium microtrichose with 34 and 30 setae right and left respectively. Aedeagus poorly sclerotized, long, curved, C-shaped. Distal half twice as wide as anterior half, as seen in lateral view; bearing a dorsodistal, thin, process curved anteriorly, ending in a double tip.

This new species was described from two field collected male specimens.

Description. Head. Frons yellowish brown frontal length 0.32 (0.41) mm; frontal index = 0.71 (1.07), top to bottom width ratio = 1.42 (1.39). Frontal triangle yellowish brown. Ocellar triangle dark brown, about 43.75% (46.34%) of frontal length, ocellus yellow. Orbital plate dark brown, the medial vertical setae is closer to lateral vertical setae and slightly toward the outer edge of the orbital plate, distance of or3 to or1, 81.82% (99.01%) of

or3 to vtm, or1/or3 ratio 0.88 (paratype with or3 broken), or2/or1 ratio 0.53 (0.58), postocellar setae 62.50% (36.58%) and ocellar setae 87.50% (87.80%) of frontal length; vt index = 1.11 (0.86). Frontal vitta yellowish brown. Gena and postgena yellowish brown. Carina brown and sulcate. Oral setae prominent. Cheek index = 9.28 (5.54). Eyes red wine; eye index = 1.58 (1.27).

First flagellomere yellowish brown. Aristae plumose, with 4 dorsal and 2 ventral branches, plus terminal fork. Proboscis yellow.

Thorax. Brown; length 0.64 (0.71) mm with 7 rows of acrostic setulae between the two anterior dorsocentral setae, h index = 1.50 (1.51). Transverse distance of dorsocentral setae 1.90 (1.72) of longitudinal distance, dc index = 0.82 (0.45). Scutellum yellowish brown. Distance between apical scutellar setae 98.02% (75.12%) of that between apical and basal setae; basal scutellar setae divergent; scut index = 0.82 (1.39). Sterno index = 0.63 (0.85). Legs yellow.

Wings beige, length 2.0 mm (1.94), length to width ratio = 2.35 (2.36).

Indices: C, 4.51 (4.64); ac, 1.83 (1.82); hb, 0.12 (0.19); 4C, 0.47 (0.44); 4v, 1.12 (1.11); 5x, 1.35 (1.41); M, 0.32 (0.34); prox. x, 0.34 (0.31).

Abdomen (Fig. 10). Beige with dorsal midline; tergite 1 with a faint brown line; tergite 2-3 with dark brown lateral bands which increase in width apically, slightly narrowed laterally.

Male terminalia (Fig. 11-12). Epandrium (Fig. 11) microtrichose with 34 on the right and 30 on the left seta. Cerci linked to epandrium. Surstylus rectangular with a row of 10 prensisetae on the both sides and 13 inner setae on the right and 15 inner setae on the left. Hypandrium (Fig. 12) poorly sclerotized V-shaped and with two horn-shaped projections on the posterior side. Gonopod rectangular with two setae on the left and on the proximal (left) part and with one seta and a hole on the distal (right) part.

Aedeagus (Figs. 13-15) poorly sclerotized long, curved, C-shaped. The last part (lp) is twice as wide as the proximal part, as seen in lateral view; bearing a dorsodistal process, thin and curved anterior, terminating in a double tip; subdistal margins of ventral area serrated. Aedeagal apodeme reduced; paraphysis oval.

Etymology. The word pseudo means "false" or "unreal". *D. pseudomorelia* named because it resembles *D. morelia* in general morphology.

Relationship. *Drosophila pseudomorelia* belongs to the *flavopilosa* group in the subgenus *Drosophila*. The general

shape of the male terminalia, especially the aedeagus, suggests a close relationship to *D. morelia*.

DISCUSSION

The *D. flavopilosa* group have a restricted larval ecology as the females use flowers in the Solanaceae as their only sites for oviposition. Larvae develop and feed in these flowers in South America (Robe *et al.* 2013). The Central American species may use flowers from other plant families for larval development (Ludwing *et al.* 2002). *Drosophila pseudokorefae* was collected using a banana fermented with yeast bait indicating that this species may be attracted to the odors of yeast fermentation and not only solanaceous flowers.

Wheeler *et al.* (1962) reported that analysis of the male genitalia was the most satisfactory way to identify species morphologically. Using this criterion, *D. pseudokorefae* is very similar to *D. korefae* but there are significant characteristics that differentiate them. First, *D. pseudokorefae* has, two extra finger-shaped projections above the lateral serrated projection of the aedeagal tip and the aedeagal apodeme is wide. *Drosophila korefae* has two lateral serrated projections without the extra projections and the aedeagal apodeme is narrow. Second, *D. pseudokorefae* does not have rugose spines along the hypandrium and *D. korefae* has many spines. Finally in *D.*

pseudokorefae the wings are beige posteriorly and the crossvein is slightly infuscate. *Drosophila korefae* has wings with a shadow in the costal cell and at the tip of the wing (Vela & Rafael 2004).

There is only one Neotropical species, *Drosophila crassa* Patterson and Mainland, 1944, whose male terminalia share some superficial features with the species of the *D. morelia* group, but there are many differences between them (Vilela & Bächli 2004). Therefore the identification of species in the *D. morelia* group is less complicated than in the *D. flavopilosa* group. *Drosophila pseudomorelia* is similar to *D. morelia* but *D. pseudomorelia* has a number of different characteristics. First, in *D. pseudomorelia* the dorsodistal process is thin, curved anteriorly and ends in double tip (Fig. 14). In *Drosophila morelia* this process ends in a single tip (Fig. 17). Second, in *D. pseudomorelia* the last part (lp) of the aedeagus (before the tip) is twice as wide as the anterior part. In *D. morelia* this part (lp) of the aedeagus (before the tip) is three times wider than the anterior part and this widening occupies almost the entire superior half as seen in lateral view. Third, in *D. pseudomorelia* the hypandrium is without roughness on the posterior side and there are two large horn-shaped projections. The smooth gonopod has two setae. In *D. morelia*, the hypandrium has short horn-shaped projections

and the gonopod is mostly rugose and with one setae. Finally, in *D. pseudomorelia* the wings are without shadowing and *D. morelia* has a diffuse brown patch close to the tip of R_{2+3} , almost reaching backwards to R_{4+5} and both main crossveins have diffuse shadowing.

