

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR**

**FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES**

**ESCUELA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**Diversidad de hongos entomopatógenos del género *Cordyceps* s.l. (Hypocreales:  
Clavicipitaceae) en el Ecuador**

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

**YAMARA DE LOURDES SERRANO AÑAZCO**

**Quito, 2016**

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que la Monografía de Licenciatura en Ciencias Biológicas de la Srta. Yamara de Lourdes Serrano Añazco ha sido concluida de conformidad con las normas establecidas; por lo tanto, puede ser presentada para la calificación correspondiente.

Dra. María Eugenia Ordoñez

Directora de la monografía

Quito, 31 de marzo del 2016

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por permitirme descubrirme a través del estudio de los hongos, por la sabiduría, alegría y energía que le brinda a mi corazón.

A la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, a la Fundación Ecociencia y Ecofondo por el apoyo brindado a esta investigación, a María Eugenia Ordoñez por su excelente dirección, paciencia y por brindarme siempre sus conocimientos, a Charles Barnes y Marcel por su guía en los análisis filogenéticos.

Agradezco enormemente a mi familia, Dayuma, Mayari, Lourdes y Marco por su amor y por siempre creer en mí. A todos los amigos que me acompañaron en las salidas de campo, a Christopher por sus consejos y cariño, a todos los integrantes del Laboratorio de Bioquímica<sup>112</sup> y el Fungario QCA por su compañerismo y por siempre ofrecerme una mano amiga, en especial a Carlita, Ely, Kathy y Andrea.

## TABLA DE CONTENIDO

CERTIFICACIÓN.....	III
AGRADECIMIENTOS.....	IV
TABLA DE CONTENIDOS.....	V
LISTA DE CUADROS .....	VI
LISTA DE FIGURAS.....	VII
LISTA DE ANEXOS.....	IX
ABSTRACT.....	1
INTRODUCCIÓN.....	3
MATERIALES Y MÉTODOS.....	5
RESULTADOS.....	7
DISCUSIÓN.....	13
RESUMEN.....	21
REFERENCIAS.....	23
CUADROS.....	27
FIGURAS.....	35
ANEXOS.....	41

## LISTA DE CUADROS

- CUADRO 1.** Lista de localidades, provincias, coordenadas geográficas y número de especímenes colectados de *Cordyceps* s.l. en Ecuador.....27
- CUADRO 2.** Muestras de *Cordyceps* s.l. colectadas en el Ecuador obtenidas en el presente estudio, detalle de localidad, hospedero y método de identificación.....28
- CUADRO 3.** Especies identificadas de individuos colectados de las familias Cordycipitaceae, Clavicipitaceae y Ophiocordycipitaceae .....32
- CUADRO 4.** Distribución de especies de *Cordyceps* s.l. y número de colecciones por cada localidad muestreada .....33
- CUADRO 5.** Ordenes, familias y estadío de hospederos parasitados por especies de *Cordyceps* s. l. ....34

## LISTA DE FIGURAS

**Figura 1.** Ejemplo de especies de *Cordyceps* s.l.. (A) *Ophiocordyceps* sp2 (*Stilbella buquetii*\*) (B) *Hirsutella* sp1 (C) *Ophiocordyceps curculionum* (D) *O. ponerinarum* (E) *O. unilateralis* (F) *Torrubiella* sp1.(G) *O. ponerinarum* (*H. stilbelliformis*) (H) *Beauveria bassiana* (I) *O. caloceroides* (J) *O. fulgoromorphila* (K) *O. araracuarensis* (L) *Cordyceps* sp1(M) *Gibellula* sp1. (N) *Hirsutella* sp2 (O) *C. diapheromeriphila* (P) *Metacordyceps* sp1 (Q) *O. amazonica*.(R) *O. australis* (S) *Ophiocordyceps* sp2 (*Stilbella* aff. *buquetii*\*).(T) *O. unilateralis* (*H. formicarum*) (U) *O. lloydii* (V) *C. tuberculata* (W) *Isaria* sp1 (X) *Hypocreales* sp1 (*O. pentatoma*\*). \*identificación morfológica.....35

**Figura 2.** Número de individuos de los géneros encontrados para muestras de Cordycipitaceae, Ophiocordycipitaceae y Clavicipitaceae colectadas en el Ecuador .....36

**Figura 3.** Órdenes de hospederos representados de muestras de Cordycipitaceae, Ophiocordycipitaceae y Clavicipitaceae colectadas en el Ecuador.....37

**Figura 4.** Árbol del análisis de ML de las secuencias de la región LSU de muestras de *Cordyceps* s.l. Los números sobre las ramas representan valores de bootstrap  $\geq 60$ . El orden de los hospederos se muestra en colores. Muestras de este estudio en negrita, muestras tomadas de NCBI llevan el código, especie y lugar de colección.....38

**Figura 5.** Árbol del análisis de ML de las secuencias de la región SSU de muestras de *Cordyceps* s.l. Los números sobre las ramas representan valores de bootstrap  $\geq 60\%$ . El orden de los hospederos se muestra en colores. Muestras de este estudio en negrita, muestras tomadas de NCBI llevan el código, especie y lugar de colección.....39

**Figura 6.** Árbol del análisis de ML de las secuencias de la región ITS1, 5.8S e ITS2 de muestras de *Cordyceps* s.l. Los números sobre las ramas representan valores de bootstrap  $\geq 60\%$ . El orden de los hospederos se muestra en colores. Muestras de este estudio en negrita, muestras tomadas de NCBI llevan el código, especie y lugar de colección.....40

## LISTA DE ANEXOS

<b>Anexo 1:</b> Número de accesión, taxón, país de origen y locus de secuencias publicadas en GenBank que fueron incluidas en el análisis filogenético.....	41
<b>Anexo 2:</b> Resultados de búsquedas BLASTn de las secuencias obtenidas en este estudio: Número de accesión, taxón, país de origen, cobertura, identidad y locus.....	43
<b>Anexo 3:</b> Características morfológicas analizadas para la identificación de individuos teleomorfos de los géneros <i>Cordyceps</i> s.s., <i>Torrubiella</i> , <i>Ophiocordyces</i> y <i>Metacordyceps</i> .....	46
<b>Anexo 4:</b> Características morfológicas analizadas para la identificación de individuos anamorfos de los géneros <i>Metarhizium</i> , <i>Isaria</i> , <i>Akanthomyces</i> , <i>Gibellula</i> , <i>Hirsutella</i> , <i>Stilbella</i> , <i>Himenostilbe</i> y <i>Polycephalomyces</i> .....	48
<b>Anexo 5:</b> Comparación de clados análogos en los tres loci LSU, SSU e ITS.....	50
<b>Anexo 6:</b> Guía de autores para elaborar un manuscrito de la Revista de Biología Tropical.....	54

## **Diversidad de hongos entomopatógenos del género *Cordyceps* s.l. (Hypocreales: Clavicipitaceae) en el Ecuador**

Yamara de Lourdes Serrano A.<sup>1</sup>, María Eugenia Ordoñez M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Fungario QCA(M), Escuela de Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito 170525, Ecuador; yamara.serrano@gmail.com, meordonez@puce.edu.ec

**Abstract: Diversity of entomopathogenic fungi *Cordyceps* s.l. (Hypocreales: Clavicipitaceae) in Ecuador.** *Cordyceps* s.l., family Clavicipitaceae, order Hypocreales within the Ascomycota is the most diverse genus of the family regarding number of species and host range. These fungi parasitize arthropods, but also other fungi, such as truffles (Pezizales: Tuberaceae). *Cordyceps* s.l. species attack insects in the larval and adult stages, kill the insect, and grow in its corpse. Research on *Cordyceps* is of great interest not only due its interaction with arthropods but also because some species have medicinal uses. The aim of this work was to conduct a preliminary study of the diversity of the genus *Cordyceps* s.l. in Ecuador, where ten locations were visited and 102 samples were collected. Taxonomic identification was based on morphological characters and DNA sequences of three rDNA loci. A total of 87 sequences were obtained, 24 of the Large Ribosomal Subunit (LSU), 31 of the Small Ribosomal Subunit (SSU), and 32 of the Internal Transcribed Spacer (ITS) region for 52 samples. Fifty samples were identified as *Ophiocordyceps* and four as *Hirsutella* within Ophiocordicipitaceae. Four samples were identified as *Akanthomyces*, 25 *Cordyceps* s.s., five *Gibellula*, one *Torrubiella*, three *Isaria* and two *Beauveria* within Cordycipitaceae. One sample was identified as *Polycephalomyces* (*Incertae Sedis*: Hypocreales), three *Metacordyceps* within Clavicipitaceae, and three samples were only identified to order. The genus with most species (15) was *Ophiocordyceps*. The most frequent order for insect hosts was Hymenoptera (20%), most samples were ants (Formicidae) subfamily Ponerinae, genus *Paraponera* (subfamily Paraponeriane). Ecuadorian samples were closely related to

neotropical specimens from Colombia. *Stillbella buquetii* and *S. aff. buquetii* belong in the *Ophiocordyceps* clade and possibly have an anamorph-teleomorph relationship with *O. curculionum*. The Ecuadorian specimen closely related to *O. pentatomae* could represent a new species, as well as *Metacordyceps* sp1, although additional analyses are needed. This preliminary study of the diversity of *Cordyceps* s.l. contributes to the knowledge of the fungi in Ecuador and suggests that further research of entomopathogenic fungi in the country is needed.