ACKNOWLEDGEMENTS:

The Pontifical Catholic University of Ecuador financed the projects N° J13054 and N° K13051. Ministry of Environment granted collection permits No. 001-10 IC-FAU-DNB / MA and No. 001-11 IC-FAU-DNB / MA. We thank Dr. Clifford Keil for his review and valuable comments on the manuscript. Lic. Fernanda Salazar assisted with archiving the specimens. Isabel Tamayo assisted in the field phase of the project

REFERENCES:

Bächli, G., Vilela, C. R., Escher, S.A. & Saura, A. 2004. The Drosophilidae (Diptera) of Fennoscandia and Denmark. Fauna Entomologica Scandinavica 39. Leiden, Boston, Brill. 362p.

Figuero, M. & Rafael, V. 2011. Dos nuevas especies del grupo *Drosophila onychophora* (Diptera, Drosophilidae) en los bosques de Polylepis de Papallacta, Pichincha, Ecuador. Ingeringia, Série Zoológica 101(4), 342-349.

Figuero, M., León, R., Rafael, V. & Céspedes, D. 2012. Cuatro nuevas especies del grupo *Drosophila onychophora*

(Diptera, Drosophilidae) en el Parque Arqueológico Rumipamba, Pichincha, Ecuador. *Iheringia, Série Zoológica* 102(2), 212-220.

Frey, R. 1919. Mitteilungen über sudamerikanische Dipteren. *Ofversigt af Finska Vetenskaps-Societetens Forhandlingar* 60(a) 14:1-35.

Hunter, A. S. 1988. High altitude flower-breeding *Drosophila* (Diptera: Drosophilidae). *Pan-Pacific Entomologist* 64, 299-312.

Ludwing, A., Vidal, N., Loreto, E. & Sepel, M. 2002. *Drosophila incompta* development without flowers. *Drosophila Information Service* 85: 40-41.

Patterson, J. & Mainland, G. 1944. The Drosophilidae of Mexico. The University of Texas Publication 9-101.

Pipkin, S., Rodríguez, R. & León, J. 1966. Plant host specificity among flower-feeding Neotropical *Drosophila* (Diptera: Drosophilidae). *American Naturalist* 100, 135-156.

Robe, L., De Rè, F., Ludwig, A. & Loreto, E. 2013. The *Drosophila flavopilosa* species group (Diptera, Drosophilidae): An array of exciting questions. *Fly* 7(2), 59-69.

Santos, R. & Vilela, C. 2005. Breeding sites of Neotropical Drosophilidae (Diptera): IV. Living and fallen flowers of

Sessea brasiliensis and *Cestrum* spp. (Solanaceae). Revista Brasileira de Entomología 49(4), 544-551.

Sturtevant, A.H. 1921. Genetic studies on *Drosophila simulans*. II. Genetics 6,43-64.

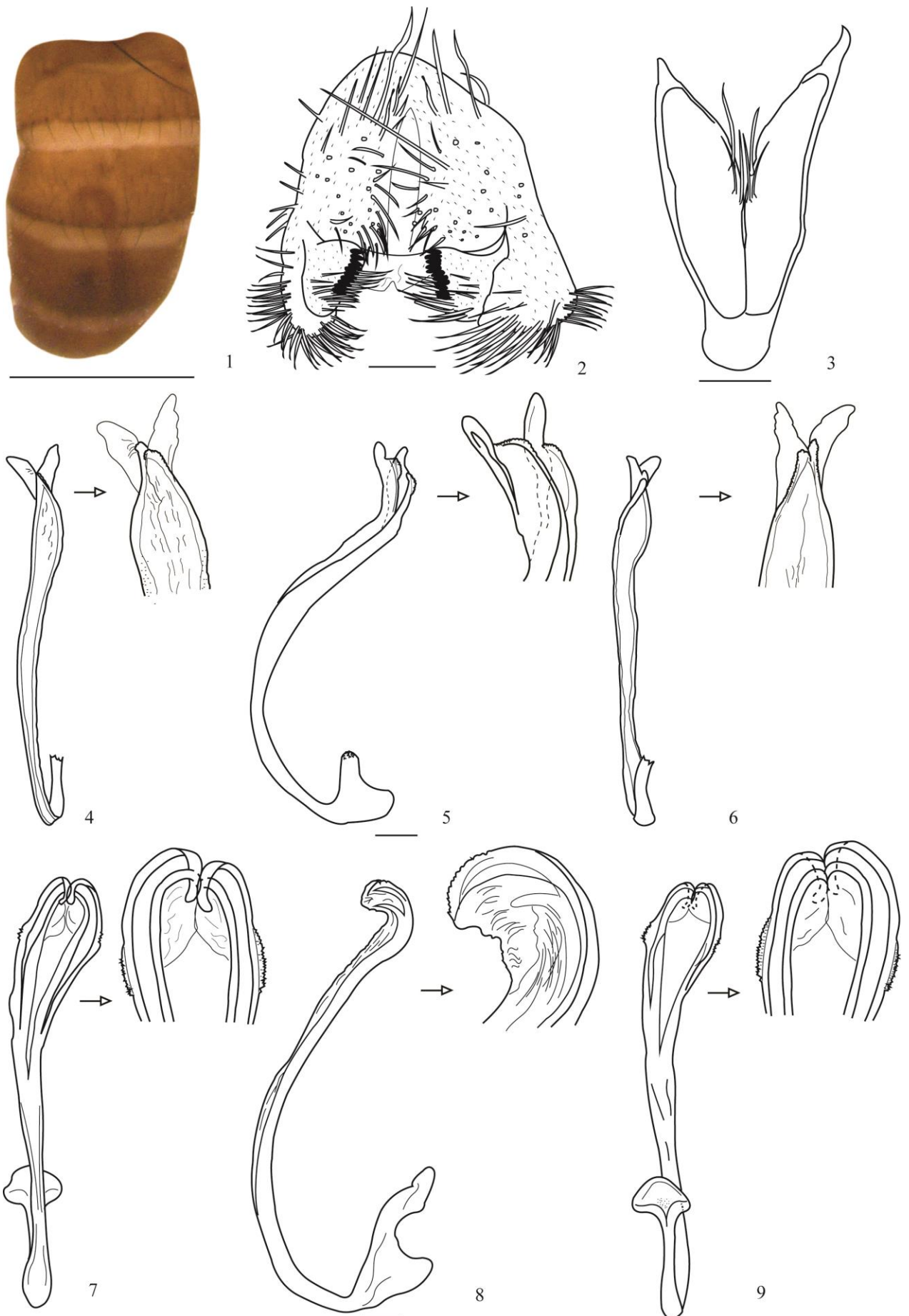
Vela, D. & Rafael, V. 2004. Dos nuevas especies del grupo *flavopilosa*, género *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae) en el Bosque Pasochoa. Revista Ecuatoriana de Medicina y Ciencias Biológicas 26, 33-39.