**Key words:** *Cordyceps*, entomopathogenic fungi, SSU, ITS, LSU, insect host, Ecuador

Número total de palabras: 9036

El género *Cordyceps* s.l. corresponde a la familia Clavicipitaceae, orden Hypocreales dentro de Ascomycota. Este género es el más diverso dentro de la familia en cuanto a número de especies y rango de hospederos (Kobayasi 1941, 1982, Mains 1957, 1958- citado por Sung *et al.* 2007). La clasificación filogenética más reciente realizada por Sung *et al.* (2007) rechaza la monofilia de la familia Clavicipitaceae y del género *Cordyceps* y propone una clasificación basada en tres familias monofiléticas Clavicipitaceae, Cordycipitaceae y Ophiocordycipitaceae.

El interés por el estudio de *Cordyceps* data de hace alrededor de 300 años con *C. militaris* (L.) Fr. (1818) especie que fue descrita bajo el nombre genérico de *Clavaria*. Lineo describió algunas especies de *Cordyceps* bajo este nombre en su Species Plantarum. Desde entonces, el género ha sido descrito con diferentes nombres, como *Sphaeria* y *Torrubia*. En 1833, finalmente Link designa al género como *Cordyceps* (Shrestha & Sung 2005).

Estos hongos son parásitos de artrópodos, pero pueden también parasitar otros hongos, como *Elaphocordyceps* que ataca a trufas (Pezizales: Tuberaceae). (Kobayasi 1941, 1982, Mains 1957, 1958- citado por Sung *et al.* 2007). En general, los miembros del género *Cordyceps* muestran especificidad de hospedero. El grado de esta difiere entre especies (Nikoh & Fukatsu 2000). La mayoría de especies de *Cordyceps* parasitan hospederos de varios órdenes como Hemiptera, Lepidoptera, Coleoptera, Hymenoptera y Diptera. Pocas especies se sabe que parasitan arañas (Araneae) (Nikoh & Fukatsu 2000). Existen formas asexuales de *Cordyceps* (anamorfos) y algunas son conocidas y utilizadas como control biológico de plagas, como por ejemplo, *Beauveria* (Rehner & Buckley 2005).

Existen estudios de hongos entomopatógenos en los trópicos que datan de principios del siglo XX donde se incluyen especímenes de Ecuador, así como de Perú, Colombia y Brasil. Petch (1932) hace mención de *Isaria pistillariaeformis*, descrita por Patouillard con un espécimen ecuatoriano. En 1933, Petch analiza el espécimen tipo de *Cordyceps witii*, proveniente de Ecuador, descrito por Hennings y concluye que se trata *C. caloceroides* (Berk. & M.A. Curtis) Petch (1933). Más recientemente, Kobayasi (1981) incluye especímenes ecuatorianos de *Ophiocordyceps curculionum* (Tul. & C. Tul.) G.H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones & Spatafora (2007) en su revisión del género *Cordyceps*, Evans (1982) describió *Cordyceps* de la selvas de Ecuador y Brasil, encontrando once parásitos de insectos.

El presente estudio describe, en forma preliminar, la diversidad de hongos del género *Cordyceps* s. l. encontrados en diferentes localidades del Ecuador. Su identificación taxonómica se basó en caracteres morfológicos de los hongos, identificación del hospedero y análisis de la secuencia de ADN en los loci ITS (región espaciadora del transcrito interno), la subunidad grande del ribosoma (LSU) y la subunidad pequeña (SSU) del ribosoma. Se determinó la relación filogenética entre las colecciones obtenidas en el Ecuador, y aquellas reportadas en otras regiones del mundo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Colección en el campo:** Se realizaron colecciones en Ecuador en las provincias de Esmeraldas, Napo, Orellana, Pichincha, y Zamora. Adicionalmente, se analizaron especímenes de la colección del Fungario QCAM de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador provenientes de las provincias de Pastaza y Esmeraldas (Cuadro 1).

La colección de muestras se realizó mediante inspecciones de arbustos y árboles hasta una altura de 1,5 m del suelo y debajo hojarasca y material orgánico en descomposición (Evans *et al.* 2011). Para la obtención de cultivos puros de las muestras se siguió la metodología descrita por Evans *et al.* (2011) en medio de cultivo Sabouraud suplementado con 0.05% de estreptomomicina.

**Identificación morfológica y de hospedero:** Para los teleomorfos se describió color, tamaño, forma y textura del estroma, la forma y arreglo de los peritecios y ascas a partir de cortes del tejido hidratado con agua estéril y teñido con Congo rojo o Cotton blue (Sanjuan *et al.* 2014). Se siguió la clave de Sung *et al.* (2007) para la identificación hasta género para la mayoría de las muestras. Para los anamorfos se describió forma, textura y color del sinemata y en algunos casos disposición de las fiálides y forma de las conidias. La identificación del hospedero hasta el nivel taxonómico menor se hizo en base a caracteres morfológicos, utilizando textos de referencia (Samson *et al.* 1988, Luangsa-ard 2007, 2008, Evans 2013).

**Extracción y amplificación de ADN:** Para la extracción de ADN se utilizó un kit comercial (Wizard Genomic DNA Purification kit, Promega, Madison, Wisconsin) según las indicaciones del fabricante. Se utilizaron cebadores ITS1 e ITS4 para la amplificación de las regiones ITS1/ITS2 según el protocolo de Gardes y Bruns (1993), los cebadores

LROR y LR5 (Vilgalys & Sun 1994) para LSU, y NS1 y NS4 (White *et al.* 1990) para SSU, según el protocolo descrito por Kepler *et al.* (2011).

**Análisis filogenético:** Las secuencias de ADN se editaron en el programa Geneious Pro 7.1.4 (Kearse *et al.* 2012), y se compararon con secuencias disponibles en GenBank (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank>) mediante la búsqueda BLASTn (<http://blast.ncbi.nlm.nih.gov>). Se consideró un porcentaje de máxima identidad de 100% y una cobertura igual o mayor al 98% de las muestras de GenBank para designar género y especies. Las secuencias editadas e identificadas fueron alineadas utilizando el algoritmo Muscle (Edgar 2004) a través de Geneious Pro 7.1.4. Cada alineamiento fue refinado manualmente con Mesquite (Maddison & Maddison 2008). Se realizó un análisis de máxima verosimilitud (ML) con 200 réplicas de bootstrap en Geneious Pro 7.1.4 utilizando el modelo de sustitución para cada loci proporcionado por JModel Test 2.1.5 (Darriba *et al.* 2012, Guindon & Gascuel 2003): SSU TrN+I+G (010020), ITS GTR+I+G (012345), LSU GTR+I+G (012345). Cada loci fue analizado independientemente. Secuencias de especies de Nectriaceae obtenidas de GenBank fueron usadas como grupo externo, *Cosmospora viridescens* (C. Booth) Gräfenhan & Seifert (2011) (KJ676148) para ITS1/ITS2, *Cosmospora* sp. (JN939649) para SSU y *Cosmospora viliuscula* (Samuels, Yoshim. Doi & Rogerson) Rossman & Samuels (1999) (GQ506003) para LSU. Además, se incluyeron en el análisis muestras disponibles públicamente en GenBank que dieron una alta similitud en comparaciones con BLASTn con las muestras de este estudio (Anexo 1).

Para la designación de especies, además de los resultados de BLASTn (Anexo 2), también se consideró los caracteres morfológicos. Para especies de individuos anamorfos que no poseían identificación por BLASTn, la designación de especie se basó en características morfológicas y en especial en la identificación del hospedero.

## RESULTADOS

Se obtuvieron 102 colecciones de hongos entomopatógenos en diez localidades (Cuadro 2). De los individuos colectados 62 fueron teleomorfos y 40 individuos anamorfos, ejemplos de algunos especímenes se muestran en la Fig1. De estas, 41 colecciones (40.1%) pertenecen a la familia Cordycipitaceae, 54 colecciones (52.9%) a Ophiocordycipitaceae, tres colecciones (2.9%) a Clavicipitaceae y 1 colección (1 %) pertenece a *Incertae Sedis*. Tres muestras (2.9%) solo se identificó a nivel de orden.

Dentro de Cordycipitaceae se encontraron diez especies de *Cordyceps* s.s., una de *Torrubiella*, una de *Akanthomyces*, dos de *Isaria*, una de *Gibellula* y una de *Beauveria*. Se identificaron dos géneros de Ophiocordycipitaceae, *Ophiocordyceps* con 15 especies e *Hirsutella* con dos especies. Se encontró tres especies de *Metacordyceps* (dos teleomorfos y un anamorfo) dentro de Clavicipitaceae. Adicionalmente, se identificó una especie de *Polycephalomyces* actualmente clasificada como *Incertae Sedis* y tres especies se identificaron a nivel de orden como Hypocreales sp. Las especies y el número de colecciones se especifican en la Cuadro 3 y se ilustra el número de colecciones por género en la Fig. 2.

El 20% de los hospederos identificados pertenecen al orden Hymenoptera, 20 hormigas ( Formicidae) y una avispa (Suborden Apocrita); 13 hormigas pertenecen a Ponerinae y cuatro al género *Paraponera* ( Paraponerianae). El 16% de hospederos fueron del orden Orthoptera ( Acrididae), y 16% de Lepidoptera. Se identificó la familia de cuatro individuos de este último orden, Noctuidae, Sphingidae y Notodontidae. El 14 % de los hospederos corresponden a Coleoptera, seis individuos pertenecen a la familia Curculionidae, uno a Cucujidae, dos a Erotylidae y uno a Chrysomelidae. El orden Araneae constituye el 12% con un individuo de la familia Thomsidae y uno del infraorden

Mygalomorphae. El 8 % pertenece al orden Hemiptera, un individuo de la familia Pentatomidae, tres de Fulgoridae, tres de Delphacidae y uno de la superfamilia Cicadoidea. Diptera representa el 4% y Phasmatodea el 1%. Nueve especímenes no fueron identificados debido al grado de descomposición de las muestras (Cuadro 2, Fig. 3).