Vela, D. & Rafael, V. 2005. Catorce nuevas especies del género *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae) en el bosque húmedo montano del Volcán Pasochoa, Pichincha, Ecuador. Revista Ecuatoriana de Medicina y Ciencias Biológicas XXVII (1 y 2), 27-41.

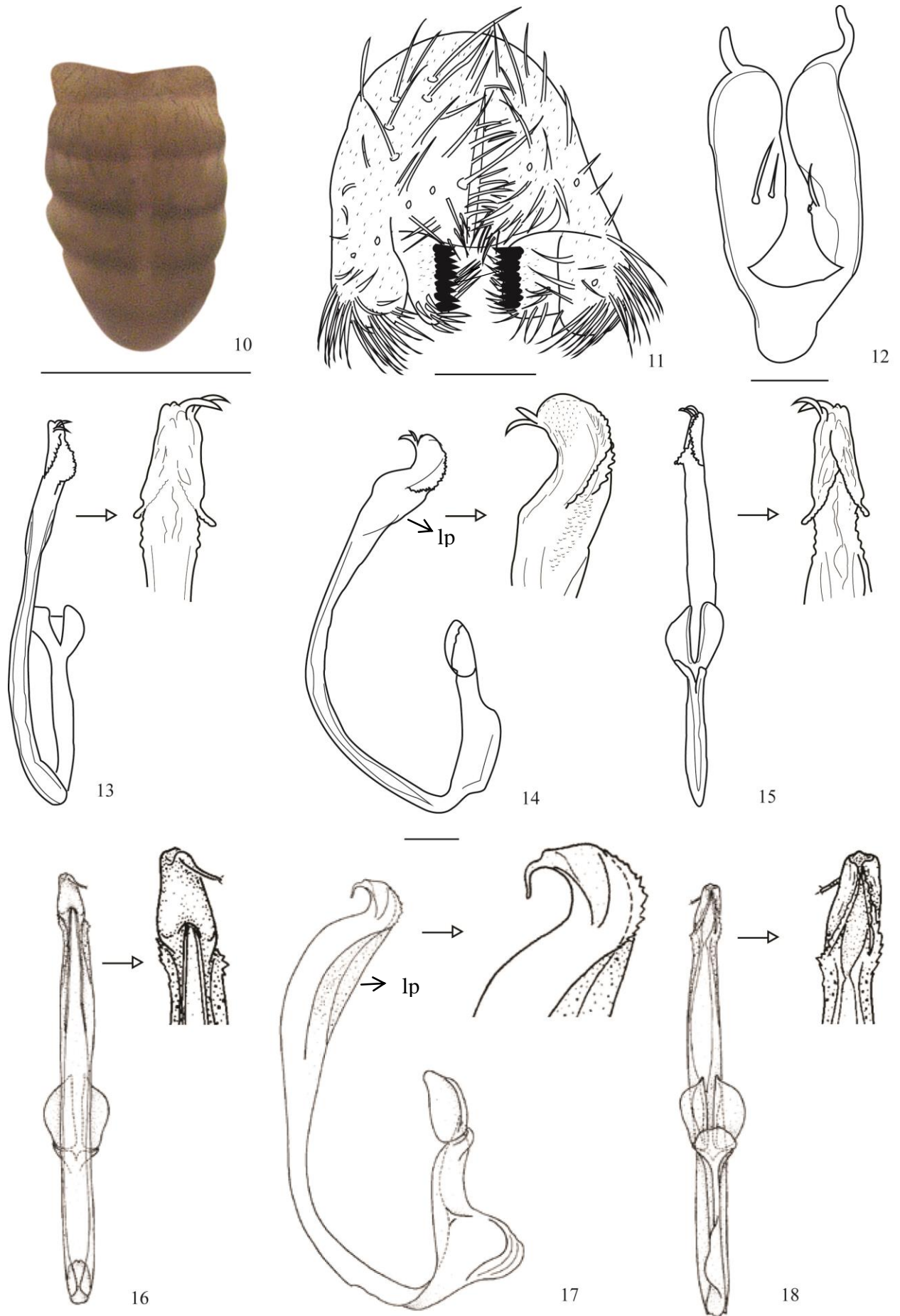
Vilela, C. & Bächli, G. 2004. Revisions of the *Drosophila macroptera* and *D. rubrifrons* species groups, with description of a new Neotropical group (Diptera, Drosophilidae). Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft. Bulletin de la Société Entomologique Suisse 77, 1-68.

Vilela, C. & Bächli, G. 1990. Taxonomic studies on Neotropical species of seven genera of Drosophilidae (Diptera). Bulletin de la Société Entomologique Suisse 63, 1-332.