Se encontró siete especies de hongos entomopatógenos parasitando arañas (Araneae), nueve parasitando a individuos del orden Coleoptera, una parasitando a hospederos de Diptera, cuatro Hemiptera, siete Hymenoptera, siete Lepidoptera, cuatro Orthoptera y una Phasmatodea. El 81.3% de los especímenes son adultos, el 7.8% (8) se encontró en estado de larva, 2.9% (3) en pupa y 1% (1) uno en ninfa (Cuadro 5).

La muestra designada *Metacordyceps* sp1 presentó los siguientes caracteres morfológicos: estroma ramificado, 30 mm promedio de largo, fibroso y forma una punta sin peritecio. El peritecio está incorporado al estroma, parte fértil de 30 x 2 mm color naranja brillante, peritecios elipsoides con una punta ligeramente acuminada, verticalmente semi-inmersos. Las características morfológicas analizadas para el resto de especímenes se pueden observar en Anexo 3 y 4.

**Análisis filogenéticos:** Se obtuvo un total de 87 secuencias, 24 para LSU, 32 para ITS1/ITS2, y 31 para SSU, de 52 individuos de la colección (Cuadro 2). No todas las colecciones fueron analizadas para todos los loci. El alineamiento de LSU incluyó 937 bases, SSU 1084 bases, ITS1 e ITS2 817 bases. Debido a la alta variabilidad de los segmentos ITS1 e ITS2 la matriz con los alineamientos se extendió hasta las 817 bases para este locus, pero con secuencias de máximo 640 bases. El análisis de ML muestra dos clados, Cordicipitaceae y Ophiocordycipitaceae, para los tres loci estudiados (Fig. 4, Fig. 5 y Fig. 6).

El análisis de LSU (Fig. 4) en el clado Cordycipitaceae resuelve tres subclados A, B y C, clado A con un SB (Soporte de bootstrap) = 99.6, clado B (SB= 73.3) y clado C (SB > 60). El clado A incluye a YAU027 *I. fumosorosea* colectada sobre una larva de Lepidoptera e *I. fumosorosea* de Estados Unidos. El clado B agrupa dos muestras ecuatorianas *C. acridophila*, dos muestras de *C. diapheromeriphila*, tres muestras de *C. locustiphila* y dos colecciones de *B. bassiana*. El clado C incluye dos subclados con alto SB ( $\geq 60$ ), el primero formado por YAU020 *A. novoguineensis* encontrada sobre una araña (Araneae) y una muestra de *A. novoguineensis* de Tailandia y el segundo formado por YAU039 y una muestra china de *P. agaricus*; CER005 *C. militaris* se une con una muestra de la misma especie de los Países Bajos. Las muestras de *C. tuberculata* también se agrupan pero no presentan un alto SB, YAU142 *Cordyceps* sp.1 mostró caracteres morfológicos, semejantes a *C. tuberculata*.

Dentro del clado Ophicordycipitaceae se resuelven tres subclados, clado D (SB=100), clado E (SB=97.3) y clado F (SB<60). El clado D incluye YAU038 *O. fulgoromorphila* muestra colectada sobre un fulgorido (Hemiptera: Fulgoridae) y *Ophiocordyceps* sp. de Colombia; el clado E incluye muestras ecuatorianas de *O. curculionum* y *O. australis* cercanas a secuencias extranjeras de las dos especies. YAU053 se incluye en el grupo *O. australis*, sus características morfológicas la identifican como *O. curculionum*, se la denominó entonces *Ophiocordyceps* sp1. El grupo formado por YAU013, YAU037 y YAU103 se separa de las dos especies con un SB=100, YAU013 corresponde a un individuo anamorfo identificado como *Stilbella buquetii* (Mont. & C.P. Robin) Samson & H.C. Evans (1981) por sus caracteres morfológicos, YAU037 corresponde a un teleomorfo *O. australis* según su morfología, y YAU103 fue colectado sin el hospedero pero presenta características asociadas a *O. australis*, se los denominó *Ophiocordyceps* sp2. El clado F contiene a NGZ044 colectada sobre un hospedero de

Diptera identificada según su morfología como *Hymenostilbe dipterigena* anamorfo de *O. dipterigena*, se diferencia de la muestra colombiana de esta especie incluida como referencia, por lo que se la denominó *O. aff. dipterigena*. Se incluyeron 17 secuencias del NCBI como referencia (Anexo 1), YAU001 *M. liangshanensis* no fue incluida en el análisis filogenético por ser una muestra única de la familia Clavicipitaceae.

En el análisis de la región SSU (Fig. 5) el clado Cordycipitaceae se divide en los siguientes subclados, clado H (SB=63.3), clado I (SB<60) y clado J (SB<60). El clado H incluye MAQ004 y YAU141 que forman un grupo hermano a *C. pseudomilitaris* Hywel-Jones & Sivichai (1994) y *C. cardinalis*, según su morfología se asemejan a esta última especie, se las denominó *Cordyceps aff. cardinalis*; el clado I incluye un grupo con alto SB=93.3 formado por tres muestras de *C. locustiphila* y dos de *C. diapheromeriphila*, conjuntamente con dos muestras de *I. fumosorosea*: El clado J tiene dos grupos con SB altos ( $\geq 60$ ), el primero agrupa tres muestras de *C. tuberculata* pertenecientes a tres localidades distintas y el segundo incluye a *Gibellula* sp. cercana a TEN074 semejante a *C. tuberculata* en base a caracteres morfológicos, se la identificó como *Cordyceps* sp2. YAU035 y YAU016 se identificaron como *O. amazonica* por análisis morfológico y BLASTn. La primera muestra formó un grupo hermano a la segunda, que fue cercana con la secuencia de referencia. Adicionalmente, todo el grupo se ubicó en el clado Cordycipitaceae y no Ophiocordycipitaceae, por lo que se identificó a YAU035 como Hypocreales sp2. La muestra MAQ009 presentó caracteres morfológicos semejantes a *A. novoguineensis*, y el resultado de BLASTn más cercano a *Ophiocordyceps*, por lo que se la denominó Hypocreales sp3.

El clado Ophiocordycipitaceae incluye dos subclados, clado K (SB<60) y clado L (SB<60). El clado K contiene *O. lloydii* y YAU125 con SB= 99.3 y dos muestras de *O. fulgoromorphila* colectadas en la Estacion Cientifica Yasuní (ECY) en el parte norte de la

Amazonia del Ecuador junto con *Ophiocordyceps* sp. de Colombia con SB= 100. La identificación por BALSTn de YAU125 no fue concluyente pero su morfología es semejante a *O. unilateralis*, se la denominó *Ophiocordyceps* sp3.

El clado L contiene a *O. dipterigena* y *O. aff. dipterigena*, con el grupo hermano con alto SB= 78.6 formado por *S. buquetii*, *O. australis*, *Ophiocordyceps* sp1, *Ophiocordyceps* sp2, y *O. curculionum*. El clado G es hermano a los dos clados grandes Cordycipitaceae y Ophiocordycipitaceae e incluye una muestra de *P. niponicus* junto con MID145 *Polycephalomyces* sp. identificado como *C. tuberculata* por características morfológicas. La colección YAU001 *M. liangshanensis* de la familia Clavicipitaceae no se incluyó en el análisis filogenético. Se añadieron 16 secuencias del NCBI como referencia (Anexo 1).

En el análisis de las región ITS1/ITS2 (Fig. 6), se distinguieron dos clados grandes Ophiocordycipitaceae y Cordycipitaceae y el clado M (SB=85.6) que incluye a YAU039 *Hypocreales* sp1. y a *O. neovolkiana* de Vietnam como grupo hermano a los dos clados.

El clado Cordycipitaceae contiene tres subclados, clado N (SB<60), clado O (SB<60) y clado P (SB= 74.3). El clado N incluye a *C. takaomontana* con SB=76.6, *C. aff. cardinalis* y *C. cardinalis* con SB= 75. El clado O incluye *I. fumosorosea* con SB= 95.3, *Cordyceps* sp1, *Cordyceps* sp2, y YAU133 *O. caloceroides*, muestra identificada por análisis morfológico y BLASTn junto con una muestra colombiana de la misma especie. El clado P incluye a dos muestras de *C. diapheromeriphila* junto con la muestra YAU018 *Cordyceps* sp3 colectada en ECY sobre una larva descompuesta, identificado como *O. gracilioides* por características morfológicas SB= 99.3 y dos secuencias de *B. bassiana*. Como grupo hermano a los tres subclados está un conjunto de *C. tuberculata* de muestras extranjeras.

El análisis resuelve tres subclados en Ophiocordycipitaceae, clado Q (SB=99.6), clado R (SB<60) y clado S (SB=100). El clado Q incluye *O. dipterigena* y *O. aff. dipterigena*. El clado R contiene a dos grupos con alto SB, un grupo con SB=77.3 formado por colecciones de *O. australis*, y dos muestras de *Ophiocordyceps* sp2 formado por TEN079 y YAU037. El grupo formado por MAQ007 y MAQ005 *Ophiocordyceps* sp3 cercano a una muestra de *O. amazonica*. El segundo clado con SB= 99 incluye dos muestras de *O. fulgoromorphila* y una referencia *Ophiocordyceps* sp. de Colombia. El clado S tiene alto soporte (SB=100) incluye colecciones de *O. lloydii* de las localidades de ECY y TBS y YAU125 *Ophiocordyceps* sp4 colectada en ECY, cuyas características morfológicas la identifican como *O. unilateralis*. Se incluyeron 17 secuencias del NCBI como referencia (Anexo 1).

## DISCUSIÓN

En el presente estudio se identificaron 52 especímenes pertenecientes a 29 especies de las familias Ophiocordycipitaceae, Cordycipitaceae, Clavicipitaceae y al grupo *Incertae Sedis* mediante el análisis de las regiones ITS, LSU y SSU del ADN ribosomal conjuntamente con sus características morfológicas. Otros 50 especímenes fueron clasificados únicamente por morfología y se identificaron 20 especies de las familias Ophiocordycipitaceae, Cordycipitaceae y Clavicipitaceae. *Ophiocordyceps*, con 184 especies dentro del género (Quandt *et al.* 2014), es el grupo más grande de hongos entomopatógenos contenidos en Hypocreales (Sung *et al.* 2007, Johnson *et al.* 2009 en Sanjuan *et al.* 2015); así mismo, fue el género mejor representado en número de colecciones (50) y especies (15) en este estudio. El análisis filogenético mostró la agrupación de la mayoría de muestras en dos clados que representan a las familias Ophiocordycipitaceae y Cordycipitaceae.

Dentro de Ophiocordycipitaceae el grupo que contiene *O. australis*, *O. curculionum*, *Ophiocordyceps* sp1, *Ophiocordyceps* sp2 y *Ophiocordyceps* sp3 (clado E, clado L y clado R) tuvo un alto SB para dos de los tres loci analizados (ITS=77.3, SSU=78.6). La morfología de *O. australis* y *O. curculionum* corresponde a individuos teleomorfos cuyas características coinciden con las descripciones de Mains (1949) y Samson *et al.* (1982) para *O. australis* y Mains (1947) para *O. curculionum*. De acuerdo a los caracteres morfológicos, las muestras *Ophiocordyceps* sp1, YAU053 y T007, se clasificaron como *O. curculionum* junto con VILL134 y YAU091, según análisis de ADN se muestran más cercanas a *O. australis*. Al haber una discrepancia entre los caracteres morfológicos y análisis molecular, es posible que éstas muestras constituyan una especie nueva o que los caracteres morfológicos no fueron un carácter confiable para la

designación de especie. *Ophiocordyceps* sp2, por otro lado, contiene muestras con diferentes identidades morfológicas como TEN079, YAU037 y YAU103 *O. australis* y YAU013 *S. buquetii*, y se separaron en un clado con alto SB para LSU. *Ophiocordyceps* sp3 con las colecciones MAQ005 y MAQ007 identificadas como *S. aff. buquetii* según sus características morfológicas se separaron en otro clado en el análisis para ITS. El género *Stilbella* ha sido utilizado para describir anamorfos de *Ophiocordyceps*, por ejemplo *O. falcata* (Seifert 1985, Gräfenhan *et al.* 2011 en Quandt *et al.* 2014). Las colecciones ecuatorianas YAU013, MAQ005 y MAQ007 coincidieron con la descripción morfológica de *S. buquetii* var. *buquetii* descrita por Samson *et al.* (1981), y Mains (1951) en rango de hospederos y morfología del sinemata, excepto que las muestras MAQ005 y MAQ007 de la localidad de Maquipucuna presentaron proyecciones en la superficie infértil del sinema de 0.09mm de largo, estas características de *S. iwokramensis* (Bischoff, 2005). No existen datos moleculares disponibles de esta especie de Guyana para comparar con las de este estudio. Seifert (1985) ubicó especies de *Stilbella* dentro de las familias Nectriaceae o Bionectriaceae (Bischoff, 2005). Nuestros análisis indican que las especies *S. buquetii* y *S. aff. buquetii* se ubican en el clado Ophiocordycipitaceae y están cercanamente relacionadas con especies de *Ophiocordyceps*, estos resultados coinciden con los de Sanjuan *et al.* (2014) y Quandt *et al.* (2014). Sin embargo, en la actualidad, especies de *Stilbella* están clasificadas dentro del orden Hypocreales en *Incertae Sedis* (Kirk *et al.* 2008 en Quandt *et al.* 2014 ) de acuerdo a Index Fungorum ([www.indexfungorum.org](http://www.indexfungorum.org)). Samson *et al.* (1981), propusieron a *S. buquetii* var *formicarum* como anamorfo de *C. australis*, y *S. buquetii* var. *buquetii* como anamorfo de *C. curculionum* debido a que atacan un mismo rango de hospederos, así, en el primer caso atacan hormigas de la subfamilia Ponerinae y en el segundo a curculionidos (Coleoptera: Curculionidae), además poseen parecido

morfológico. Nuestros resultados aportan datos moleculares a esta tesis pero son necesarios mayores estudios (Anexo 5).

El grupo que incluye a las muestras de *O. fulgoromorphila* (Clado D, Clado K, Clado R) tuvo un alto soporte de bootstrap para los tres loci analizados (ITS=99, SSU=100, LSU=100), incluye a las muestras ecuatorianas YAU038 y YAU100 de la ECUY identificados como *O. fulgoromorphila* mediante análisis morfológico, el cual concuerda con la descripción de Sanjuan *et al.* (2015).

El grupo que incluye *C. diapheromeriphila*, *C. locustiphila* y *C. acridophila* (clado B, clado I) en los análisis LSU y SSU, cuyas características morfológicas coinciden con las descritas por Sanjuan *et al.* (2014), presenta un alto soporte en los nodos internos del análisis de LSU ( $SB \geq 89$ ). Esto sugiere que las tres especies están cercanamente relacionadas. Adicionalmente, la muestra de la localidad de Nangaritza NGZ041 *Beauveria bassiana* se ubicó como grupo hermano, lo que concuerda con los resultados de Sanjuan *et al.* (2014) quienes ubicaron a las mismas tres especies de *Cordyceps* en el clado *Beauveria* de *Cordyceps* s.s. El grupo análogo en ITS (clado P) que contiene a *C. diapheromeriphila* también se ubicó como grupo hermano del grupo formado por NGZ041 *B. bassiana* ( $SB=74.3$ ).

El grupo de *C. tuberculata* dentro de los clados C y J ( $SB < 60$ ) incluyó individuos colectados en polillas (Lepidoptera) de las familias Noctuidae y Notodontidae, en concordancia con la descripción de Samson & Evans (1974) de *C. tuberculata*, al igual que la disposición de las fiálides para el anamorfo *A. pistillariiformis*. Las muestras identificadas como *Cordyceps* sp1 en base al análisis molecular (VLL132, NGZ040, YAU142) en los clados C, J y O, presentaron características morfológicas y de especificidad de hospedero que sugerían que VLL132 pertenecería a la especie *A.*

*aculeatus*, la cual ataca adultos de Lepidóptera familia Sphingidae y su descripción morfológica coincidía con la de Mains (1950). Las muestras NGZ040 y YAU142 parecieran ser *C. tuberculata* (anamorfo: *A. pistillariiformis*), ya que ambas especies atacan a polillas adultas (Lepidoptera). Mains (1950) indica que el desarrollo de *C. tuberculata* y *A. aculeatus* es muy similar y los análisis moleculares indican que son un grupo afín a *C. tuberculata*. Sin embargo, el análisis de LSU y SSU para estas muestras las distingue de otras muestras identificadas como *C. tuberculata* en GenBank. Es posible que las muestras colectadas en este estudio pudieran representar una nueva especie, o que aun son necesarios mayores estudios moleculares y morfológicos para resolver la taxonomía de este grupo.

*Akanthomyces novoguineensis* en el clado C (SB= 99.6) del análisis LSU, nos indica que la muestra ecuatoriana está cercanamente relacionada a la Tailandesa. Su descripción morfológica coincide con la descrita por Samson & Brady (1982).

El grupo formado por *C. cardinalis*, *C. pseudomilitaris* y *C. aff. cardinalis* (clado H y clado N) posee un soporte de bootstrap alto (SB>60) para los análisis ITS e SSU. Tres colecciones se identificaron como *C. aff. cardinalis* en este estudio, BIL008, MAQ004 y YAU141, el único hospedero no descompuesto identificado para estas muestras fue una larva de Coleoptera de MAQ004. Este hospedero no coincide con la descripción para *C. cardinalis* hecha por Sung & Spatafora (2004). La forma del estroma, el color, la forma y tamaño de los peritecios coinciden. Los resultados moleculares de SSU para MAQ004 y YAU141 presentaron un clado distinto pero afín a *C. cardinalis* y *C. pseudomilitaris*; otra especie que ha sido descrita en Coleoptera y que posee características similares a las muestras de este estudio es *C. roseostromata* Kobayasi & Shimizu (1983), pero no existen secuencias disponible es GenBank para su comparación a nivel molecular.