Wheeler, M., Takada, H. & Brncic, D. 1962. The *flavopilosa* species group of *Drosophila*. The University of Texas Publication 395-413.



Figs. 1-9. *Drosophila pseudokorefae* sp. nov. 1, abdomen (scale bar = 1mm); 2, epandrium, cerci, surstyli and decasternum; 3, hypandrium and gonopods in ventral view; 4-6, aedeagus in dorsal, lateral and ventral view, respectively; 7-9, aedeagus of *D. korefae* in dorsal, lateral and ventral view, respectively zoom 40x (scale bar = 100um).



Figs. 10-18. *Drosophila pseudomorelia* sp. nov. 10, abdomen (scale bar = 1mm); 11, epandrium, cerci, surstyli and decasternum; 12, hypandrium and gonopods in ventral view; 13-15, aedeagus in dorsal, lateral and ventral view, respectively; 16-18, aedeagus of *D. morelia* (source: VILELA & BÄCHLI, 2004) in dorsal, lateral and ventral view, respectively zoom 40x (scale bar = 100um) lp= last part.

INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES

Manuscript preparation

1. General guidelines

Manuscripts are accepted in English and Spanish. American English spelling and punctuation are preferred. Please use double quotation marks, except where “a quotation is ‘within’ a quotation”. Long quotations of 20 words or more should be indented with quotation marks.

Please use the active voice where possible. Submit manuscripts with double spacing (including references, tables, table captions, and figure legends). Use Times New Roman 12-point font. Set up document with margins of 2.54 cm (1 in.) on each side. Text should be left aligned and ranged right. Page and line numbers are required for all sections (figures exempted).

A typical manuscript will not exceed 9000 words including captions and footnotes.

Manuscripts that greatly exceed this will be critically reviewed with respect to length.

Authors should include a word count with their manuscript.

Manuscripts should be compiled in the following order: title page (including Acknowledgements as well as Funding and grant-awarding bodies); abstract; keywords; main text; acknowledgements; references; appendices (as appropriate); table(s) with caption(s) (on individual pages); figure caption(s) (as a list).

Abstracts of a maximum of 350 words are required for all manuscripts submitted.

Each manuscript should have 3 to 5 keywords.

Search engine optimization (SEO) is a means of making your article more visible to anyone who might be looking for it. Please consult our guidance here.

Section headings should be concise.

All authors of a manuscript should include their full names, affiliations, postal addresses, telephone numbers and email addresses on the cover page of the manuscript.

One author should be identified as the corresponding author. Please provide the affiliation where the research was conducted. If any of the named co-authors moves affiliation during the peer review process, the new affiliation can be given as a footnote.

Please note that no changes to affiliation can be made after the manuscript is accepted.

Please note that the email address of the corresponding author will normally be displayed in the article PDF (depending on the journal style) and the online article.

All persons who have a reasonable claim to authorship must be named in the manuscript as co-authors; the corresponding author must be authorized by all co-authors to act as an agent on their behalf in all matters pertaining to publication of the manuscript, and the order of names should be agreed by all authors.

Biographical notes on contributors are not required for this journal.

Please supply all details required by any funding and grant-awarding bodies as an Acknowledgement on the title page of the manuscript, in a separate paragraph, as follows:

- *For single agency grants:* "This work was supported by the [Funding Agency] under Grant [number xxxx]."
- *For multiple agency grants:* "This work was supported by the [Funding Agency 1] under Grant [number xxxx]; [Funding Agency 2] under Grant [number xxxx]; and [Funding Agency 3] under Grant [number xxxx]."

Authors must also incorporate a Disclosure Statement which will acknowledge any financial interest or benefit they have arising from the direct applications of their research.

For all manuscripts non-discriminatory language is mandatory. Sexist or racist terms must not be used.

Authors must adhere to SI units. Units are not italicised.

The use of standardized nomenclature in science is essential to facilitate integration and linking of scientific information. Species names should be italicized (e.g., *Panthera onca*). The genus and species must be written out in full, both in the title of the manuscript and at the first mention of a taxon in a paper; after that, the first letter of the genus name, followed by the full species name can be used. The first citation of a species in a taxonomic paper must include the authority and date, but the authority does not have to be cited in the References. Genes, mutations, genotypes, and alleles should be italicized. Use the standard name by consulting the appropriate genetic nomenclature database (e.g., AnolisGenome for Anole lizards. Since taxonomic classifications are unstable, authors should explicitly mention which arrangement they are following in the articles.

- All datasets, images, recordings, genes, and relevant information should be deposited in public resources and the corresponding accession numbers should be noted. Suggested databases include, but are not limited to: Database of Interacting Proteins: <http://dip.doe-mpi.ucla.edu/dip/Main.cgi>; GenBank: www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank; Morphobank: www.morphobank.org ; TreeBase: www.treebase.org ; Xeno-canto: www.xeno-canto.org

When using a word which is or is asserted to be a proprietary term or trade mark, authors must use the symbol ® or TM.

Authors must not embed equations or image files within their manuscript

For all manuscripts introducing new zoological taxa at family-group level or below:

In order to validate electronic publication of these taxa, you will be prompted to register your manuscript with ZooBank at proof stage. Individual new taxa will not be required for publication, but can be registered by you should you wish. For the ZooBank record to become visible, it must be updated retrospectively with the date of publication. For more information, visit the ZooBank website at <http://www.zoobank.org/>

Geolocation Information:

All authors are strongly encouraged to submit a Geolocation Information section as part of their manuscript, as a separate paragraph before the Acknowledgements and References sections. This will be used to help us index your article's study area accurately on JournalMap, an online map used for searching and browsing research articles. Indexing on JournalMap increases an article's discoverability and can help to drive usage and citations. Coordinates given can define points or bounding boxes; they can indicate where the research was conducted or, for example, in the case of a taxonomic journal, the locations where the specimens originated. Please see the Author Services page for more information.