En el análisis de ITS el clado M formado por YAU039 Hypocreales sp1 y una secuencia vietnamita de *O. neovolkiana* con un SB= 85.6 se ubicó como hermano del resto de los especímenes. El análisis para LSU de YAU039 ubicó a la muestra dentro de Cordycipitaceae junto con una muestra China de *P. agaricus*. La secuencia para SSU de esta muestra, sin embargo, presentó un intrón de 200 bp por lo que fue removida de la matriz durante el alineamiento manual. Las características morfológicas ubicaron a esta muestra como similar a *O. pentatoma*. Esta especie fue descrita por primera vez por Koval en 1964 de acuerdo a Kobayashi & Shimizu (1978), en base a dos colecciones japonesas. Sung *et al.* (2007) ubicaron a esta especie en *Ophiocordyceps* en base a descripciones morfológicas, más no en base a datos moleculares. Es probable que la muestra ecuatoriana sea una especie diferente a *O. pentatoma* que no ha sido aún descrita. Lamentablemente, no existen secuencias disponibles en GenBank para compararlas. La identificación de YAU039 en base a los análisis realizados no es concluyente pero es posible que forme parte del complejo de *Polycephalomyces*, género anamorfo miembro de *Cordyceps* s.l. (Kepler *et al.* 2013).

La muestra MID145 *Polycephalomyces* sp. en el clado G con SB= 99.6, fue cercana a una muestra de EEUU del mismo género pero no se ubicó dentro de los clados grandes de Cordycipitaceae y Ophiocordycipitaceae. Wang *et al.* (2015) explica que muchas especies de este género han sido reportadas como hiperparásitos de otros hongos entomopatógenos de Hypocreales y Myxomycetes, sus análisis filogenéticos de ML ubican a este género como hermano de Ophiocordycipitaceae, quizás representando una nueva familia, pero los resultados del análisis bayesiano no apoyan esa topología. Los autores sugieren dejar por el momento al género como un *Incertae Sedis* en Hypocreales. Los resultados obtenidos en este estudio también sugieren que *Polycephalomyces* sería un

género no monofilético y algunas de sus especies podrían representar un grupo externo a las familias descritas por Sung *et al.* (2007).

Las muestras identificadas como *O. aff. dipterigena*, se agruparon en un solo clado (Q, SB= 99.6) en el análisis para ITS. Todas parasitan adultos del orden Diptera y cada muestra fue colectada en una localidad distinta, los análisis de LSU y SSU mostraron a NGZ044 como especie más lejana. El locus ITS es reportado como el de preferencia para la desinagción de especies en hongos, mientras que LSU y SSU son utilizados más en la designación taxonómica supra-específica. Por lo tanto, la designación de *O. aff. dipterigena* fue la que se adoptó para estas muestras.

El espécimen anamorfo colectado en una araña adulta (Araneae) MAQ009 presentó el mejor emparejamiento con la búsqueda BLASTn con *O. entomorrhiza* (Dicks.) G.H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones & Spatafora (2007), sin embargo, se agrupó en la familia Cordycipitaceae en el análisis para SSU, y morfológicamente es semejante a *A. novoguineensis*. Mayores estudios son necesarios para determinar su identidad con certeza.

La muestra YAU016 de *O. amazonica* en el análisis SSU (clado J) y YAU133 *O. caloceroides* (clado O) del análisis ITS, se ubicaron dentro de Cordycipitaceae, cuando se esperaba que lo hagan en Ophiocordycipitaceae. Se ha reportado en la literatura que es posible que el árbol filogenético basado en un locus falle en inferir el árbol de la especie para *O. amazonica* (Degnan & Rosenberg 2009). Otros trabajos que utilizaron un mayor número de datos apoyan su inclusión en Ophiocordycipitaceae (Sanjuan *et al.* 2014). Por otro lado, *O. caloceroides* fue incluido en el género *Ophiocordyceps* por Sung *et al.* (2007) en base a características morfológicas y no fue incluido en la revisión de la familia Ophiocordycipitaceae hecha por Quandt *et al.* (2014). Se recomienda incluir otros loci

fuera del cistrón eucariótico rRNA en los análisis taxonómicos y filogenéticos de estas especies para futuros estudios.

El cistrón eucariótico rRNA consiste en los genes 18S, 5.8S y 28S transcritos como una unidad por la RNA polimerasa I. El análisis de este locus ha sido utilizado desde hace dos décadas como herramienta de diagnóstico fúngico y filogenético, las regiones ITS1 e ITS2 son espaciadores intergénicos que separan los tres genes (Schoch *et al.* 2012). Schoch propuso a ITS como código de barras standard para hongos, debido a que combina la capacidad de discriminar especies cercanamente relacionadas con un alto grado de éxito de PCR y secuenciación de ADN en un amplio rango de hongos, un 40% de los contribuidores al estudio reportó dificultades en la edición y alineamiento de esta región. El PCR y secuenciación para las regiones ITS1 e ITS2 en este estudio tuvo un 61.5% de éxito y un difícil alineamiento comparado con los otros loci analizados, posiblemente debido a la heterogeneidad de los datos. Sin embargo, su análisis filogenético fue robusto especialmente para el clado Ophiocordycipitaceae.

El rango de hospederos de *Cordyceps* s.l. es muy amplio e incluye varios órdenes (Shrestha *et al.* 2016). Se encontraron ocho órdenes en este estudio, siendo Coleoptera al que el mayor número de especies (nueve especies entomopatógenas) lo parasitó, seguido de Araneae, Lepidoptera e Hymenoptera con siete especies cada uno. Alrededor del 60% de todas las especies de *Cordyceps* s.l. descritas en la literatura se encontraron parasitando hospederos de Coleoptera y Lepidoptera, otros órdenes con alta concentración de especies son Hymenoptera, Hemiptera, Orthoptera y Araneae (Shrestha *et al.* 2016). Los análisis filogenéticos indican una correspondencia entre hospedero y orden de patógeno, no obstante, un estudio a nivel de infraorden sería muy informativo. Sólo el 60% de los hospederos de *Cordyceps* s. l. son conocidos a nivel de género, especie o familia (Shrestha *et al.* 2016).

La mayoría de los hospederos de este estudio fueron adultos y para los órdenes Araneae, Diptera, Hymenoptera y Orthoptera se encontraron exclusivamente individuos en este estadio de desarrollo. Por otro lado, la mitad de los individuos encontrados en estado de larva fueron del orden Coleoptera, uno en Lepidoptera, y tres no se identificó el orden. Se encontraron dos pupas de Lepidoptera y una ninfa de Phasmatodea. De acuerdo a la literatura el 95% de hospederos de Coleoptera y Lepidoptera corresponden a individuos inmaduros (Shrestha *et al.* 2016), empero los resultados obtenidos en este estudio muestran mayor número de hospederos adultos. No se conoce con certeza la razón por la que algunos órdenes son mas susceptibles en estado larval y otros lo son de adultos (Shrestha *et al.* 2016). Se cree que la variedad de nichos ecológicos creados por el rango de hospederos y estadios de desarrollo ha contribuido a que estos patógenos desarrollen una diversidad morfológica amplia que resulta en su gran biodiversidad. (Araújo & Hughes 2014).

YAU130 *Metacordyceps* sp1 colectada sobre una larva del orden Coleoptera, y pudiera ser una especie nueva, ya que no se encontró ninguna referencia en la literatura de un hongo con sus características morfológicas. Sin embargo, no se logró amplificar ninguno de los loci para el análisis molecular.

En conclusión, se obtuvo una importante colección de especies de hongos entomopatógenos ecuatorianos pertenecientes a las tres familias Ophiocordycipitaceae, Cordycipitaceae y Clavicipitaceae propuestas por Sung *et al.* (2007) y al grupo *Incertae Sedis* dentro de Hypocreales. Esta investigación deja en evidencia que Ecuador posee un gran potencial para el estudio de este grupo de hongos que cumple importantes papeles en el ecosistema, es utilizado por el hombre para su beneficio, y merece mayor interés. Técnicas moleculares fueron útiles para la clasificación taxonómica de las muestras, mientras que datos morfológicos parecen ser ambiguos.

## AGRADECIMIENTOS

A Clifford Keil por la ayuda en la identificación de hospederos, a María Eugenia Ordoñez por la guía en el desarrollo del presente estudio. A la Fundación Ecociencia y la DGA de la PUCE por la financiación de la investigación.

## RESUMEN

El género de hongos *Cordyceps* s.l. corresponde a la familia Clavicipitaceae, orden Hypocreales dentro del Phylum Ascomycota. Es el género más diverso de la familia en cuanto a número de especies y rango de hospederos. Son parásitos de artrópodos, pero también pueden parasitar otros hongos como trufas. Las especies de *Cordyceps* s.l. que infectan a insectos lo hacen a los estadios entre larva y adulto, matan al insecto y crecen en su cadáver. El presente estudio tuvo como objetivo describir en forma preliminar la diversidad de hongos entomopatógenos del género *Cordyceps* s.l. en el Ecuador, en diez localidades, donde se obtuvo 102 especímenes en ocho órdenes de insectos. La identificación de especies se basó en caracteres morfológicos y el análisis de tres loci del ADN ribosomal. Se identificaron 29 especies en base a secuencias de LSU (subunidad grande del ribosoma), ITS (región espaciadora del transcrito interno del ribosoma) y SSU (subunidad pequeña del ribosoma), y 20 especies en base a morfología y hospedero. Se obtuvo un total de 87 secuencias del ADNr, 24 para LSU, 31 para SSU, y 32 para ITS de 52 colecciones. Los géneros identificados fueron *Ophiocordyceps*, *Cordyceps*, *Gibellula*, *Akanthomyces*, *Hirsutella*, *Hypocreales* sp., *Isaria*, *Metacordyceps*, *Beauveria*, *Polycephalomyces* y *Torrubiella*, dentro de las familias monofiléticas Clavicipitaceae, Cordycipitaceae y Ophiocordycipitaceae propuestas por Sung *et al.* (2007) para una nueva

clasificación de *Cordyceps* s.l., e *Incertae Sedis*. Se evidencia el potencial para el estudio de diversidad de *Cordyceps* s.l. en Ecuador.