2. Style guidelines

Research articles: The aim of research articles is to publish novel and exceptional studies on Neotropical biodiversity. Topics include all scales of biodiversity, from molecules to ecosystems. Research articles should have a maximum of 9000 words of

text (excluding tables, figure captions, literature cited and supplemental online material), 10 figures, and four tables. *Introduction:* The introduction should put the emphasis of the manuscript into a broader perspective, explicitly making reference to key literature, and/or controversies or disagreements in the field. The introduction should conclude with a statement summarizing the aim and hypotheses of the study and a comment about whether that aim was achieved. *Methods:* This section should provide enough detail to enable reproduction of the research. Mention in detail, for example, the experimental design, description of source of materials used, what is being tested and how it is assessed. Detailed protocols for new methods should be included, but well-established protocols should be only referenced. *Results:* This section should be written in past tense. State the results of the study and draw attention in the text to data presented in tables and figures. Large datasets should be submitted as supplemental files, which are published online together with the accepted article. *Discussion:* The discussion should spell out the significance of the results, major conclusions, and interpretations of the work. This section should clearly state if the new results support or reject existing hypothesis and what is the impact of the research in the field.

Acknowledgments: This section should list people and institutions that contributed to the study, along with their contributions. Do not acknowledge Editors by name. Author contribution: Briefly include the contribution of each author.

Reviews: The aim of review articles is to provide a comprehensive analysis of a particular subject, including potential controversies, new developments, and prospects for future research. Reviews should not include unpublished data, but can incorporate novel perspectives from the author. Reviews should be written in a language that facilitates reading by a diverse audience, ranging from non-specialists to professional scientists. The journal encourages the use of Glossary boxes to explain difficult terms.

Reviews should have a maximum of 4000 words, 100 references, five figures, three tables, and three text boxes. The word limit does not include text in the abstract, references, figures, tables, text boxes, glossary box, and supplemental online material.

Introduction: This section should highlight the relevance and rationale behind the Review. It should include a summary of the current state of knowledge and clearly mention potential controversies and/or new developments that have altered the field.

Body of the Review: This section should include a synthesis of recent developments.

Use subheadings to highlight specific topics and their relevance. *Concluding remarks:*

At the end of the article, authors should include a summary of the review, highlighting the most relevant aspects of it, as well as limitations and future research.

Acknowledgments: This section should list people and institutions that contributed to the study, along with their contributions. Do not acknowledge Editors by name. *Author*

contribution: Briefly include the contribution of each author.

Monographs: The aim of monographs is to publish novel and exceptional studies on Neotropical biodiversity. Topics include all scales of biodiversity, from molecules to ecosystems. Monographs have exactly the same sections and format that apply for Research Articles, with the distinction that there is no limit for the number words, figures, tables, and supplemental online material. Neotropical Biodiversity publishes up to two monographs per year.

3. Figures

Please provide the highest quality figure format possible. To improve the print and online display, please ensure that all figures and graphics are supplied at the appropriate resolutions listed below:

- Minimum 1200 dpi for line art; Minimum 600 dpi for greyscale; Minimum 300 dpi for colour.
- Figures must be saved separate to text. Please do not embed figures in the manuscript file.
- Files should be saved as one of the following formats: TIFF (tagged image file format), PostScript or EPS (encapsulated PostScript), and should contain all the necessary font information and the source file of the application (e.g. CorelDraw/Mac, CorelDraw/PC).
- All figures must be numbered in the order in which they appear in the manuscript (e.g. Figure 1, Figure 2). In multi-part figures, each part should be labelled.
- Figure captions must be saved separately, as part of the file containing the complete text of the manuscript, and numbered correspondingly.
- The filename for a graphic should be descriptive of the graphic, e.g. Figure1, Figure2a.

4. Graphical Abstracts

Neotropical Biodiversity authors now have the option of including a graphical abstract in their paper. The purpose of a graphical abstract is to give the reader a clear idea of the content of the article by means of an appropriate image.

The graphical abstract should have a maximum width of 525 pixels. If your image is narrower than 525 pixels we recommend placing this on a white background 525 pixels wide to ensure the dimensions are maintained.

Graphical abstracts must be saved separate to text. Please do not embed graphical abstracts in the manuscript file. Files should be saved as one of the following formats: .jpg, .png, or .gif.

The file name for a graphical abstract should be descriptive, e.g. GraphicalAbstract1

5. Publication charges

Article publishing charge

Publishing in Neotropical Biodiversity is free of charge. Additionally, each article published in Neotropical Biodiversity is published Open Access, which means that the article is freely and permanently available on Taylor & Francis Group's online platform <http://www.tandfonline.com/>. There is no additional subscription fee, article pay-to-view fee or any other form of access fee; and no publication embargo is applied. More information about Taylor & Francis Open and Routledge Open.

6. Compliance with ethics of experimentation

Authors must ensure that research reported in submitted manuscripts has been conducted in an ethical and responsible manner, in full compliance with all relevant codes of experimentation and legislation. All manuscripts which report in vivo experiments or clinical trials on humans or animals must include a written Statement in the Methods section that such work was conducted with the formal approval of the local human subject or animal care committees, and that clinical trials have been registered as legislation requires.

Authors must confirm that any patient, service user, or participant (or that person's parent or legal guardian) in any research, experiment or clinical trial who is described in the manuscript has given written consent to the inclusion of material pertaining to

themselves, and that they acknowledge that they cannot be identified via the manuscript; and that authors have anonymised them and do not identify them in any way. Where such a person is deceased, authors must warrant they have obtained the written consent of the deceased person's family or estate.

Authors must confirm that all mandatory laboratory health and safety procedures have been complied with in the course of conducting any experimental work reported in the manuscript; and that the manuscript contains all appropriate warnings concerning any specific and particular hazards that may be involved in carrying out experiments or procedures described in the manuscript or involved in instructions, materials, or formulae in the manuscript; and include explicitly relevant safety precautions; and cite, and if an accepted standard or code of practice is relevant, a reference to the relevant standard or code. Authors working in animal science may find it useful to consult the *Guidelines for the Treatment of Animals in Behavioural Research and Teaching*.

7. Reproduction of copyright material

If you wish to include any material in your manuscript in which you do not hold copyright, you must obtain written permission from the copyright owner, prior to submission. Such material may be in the form of text, data, table, illustration, photograph, line drawing, audio clip, video clip, film still, and screenshot, and any supplemental material you propose to include. This applies to direct (verbatim or facsimile) reproduction as well as “derivative reproduction” (where you have created a new figure or table which derives substantially from a copyrighted source).

You must ensure appropriate acknowledgement is given to the permission granted to you for reuse by the copyright holder in each figure or table caption. You are solely responsible for any fees which the copyright holder may charge for reuse.

The reproduction of short extracts of text, excluding poetry and song lyrics, for the purposes of criticism may be possible without formal permission on the basis that the quotation is reproduced accurately and full attribution is given.

This journal offers authors the opportunity to license their work under the Creative Commons Attribution (CC BY) licence which permits others to distribute, remix, tweak, and build upon your work, even commercially, as long as they credit you for the original creation. Please ensure that the rights holder of any third party copyright materials included in your paper has either granted you permission to publish their material under the appropriate licence terms, or has granted you permission to use their material with the appropriate copyright notice. For further guidance please consult our Guide.

8. Supplemental online material

Authors are encouraged to submit animations, movie files, sound files or any additional information for online publication.

GUIA DE REFERENCIAS

In the text

Placement References are numbered consecutively in the order in which they are first mentioned in the text. Identify references in text, tables, and legends by bracketed numbers [1], and provide a list of references at the end of the article in numerical order using square brackets for the numbers. Reuse the original number assigned to the

reference each time the reference is cited in the text, regardless of its previous position in the text. Insert the citation numbers at the relevant place in the text. As a general rule, reference numbers should be placed outside full stops and commas and inside colons and semicolons (but see exceptions below).

Examples:

- Myopathy typically occurs in fewer than one in 10,000 patients on standard doses. [1]
- Most of the optimization methods proposed in previous studies are parametric methods. [3–7]
- Compared to the initial shape, the optimized surface shape can substantially improve the structural characteristics.[12,13]
- With this approach, the jagged-shape problem [8] caused by parameter-free method is resolved.
- The Mindlin–Reissner plate theory [15] posits that ...
- This approach was successfully implemented by Benders et al. [30] and Zhao [31] for modular NN.
- For this purpose, the NNs were widely used in structural inverse problems,[24] damage identification,[14,25] or parameters estimation,[26] among many applications.
- According to an early work of Litwiniszyn,[1] large-scale subsidence over a yielding underground geostructure can be modelled as a stochastic Markov process.
- See [11,12].
- See, for example, [1,3,10–13,15–20,22–25,27,28].

- For some work along these lines, see [3,13,17,18,27].
- Other efforts are including the perturbation method described in [8,11,12,16] and the perturbation method described in [11,15].
- Further details about the BEM formulation and its validation are given in [17], where aspects like meshing strategy are explained thoroughly.
- The crack boundary was discretized using 10 discontinuous quadratic elements, where the crack-tip elements are discontinuous quarter-point (see [17,28]).
- When citing multiple references, use commas (without spaces) to separate them. Use an en dash to join inclusive first and last numbers, e.g. [2,3,4,5,7,10] would be abbreviated to [2–5,7,10].
- Give a note number even if the author is named in the text:
- Jones [10] has argued that ...
- Jones and Smith [12] have argued that ...
- If you want to name more than two authors in the text, use:
- Jones et al. [3] have argued that ...

With a quotation

- Author maintains that “This is author’s quoted text”. [1,p.3]

Page number

- Jones [10,p.23–27] states that

Note that page numbers in the text are different to those in the reference list, with no space before or after the page number. In both cases NLM uses p. rather than pp.

Personal communication

References to personal communications are cited only in the text.

- ... and most of these proved to be fatal (2003 letter from RS Grant to me; unreferenced, see "Notes") ...

Tables and figures

References cited only in tables or figure legends should be numbered in accordance with the sequence established by the first identification in the text of the particular table or figure.

Reference list

Order Numerical order based on the text

Form of author name

Surname and initials. Capitalize surnames and enter spaces within surnames as they appear in the document you are citing, e.g. Van Der Horn or van der Horn; De Wolf or de Wolf or DeWolf.

Place family designations of rank after the initials, without punctuation, e.g. Author AA Jr. See <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK7282/> for further guidance.

Book

One author

- *Author AA*. This is a book title: and subtitle. Abingdon: Routledge; 2012.

Two authors

- Author AA, Author BB. This is a book title: and subtitle. Abingdon: Routledge; 2012.

Three authors

- Author AA, Author BB, Author CC. This is a book title: and subtitle. Abingdon: Routledge; 2012.

More authors

- Author AA, Author BB, Author CC, et al. This is a book title: and subtitle. Abingdon: Routledge; 2012.

Organization as author

- British Medical Association. Book title: and subtitle. Abingdon: Routledge; 2012.

No author

- HIV/AIDs resources: a nationwide directory. 10th ed.
- Longmont (CO): Guides for Living; 2004.

Chapter Author

- AA. Book title: and subtitle. Abingdon: Routledge; 2012. Chapter 24, Chapter title; p. 32–36.
- Author AA, Author BB. Chapter title. In: Editor EE, editor. Book title. Abingdon: Taylor & Francis; 2012. p. 229–232.

Note that page numbers in the reference list are different to those in the text, with a space before the page number. In both cases NLM uses p. rather than pp.

Edited

- Editor JJ, editor. Book title. Abingdon: Routledge; 2012.
- Editor JJ, Editor BB, editors. Book title. Abingdon: Routledge; 2012.

Edition

- Author AA, Author BB, Author CC. This is a book title: and subtitle. 10th ed.
Abingdon: Routledge; 2012.