Palabras clave: *Cordyceps* s.l., hongos entomopatógenos, ITS, LSU, SSU, hospederos, Ecuador

## REFERENCIAS

- Araújo, J. P. & Hughes, D. P. (2014). Diversity of entomopathogens Fungi: Which groups conquered the insect body? *bioRxiv*, 003756.
- Bischoff, J. F. (2005). *Stilbella iwokramensis* (Ascomycotina, Hypocreales): A new entomopathogenic species from Guyana. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, 154(1), 123-125.
- Darriba, D., Taboada, G. L., Doallo, R. & Posada, D. (2012). jModelTest 2: more models, new heuristics and parallel computing. *Nature Methods*, 9(8), 772-772.
- Degnan, J. H. & Rosenberg, N. A. (2009). Gene tree discordance, phylogenetic inference and the multispecies coalescent. *Trends in Ecology & Evolution*, 24(6), 332-340.
- Edgar, R. C. (2004). MUSCLE: a multiple sequence alignment method with reduced time and space complexity. *BMC Bioinformatics*, 5(1), 1.
- Evans, H.C. (1982). Entomogenous fungi in tropical forest ecosystems: an appraisal. *Ecological Entomology*, 7(1), 47-60.
- Evans, H. C., Elliot, S. L. & Hughes, D. P. (2011). Hidden diversity behind the zombie-ant fungus *Ophiocordyceps unilateralis*: four new species described from carpenter ants in Minas Gerais, Brazil. *PLoS One*, 6(3), e17024.
- Evans, H. C. (2013). Fungal pathogens of spiders. In: Nentwig, W. ed. *Spider Ecophysiology* (pp. 107-121). Springer Berlin Heidelberg.
- Gardes, M. & Bruns, T. D. (1993). ITS primers with enhanced specificity for basidiomycetes-application to the identification of mycorrhizae and rusts. *Molecular Ecology*, 2(2), 113-118.
- Guindon, S. & Gascuel, O. (2003). A simple, fast, and accurate algorithm to estimate large phylogenies by maximum likelihood. *Systematic Biology*, 52(5), 696-704.
- Kearse, M., Moir, R., Wilson, A., Stones-Havas, S., Cheung, M., Sturrock, S., Buxton, S., Cooper, A., Markowitz, S., Duran, C., Ashton, B., Meintjes, P., Drummond, A. & Thierer, T. (2012). Geneious Basic: an integrated and extendable desktop software platform for the organization and analysis of sequence data. *Bioinformatics*, 28(12), 1647-1649.
- Kepler, R. M., Kaitsu, Y., Tanaka, E., Shimano, S. & Spatafora, J. W. (2011). *Ophiocordyceps pulvinata* sp. nov., a pathogen of ants with a reduced stroma. *Mycoscience*, 52(1), 39-47.
- Kepler, R., Ban, S., Nakagiri, A., Bischoff, J., Hywel-Jones, N., Owensby, C. A. & Spatafora, J. W. (2013). The phylogenetic placement of hypocrealean insect

pathogens in the genus *Polycephalomyces*: an application of One Fungus One Name. *Fungal Biology*, 117(9), 611-622.

- Kobayasi Y., & Shimizu D. (1978). *Cordyceps* species from Japan. *Bulletin of the National Science Museum, Tokyo, Ser. B. 4*, 44–62.
- Kobayasi, Y. (1981). Revision of the genus *Cordyceps* and its allies 1. *Bulletin of the National Science Museum, Tokyo. Ser. B*, 7,1-13.
- Luangsa-Ard, J., Tسانathai, K., Mongkolsamrit, S. & Hywel-Jones, N. L. (2007). *Atlas of invertebrate-pathogenic fungi of Thailand* (Vol. 1). BIOTEC, NSTDA, Bangkok, Thailand.
- Luangsa-Ard, J., Tسانathai, K., Mongkolsamrit, S. & Hywel-Jones, N.L. (2008). *Atlas of invertebrate-pathogenic fungi of Thailand* (Vol. 2). BIOTEC, NSTDA, Bangkok, Thailand.
- Maddison, W. P. & Maddison, D. R. (2008). Mesquite: a modular system for evolutionary analysis. Version 2.5 <http://mesquiteproject.org>
- Mains, E.B. (1947). New and interesting species of *Cordyceps*. *Mycologia*, 39(5), 535-545.
- Mains, E. B. (1949). *Cordyceps bicephala* Berk. and *C. australis* (Speg.) Sacc. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 76(1), 24-30.
- Mains, E. B. (1950). Entomogenous species of *Akanthomyces*, *Hymenostilbe* and *Insecticola* in North America. *Mycologia*, 42(4), 566-589.
- Mains, E. B. (1951). Notes concerning entomogenous fungi. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 78(2), 122-133.
- Nikoh, N. & Fukatsu, T. (2000). Interkingdom host jumping underground: phylogenetic analysis of entomoparasitic fungi of the genus *Cordyceps*. *Molecular Biology and Evolution*, 17(4), 629-638.
- Petch, T. (1932). Notes on entomogenous fungi. *Transactions of the British Mycological Society*, 16(4), 209-245.
- Petch, T. (1933). Notes on entomogenous fungi. *Transactions of the British Mycological Society*, 18, 48-75.
- Quandt, C. A., Kepler, R. M., Gams, W., Araújo, J. P., Ban, S., Evans, H. C., Hughes, D., Humber, R., Hywel-Jones, N., Li, Z., Rehner, S. A., Sanjuan, T. Sato, H., Shrestha, B., Sung, G., Yao, Y., Zare, R., Spatafora, J. W. & Luangsa-Ard, J. J. (2014). Phylogenetic-based nomenclatural proposals for Ophiocordycipitaceae (Hypocreales) with new combinations in *Tolypocladium*. *IMA fungus*, 5(1), 121-134.

- Rehner, S. A. & Buckley, E. (2005). A *Beauveria* phylogeny inferred from nuclear ITS and EF1- $\alpha$  sequences: evidence for cryptic diversification and links to *Cordyceps* teleomorphs. *Mycologia*, 97(1), 84-98.
- Ron, S. R., Guayasamin, J. M., Yanez-Muñoz, M. H., Merino-Viteri, A. Ortiz, D. A. & Nicolalde, D. A. (2016). AmphibiaWebEcuador. Version 2016.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. <<http://zoologia.puce.edu.ec/Vertebrados/anfibios>>, acceso 3 de enero, 2016.
- Samson, R. A. & Evans, H. C. (1974). Notes on entomogenous fungi from Ghana. II. The genus *Akanthomyces*. *Acta Botanica Neerlandica*, 23(1), 28-35.
- Samson, R.A., Evans, H. C. & Van de Klashorst, G. (1981). Notes on entomogenous fungi from Ghana. V. The genera *Stilbella* and *Polycephalomyces*. *Proceedings. Series C. Biological and Medical Sciences-Nederlandse Akademie van Wetenschappen*, 84 (3), 289 -301.
- Samson, R. A. & Brady, B. L. (1982). *Akanthomyces novoguineensis* sp. nov. *Transactions of the British Mycological Society*, 79(3), 571-572.
- Samson, R. A., Evans, H. C. & Hoekstra, E. S. (1982). Notes on entomogenous fungi from Ghana. VI. The genus *Cordyceps*. *Proceedings-Nederlandse Akademie van Wetenschappen. Series C: Biological and Medical Sciences*, 85 (4), 589-605.
- Samson, R. A., Evans, H. C. & Latge, J. P. (1988). Atlas of entomopathogenic fungi. Springer-Verlag Berlin Heidelberg , New York.
- Sanjuan, T., Tabima, J., Restrepo, S., Læssøe, T., Spatafora, J. W. & Franco-Molano, A. E. (2014). Entomopathogens of Amazonian stick insects and locusts are members of the *Beauveria* species complex (*Cordyceps* sensu stricto). *Mycologia*, 106(2), 260-275.
- Sanjuan, T. I., Franco-Molano, A. E., Kepler, R. M., Spatafora, J. W., Tabima, J., Vasco-Palacios, A. M. & Restrepo, S. (2015). Five new species of entomopathogenic fungi from the Amazon and evolution of neotropical *Ophiocordyceps*. *Fungal Biology*, 119(10), 901-916.
- Schoch, C. L., Seifert, K. A., Huhndorf, S., Robert, V., Spouge, J. L., Levesque, C. A., Chen, W. & Fungal Barcoding Consortium. (2012). Nuclear ribosomal internal transcribed spacer (ITS) region as a universal DNA barcode marker for Fungi. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 109(16), 6241-6246.
- Seifert, K. A. (1985). A monograph of *Stilbella* and some allied hyphomycetes. *Studies in Mycology*, 27, 1-234.
- Shrestha, B. & Sung, J. M. (2005). Notes on *Cordyceps* species collected from the central region of Nepal. *Mycobiology*, 33(4), 235-239.