Volume

- Editor A, Editor BB, editors. Book title. Vol. 1, Series title. Abingdon:
Routledge; 2012.
- Editor JH, Editor MJ, Editor DJ. Book title. 2nd ed. Vol. 1, Series title.
Abingdon: Routledge; 2012.
- Editor SH, Editor MW, editors. Book title. 10th ed. Abingdon: Routledge; 2012.
(Series editor's series title; vol. 7).

Translated

- Khan L., translator. Book title: a translation of original. Abingdon: Routledge;
2012.
- Author AA. Book title. Khan L, translator; Editor BB, editor. Abingdon:
Routledge; 2012.

Not in English

- Piaget J, Inhelder B. La genèse de l'idée de hasard chez l'enfant [The origin of
the idea of chance in the child]. Paris: Presses Universitaires de France; 1951.

Online

- Author AA. Book title [Internet]. Version 2.0. Oxford: University of Oxford;
c2000 [revised 2001 Oct 1; cited 2006 Nov 1]. Available from:
<http://www.oxford.edu/book/index.html>

Place of publication

Always list the city, and include the two-letter state abbreviation for US publishers.

Include the country name for other countries only to avoid ambiguity:

- Cambridge (MA)
- Cambridge (UK)

If more than one place of publication is found, use the place of publication and publisher likely to be most familiar to the audience of the reference list. For example, use the place of an American publisher for a US audience and a London publisher for a British one.

If no place of publication can be found but can be reasonably inferred, place the city in square brackets, such as [Chicago]. If no place of publication can be found or inferred, use [place unknown].

Publisher

Abbreviate well-known publisher names, e.g. John Wiley & Sons, Ltd. may become simply Wiley. If no publisher can be determined, use the words “publisher unknown” placed in square brackets.

Journal

Journal titles are abbreviated according to ISO 4. See

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK7282/box/A33351/?report=objectonly>

Internet journal articles: the month is omitted if the journal is continuously paginated throughout the volume. Include any date of update/revision and a date of citation in square brackets following the date of publication. Use the dates for the individual journal article being cited, not the dates of the journal issue as a whole unless no dates

can be found for the individual item. When the location (pagination) of the article is not provided calculate the length of the article using the best means possible, e.g., in terms of print pages, screens or paragraphs. Provide the URL or other electronic address of the article.

One author

- Author AA. Title of article. Abbreviated Journal Title. 2012; 62: 112–116.
- Author B. Title of article. Journal of Publishing [Internet]. 2012 [cited 2012 Apr 8]; 8. Available from: <http://www.xxxxxxxxxx.html>

Two authors

- Author AA, Author BB. Title of article. Abbreviated Journal Title. 2012; 62:112–116.

Three authors

- Author AA, Author BB, Author CC. Title of article. Abbreviated Journal Title. 2012;62:112–116.

More authors

- Author AA, Author BB, Author CC, et al. Title of article. Abbreviated Journal Title. 2012;62:112–116.

Organization as author

- American Diabetes Association. Diabetes update. Nursing. 2003;Suppl:19–20, 24.

No author

- Pelvic floor exercise can reduce stress incontinence. Health News. 2005;11:11.

Not in English

Translate non-English titles into English; place the translation in square brackets. When possible, place the original language title or romanized title before the translation.

Capitalize only the first word of the title, proper nouns, proper adjectives, acronyms, and initialisms unless the conventions of a particular language require other capitalization. Indicate the language after the pagination:

- Berrino F, Gatta G, Crosignani P. [Case-control evaluation of screening efficacy]. *Abbreviated Journal Title*. 2004;28:354–359. Italian.

Not the Version of Record

- Author AA. Article title. *Abbreviated Title of Journal*. 2010;31:210–216. Epub 2012 Feb 20.

Supplementary material

If a journal article has supplemental material accompanying it in the form of a CD-ROM, DVD, or other medium, begin by citing the article. Add the phrase "Accompanied by:" followed by a description of the medium.

- Author AH. Article title. *Abbreviated Journal Title*. 1999;5:553–560.
Accompanied by: Video on CD-ROM.

Other article types

An article type alerts the user that the reference is to an abstract of an article or a letter to the editor, not a full article.

Place, e.g., [abstract], [book review] or [letter] after the article title:

- Author K. Article title [book review]. *Abbreviated Journal Title*. 2007;177:70.

Conference*Proceedings*

- Author DF, Author P. Title. In: Editor HD, Editor NL, editors. Title. Proceedings; 1996 Jul 1; London. Kew (UK): Royal Botanic Gardens; 1998.
- Paper Presenter AK. Title of paper. Paper presented at: Title of Meeting. 12th Annual Meeting; 2003 May 3–6; Oxford, UK.
- Poster Author A. Title of poster. Poster session presented at: Title of Meeting; 2005 Oct 7; New York, NY.

Thesis

- Jones DL. The title of the dissertation [dissertation]. Pittsburgh (PA): University of Pittsburgh; 2001.

Unpublished work*Forthcoming article*

Do not include as forthcoming any articles that have been submitted for publication but have not yet been accepted for publication.

- Author G, Author JB, Author DA. Article title. Abbreviated Journal Title. Forthcoming 2012.

Forthcoming book

Do not include as forthcoming any books that have been submitted for publication but have not yet been accepted for publication.

- Author MI, Author MK. Book title. Washington: American Psychological Association. Forthcoming 2014.

If no date is predicted, end with Forthcoming.

Manuscript, e.g. submitted article not yet accepted

- Author T. Title of manuscript. 2012. XX p. Located at: xxx.

Internet

- Website AMA: helping doctors help patients [Internet]. Chicago: American Medical Association; c1995–2007 [cited 2007 Feb 22]. Available from: <http://www.ama-assn.org/>.
- StatePublicHealth.org [Internet]. Washington: ASTHO; [cited 2007 Feb 23]. Available from: <http://statepublichealth.org/>.
- BIRDNET [Internet]. Washington: Ornithological Council; c1999–2006 [updated 2006 Dec 8; cited 2007 Feb 20]. Available from: <http://www.nmnh.si.edu/BIRDNET/>

Web page

To cite only one component of a Web site, such as a specific page or pages, first determine whether or not the component can stand alone and be cited separately. Enter the title of the part as it appears on the Web site.