- Shrestha, B., Tanaka, E., Hyun, M. W., & Han, J. G. (2016). Coleopteran and Lepidopteran hosts of the entomopathogenic genus *Cordyceps* sensu lato. *Journal of Mycology*, 2016.
- Sung, G. H. & Spatafora, J. W. (2004). *Cordyceps cardinalis* sp. nov., a new species of *Cordyceps* with an east Asian-eastern North American distribution. *Mycologia*, 96(3), 658-666.
- Sung, G. H., Hywel-Jones, N. L., Sung, J. M., Luangsa-ard, J. J., Shrestha, B. & Spatafora, J. W. (2007). Phylogenetic classification of *Cordyceps* and the clavicipitaceous fungi. *Studies in Mycology*, 57, 5-59.
- Vilgalys, R. & Sun, B. L. (1994). Ancient and recent patterns of geographic speciation in the oyster mushroom *Pleurotus* revealed by phylogenetic analysis of ribosomal DNA sequences. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 91(10), 4599-4603. doi:10.1073/pnas.91.10.4599
- Wang, Y. B., Yu, H., Dai, Y. D., Wu, C. K., Zeng, W. B., Yuan, F. & Liang, Z. Q. (2015). *Polycephalomyces agaricus*, a new hyperparasite of *Ophiocordyceps* sp. infecting melolonthid larvae in southwestern China. *Mycological Progress*, 14(9), 1-9.
- White, T.J., Bruns, T., Lee, S.J. W.T. , & Taylor, J.W. (1990). Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In: Innis M.A., Gelfand, D.H., Sninsky, J.S., White, T.J. eds. *PCR protocol: a guide to methods and applications*. San Diego: Academic Press, 315-322.

**CUADRO 1.**

Lista de localidades, provincias, coordenadas geográficas y número de especímenes colectados de *Cordyceps* s.l. en Ecuador.

TABLE 1.

List of localities, provinces, geographical coordinates and number of specimens collected of *Cordyceps* s.l. in Ecuador.

<u>Localidad</u>	<u>Provincia</u>	<u>Latitud</u>	<u>Longitud</u>	<u>Tipo de bosque*</u>	<u>N</u>
Canandé	Esmeraldas	00°28'60" N	79°12'04" W	Bosque húmedo tropical del Chocó	2
Chimbadero	Napo	00°56'15" S	78°49'10" W	Bosque Húmedo Tropical Amazónico	16
El Cedral	Pichincha	00° 06' 50.4" N	78° 34' 11.8" W	Bosque Piemontano Occidental	7
Estación Biológica Bilsa	Esmeraldas	00°21'33" N	79°42'02" W	Bosque húmedo tropical del Chocó	14
Estación Científica Yasuní (ECY)	Orellana	00°40'16.7" S	76°24'1.8" W	Bosque Húmedo Tropical Amazónico	47
Estación de Biodiversidad Tiputini(TBS)	Orellana	00°37'5" S	76°10'19" W	Bosque Húmedo Tropical Amazónico	3
Mindo	Pichincha	00° 3' N	78° 44' W	Bosque Piemontano Occidental	4
Nangaritza	Zamora	04°25' S	78° 50' W	Bosque Montano Oriental	6
Reserva Maquipucuna	Pichincha	00°03'37.9" N	78°34'45.1" W	Bosque Piemontano Occidental	8
Villano B	Pastaza	01°28' S	77°27' W	Bosque Húmedo Tropical Amazónico	2

\*Clasificación según Ron *et al.*, 2016

## CUADRO 2.

Muestras de *Cordyceps* s.l. colectadas en el Ecuador obtenidas en el presente estudio, detalle de localidad, hospedero y método de identificación.

TABLE 2.

Detailed location, host and identification method of *Cordyceps* s.l. samples collected in Ecuador .

Identificación	Código	Localidad	Hospedero	Identificación
<i>Akanthomyces novoguineensis</i> Samson & B.L. Brady (1982)	BIL013*	Estación Biológica Bilsa	Descompuesto posiblemente araña pequeña	Morfología
<i>A. novoguineensis</i>	BIL015*	Estación Biológica Bilsa	Adulto Araneae	Morfología
<i>A. novoguineensis</i>	CER004*	El Cedral	Adulto Araneae	Morfología
<i>A. novoguineensis</i>	YAU020*	Estación Científica Yasuní (ECY)	Adulto Araneae	Morfología/ LSU
<i>Beauveria bassiana</i> (Bals.-Criv.) Vuill. (1912)	NGZ041*	Nangaritza	Descompuesto	Morfología/ ITS, LSU
<i>B. bassiana</i>	TEN087*	Chimbadero	Coleoptera, Curculionidae	Morfología
<i>Cordyceps acridophila</i> Sanjuan & Franco-Mol. (2014)	YAU140	ECY	Adulto Orthoptera, Acrididae	Morfología/ LSU
<i>Cordyceps</i> aff. <i>cardinalis</i> G.H. Sung & Spatafora (2004)	MAQ004	Reserva Maquipucuna	Larva Coleoptera	Morfología/ ITS, SSU
<i>Cordyceps</i> aff. <i>cardinalis</i>	BIL008	Estación Biológica Bilsa	Larva descompuesta	Morfología/ITS
<i>Cordyceps</i> aff. <i>cardinalis</i>	YAU141	ECY	Larva descompuesta	Morfología/SSU , LSU
<i>C. diapheromeriphila</i> T. Sanjuan & A.E. Franco-Molano (2014)	YAU017	ECY	Ninfa Phasmatodea, Diapheromeridae	Morfología/ ITS,SSU, LSU
<i>C. locustiphila</i> Henn. (1904)	BIL020	Estación Biológica Bilsa	Adulto Orthoptera, Tettigoniidae	Morfología/ SSU, LSU
<i>C. locustiphila</i>	CAN136	Canandé	Adulto Orthoptera, Acridomorpha	Morfología/ SSU, LSU
<i>C. locustiphila</i>	YAU034	ECY	Adulto Orthoptera	Morfología
<i>C. locustiphila</i>	YAU102	ECY	Adulto Orthoptera	Morfología
<i>C. militaris</i>	CER005	El Cedral	Pupa Lepidoptera	Morfología/ LSU
<i>Cordyceps</i> sp1	VLL132*	Villano B	Adulto Lepidoptera	Morfología/ ITS, SSU
<i>Cordyceps</i> sp1	NGZ040*	Nangaritza	Adulto Lepidoptera	Morfología/ ITS
<i>Cordyceps</i> sp1	YAU142*	ECY	Adulto Lepidoptera	Morfología/ SSU, LSU
<i>Cordyceps</i> sp2	TEN074	Chimbadero	Adulto Lepidoptera	Morfología/ ITS, SSU
<i>Cordyceps</i> sp3	YAU018	ECY	Larva	Morfología/ ITS
<i>C. takaomontana</i> Yakush. & Kumaz. (1941)	TEN082*	Chimbadero	Pupa Lepidoptera	Morfología/ ITS
<i>C. tuberculata</i> (Lebert) Maire (1917)	MID143	Mindo	Adulto Lepidoptera	Morfología/ LSU
<i>C. tuberculata</i>	TEN076*	Chimbadero	Adulto Lepidoptera, Noctuidae	Morfología/ SSU, LSU
<i>C. tuberculata</i>	TIP009	TBS	Adulto Lepidoptera	Morfología/ SSU
<i>C. tuberculata</i>	ZAM001*	Nangaritza	Adulto Lepidoptera, Noctuidae	Morfología/ SSU
<i>C. tuberculata</i>	BIL010	Estación Biológica Bilsa	Descompuesto	Morfología