- AMA: helping doctors help patients [Internet]. Chicago: American Medical Association; c1995–2007. AMA launches exclusive partnership for medical professionals; 2007 Mar 26 [cited 2007 Mar 28]; [about 2 screens]. Available from: <http://www.ama-assn.org/ama/pub/category/17469.html>

Electronic mailing

Like email, messages posted to discussion lists are a form list of personal communication and are not included in a reference list. Place within the running text

only. The nature and source of the cited information should be identified by an appropriate statement. Place the source information in parentheses, using a term or terms to indicate that the citation is not represented in the reference list. For example:

- ...and many nurses involved with such cases (Mar 22, 2007 posting by RS Grant to the ANPACC Listserv; unreferenced, see "Notes") report...

Blog

Messages posted to discussion lists like a blog are considered a form of personal communication and should not be included in a reference list. Place references to such communications within the running text only. The nature and source of the cited information should be identified by an appropriate statement. Place the source information in parentheses, using a term or terms to indicate that the citation is not represented in the reference list. For example:

- ...and many nurses involved with such cases (Mar 22, 2007 posting by RS Grant to Nurse Studio Blog; unreferenced, see "Notes") report...

Wiki

- Wikipedia: the free encyclopedia [Internet]. St. Petersburg (FL): Wikimedia Foundation, Inc. 2001 – [cited 2007 May 5]. Available from:
<http://en.wikipedia.org/>.
- WIKISURGERY [Internet]. London: Surgical Associates Ltd. 2006 Sep – [modified 2007 Jan 30; cited 2007 May 3]. Available from:
<http://www.wikisurgery.com/>.

Newspaper or magazine

- Author A. Article title. Washington Post. 2005 Jul 24; Sect. A:12 (col. 1).

- Author D. Article title. New York Times [Internet]. 2008 Apr 18 [cited 2008 Dec 19];Research:[about 4 screens]. Available from:
<http://www.nytimes.com/2008/04/18/health/research>
- Woman in L.A. tests positive for plague. Richmond TimesDispatch.2006 Apr 20;Sect. A:7 (col. 6).

Report

- Author B, Author L. Report title. Sydney (Australia): University of New South Wales, National Drug and Alcohol Research Centre; 2003.
- National High Blood Pressure Education Program (US). The fourth report on the diagnosis of high blood pressure in children. Rev. ed. Bethesda (MD): National Heart, Lung, and Blood Institute (US); 2005. (NIH publication; no. 05- 5267).

Personal communication

Letter or email Place references to personal communications such as letters and conversations within the running text, not as formal end references. Include the nature and source of the cited information, using terms to indicate that no corresponding citation is in the reference list. Place the source information in parentheses. For example:

- ... and most of these proved to be fatal (2003 letter from RS Grant to me; unreferenced, see "Notes") ...

Other reference types

Patent

- Inventor AA, inventor; Hospira, Inc., assignee. Needles for drug delivery. United States patent US 6,980,855. 2005 Dec 27.

Map

- Cartographer AA, cartographer. Street map, San Diego, southern area [map]. Oceanside (CA): Global Graphics; 2000. 1 sheet: 1:45,000; 89 x 68.5 cm.; color.
- Title of map [Southwestern United States] [map]. Washington: Department of Agriculture (US); 1997. 1sheet: 18 x 27 cm.; color.

Audio and visual media

- Baxley N, Dunaway C. Cognition, creativity, and behavior: the Columban simulations [motion picture]. Baxley N, editor and producer. Champaign (IL): Research Press
- Company; 1982. 1 reel: 30 min., sound, color, 16 mm.
- Collaborative research with communities: value added & challenges faced [videocassette]. Washington: Public Health Foundation; 2006. 1 videocassette: 103 min, sound, color, 1/2 in.
- Day J. Dying before their time: early death & AIDS [poster]. Farmington (CT): University of Connecticut School of Medicine, Section of Medical Arts & Letters;
- 1988. 1 poster: color, 14 x 21 in. Ridley W, engraver. Harvey [print]. London: [publisher unknown]; 1796 May 7. 1 print: black & white, 3 x 5 in.

Database

- Online Archive of American Folk Medicine [Internet]. Los Angeles: Regents of the University of California. 1996 – [cited 2007 Feb 1]. Available from: <http://www.folkmed.ucla.edu/>.

- Winter RM, Baraitser M. London dysmorphology database [CD-ROM]. IBM PC version 2.0. Oxford (UK): Oxford University Press; c1996. 2 CD-ROMs: 4 3/4 in.
- Dictionary of commonly cited compounds [CD-ROM]. CDROM ed. Boca Raton (FL): Chapman & Hall/CRC. 2001 – . CD-ROMs: 4 3/4 in.
- Genusys: database of herbal remedies, aromatherapy, essential oils, vitamins, amino acids, and more! [CDROM]. Version 1.4. Solebury (PA): Genusys Laboratories;
- 1996. 1 CD-ROM: sound, color, 4 3/4 in.

Computer program

- Author AA, Author HC. DiagnosisPro: the ultimate differential diagnosis assistant [CD-ROM]. Version 6.0. Los Angeles: MedTech USA; 2002. 1 CD-ROM: color, 4 3/4 in.
- Sport care [CD-ROM]. Release 1.0. Champaign (IL): Human Kinetics; c2001. 1 CD-ROM: sound, color, 4 3/4 in. Accompanied by: 1 user manual.

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, Emily Lisbeth Ramos Guillín, C. I.: 0201576527 autor del trabajo de graduación intitulado “Diversidad del género *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae) en tres pisos altitudinales en la Provincia de Napo, Ecuador”, previa a la obtención del grado académico de LICENCIADA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales:

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENECYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a difundir a través de sitio web de la Biblioteca de la PUCE el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de la Universidad.

Quito, 30 de Octubre de 2015



Srita. Emily Lisbeth Ramos Guillín

C.I.: 0201576527