<i>C. tuberculata</i>	MID140*	Mindo	Adulto Lepidoptera	Morfología/ SSU
<i>C. tuberculata</i>	TEN070*	Chimbadero	Adulto Lepidoptera	Morfología
<i>C. tuberculata</i>	YAU019*	ECY	Adulto Lepidoptera, Notodontidae	Morfología
<i>C. tuberculata</i>	YAU146*	ECY	Adulto Lepidoptera	Morfología
Cordycipitaceae sp1	BIL014	Estación Biológica Bilsa	Orden Araneae	Morfología
<i>Gibellula</i> sp1	BIL005*	Estación Biológica Bilsa	Adulto Araneae	Morfología
<i>Gibellula</i> sp1	BIL006*	Estación Biológica Bilsa	Araneae	Morfología
<i>Gibellula</i> sp1	BIL016*	Estación Biológica Bilsa	Araneae	Morfología
<i>Gibellula</i> sp1	BIL018*	Estación Biológica Bilsa	Descompuesto	Morfología
<i>Gibellula</i> sp1	CER002*	El Cedral	Araneae, Thomisidae	Morfología
Hypocreales sp1	YAU039	ECY	Adulto Hemiptera, Pentatomidae	Morfología/ ITS,SSU, LSU
Hypocreales sp2	YAU035	ECY	Adulto Orthoptera, Acrididae	Morfología/ SSU, LSU
Hypocreales sp3	MAQ009*	Reserva Maquipucuna	Adulto Araneae	Morfología/ SSU
<i>Hirsutella</i> sp1	BIL009*	Estación Biológica Bilsa	Adulto Coleoptera, , Chrysomelidae	Morfología
<i>Hirsutella</i> sp2	CER006*	El Cedral	Hemiptera, Delphacidae	Morfología
<i>Hirsutella</i> sp2	CER007*	El Cedral	Hemiptera, Delphacidae	Morfología
<i>Hirsutella</i> sp2	MAQ006*	Reserva Maquipucuna	Hemiptera, Delphacidae	Morfología
<i>Isaria fumosorosea</i> Wize (1904)	YAU026*	ECY	Adulto Lepidoptera, Sphingidae	Morfología/ ITS
<i>I. fumosorosea</i>	YAU027	ECY	Larva Lepidoptera	Morfología/ ITS,SSU, LSU
<i>Isaria</i> sp1	MAQ008*	Reserva Maquipucuna	Araneae	Morfología
<i>Metacordyceps liangshanensis</i> (M. Zang, D. Liu & R. Hu) G.H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones & Spatafora (2007)	YAU001	ECY	Pupa	Morfología/ SSU, LSU
<i>Metacordyceps</i> sp1	YAU130	ECY	Larva Coleoptera	Morfología
<i>Metarhizium</i> sp1	BIL002*	Estación Biológica Bilsa	Pequeña avispa Hymenoptera	Morfología
<i>Ophiocordyceps</i> aff. <i>dipterigena</i> (Berk. & Broome) G.H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones & Spatafora (2007)	CER001	El Cedral	Adulto Diptera	Morfología/ ITS, SSU
<i>Ophiocordyceps</i> aff. <i>dipterigena</i>	TEN078*	Chimbadero	Diptera, Muscidae	Morfología/ ITS
<i>Ophiocordyceps</i> aff. <i>dipterigena</i>	YAU028	ECY	Adulto Diptera	Morfología/ ITS
<i>Ophiocordyceps</i> aff. <i>dipterigena</i>	NGZ044*	Nangaritza	Adulto Diptera	Morfología/ ITS,SSU, LSU
<i>O. amazonica</i> (Henn.) G.H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones & Spatafora (2007)	NGZ042	Nangaritza	Adulto Orthoptera, Acrididae	Morfología
<i>O. amazonica</i>	TEN075	Chimbadero	Adulto Orthoptera, Acrididae	Morfología
<i>O. amazonica</i>	YAU016	ECY	Adulto Orthoptera, Acrididae	Morfología/ ITS, SSU
<i>O. amazonica</i>	YAU033	ECY	Adulto Orthoptera, Acrididae	Morfología
<i>O. amazonica</i>	YAU050	ECY	Adulto Ortoptera	Morfología
<i>O. amazonica</i>	YAU051	ECY	Adulto Orthoptera, Acrididae	Morfología

<i>O. amazonica</i>	YAU092	ECY	Adulto Orthoptera, Acrididae	Morfología
<i>O. amazonica</i>	YAU105	ECY	Adulto Orthoptera, Acrididae	Morfología
<i>O. amazonica</i>	YAU106	ECY	Adulto Orthoptera, Acrididae	Morfología
<i>O. amazonica</i>	YAU136	ECY	Adulto Orthoptera, Acrididae	Morfología
<i>O. araracuarensis</i> T. Sanjuan & J.W. Spatafora (2015)	BIL017	Estación Biológica Bilsa	Inmaduro Hemiptera, Cicadoidea	Morfología
<i>O. australis</i> (Speg.) G.H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones & Spatafora (2007)	TEN072	Chimbadero	Adulto Hymenoptera, Formicidae, Ponerinae	Morfología/ ITS,SSU, LSU
<i>O. australis</i>	TEN077	Chimbadero	Adulto Hymenoptera, Formicidae, Ponerinae	Morfología
<i>O. australis</i>	TEN080	Chimbadero	Adulto Hymenoptera, Formicidae, Ponerinae	Morfología/ ITS
<i>O. australis</i>	TEN081	Chimbadero	Adulto Hymenoptera, Formicidae, Ponerinae	Morfología
<i>O. australis</i>	TEN088	Chimbadero	Descompuesto	Morfología
<i>O. australis</i>	YAU029	ECY	Adulto Hymenoptera, Formicidae, Ponerinae	Morfología/ ITS, LSU
<i>O. australis</i>	YAU036	ECY	Adulto Hymenoptera, Formicidae, Ponerinae	Morfología
<i>O. australis</i>	YAU101	ECY	Adulto Hymenoptera, Formicidae, Ponerinae	Morfología
<i>O. australis</i>	YAU104	ECY	Adulto Hymenoptera, Formicidae, Ponerinae	Morfología/ SSU
<i>O. australis</i>	YAU107	ECY	Adulto Hymenoptera, Formicidae, Ponerinae	Morfología
<i>O. caloceroides</i>	YAU133	ECY	Adulto Araneae, infraorden Mygalomorphae	Morfología/ ITS
<i>O. curculionum</i>	VLL134	Villano B	Adulto Coleoptera, Curculionidae, <i>Crastosomus</i>	Morfología/ LSU
<i>O. curculionum</i> (Tul. & C. Tul.) G.H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones & Spatafora (2007)	YAU091	ECY	Adulto Coleoptera, Erotylidae	Morfología
<i>O. fulgoromorphila</i> T. Sanjuan (2015)	YAU038	ECY	Adulto Hemiptera, Fulgoridae	Morfología/ ITS,SSU, LSU
<i>O. fulgoromorphila</i>	YAU100	ECY	Adulto Hemiptera, Fulgoridae	Morfología/ ITS, SSU
<i>O. fulgoromorphila</i>	YAU137	ECY	Adulto Hemiptera, Fulgoridae	Morfología
<i>O. gracilioides</i> (Kobayasi) G.H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones & Spatafora (2007)	TEN073	Chimbadero	Larva Coleoptera, Cucujidae	Morfología
<i>O. gracilioides</i>	YAU030	ECY	Larva Coleoptera	Morfología
<i>O. lloydii</i> (H.S. Fawc.) G.H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones & Spatafora (2007)	TIP004	TBS	Adulto Hymenoptera, Formicidae	Morfología/ ITS
<i>O. lloydii</i>	YAU031	ECY	Adulto Hymenoptera, Formicidae	Morfología
<i>O. lloydii</i>	YAU124	ECY	Adulto Hymenoptera, Formicidae	Morfología/ ITS
<i>O. ponerinarum</i> (H.C. Evans & Samson) T. Sanjuan & R.M. Kepler (2015)	CAN001*	Canandé	Adulto Hymenoptera, Formicidae, <i>Paraponera</i>	Morfología
<i>O. ponerinarum</i>	YAU021	ECY	Adulto Hymenoptera, Formicidae, <i>Paraponera</i>	Morfología
<i>O. ponerinarum</i>	YAU022*	ECY	Adulto Hymenoptera, Formicidae, <i>Paraponera</i>	Morfología
<i>O. ponerinarum</i>	YAU032*	ECY	Adulto Hymenoptera, Formicidae, <i>Paraponera</i>	Morfología
<i>Ophiocordyceps</i> sp1	TIP007	TBS	Adulto Coleoptera, Curculionidae	Morfología/ ITS
<i>Ophiocordyceps</i> sp1	YAU053	ECY	Adulto Coleoptera, Curculionidae	Morfología/ ITS,SSU, LSU
<i>Ophiocordyceps</i> sp2	TEN079	Chimbadero	Adulto Hymenoptera, Formicidae, Ponerinae	Morfología/ ITS
<i>Ophiocordyceps</i> sp2	YAU037	ECY	Adulto Hymenoptera, Formicidae, Ponerinae	Morfología/ ITS,SSU, LSU
<i>Ophiocordyceps</i> sp2	YAU103	ECY	sin hospedero	Morfología/ SSU, LSU

<i>Ophiocordyceps</i> sp2	YAU013*	ECY	Adulto Coleoptera, Erotylidae, <i>Ellipticus</i>	Morfología/ SSU, LSU
<i>Ophiocordyceps</i> sp3	MAQ005*	Reserva Maquipucuna	Adulto Coleoptera, Curculionidae	Morfología/ ITS
<i>Ophiocordyceps</i> sp3	MAQ007*	Reserva Maquipucuna	Adulto Coleoptera, Curculionidae	Morfología/ ITS, SSU
<i>Ophiocordyceps</i> sp4	YAU125	ECY	Adulto Hymenoptera, Formicidae	Morfología/ ITS, SSU
<i>O. unilateralis</i> (Tul. & C. Tul.) Petch (1931)	TEN083*	Chimbadero	Adulto Hymenoptera, Formicidae, Ponerinae	Morfología
<i>Polycephalomyces nipponicus</i> (Kobayasi) Kepler & Spatafora (2013)	MID145*	Mindo	Adulto Lepidoptera	Morfología/ SSU
<i>Torrubiella</i> sp1	BIL007	Estación Biológica Bilsa	Adulto Araneae	Morfología

ITS: regiones ITS1, 5.8S e ITS2, del ADN ribosomal

SSU: subunidad pequeña del ADN ribosomal

LSU :subunidad grande del ADN ribosomal

\*Identificado desde anamorfo

### CUADRO 3.

Especies identificadas de individuos colectados de las familias Cordycipitaceae, Clavicipitaceae y Ophiocordycipitaceae

TABLE 3.  
Species of the families Cordycipitaceae, Ophiocordycipitaceae and Clavicipitaceae identified from the individuals collected

Familia	Género	Especie	N	Familia	Género	Especie	N
Cordycipitaceae				Ophiocordycipitaceae			
	<i>Cordyceps</i>				<i>Ophiocordyceps</i>		
		<i>C. acridophila</i>	1			<i>O. amazonica</i>	10
		<i>C. diapheromeriphila</i>	1			<i>O. araracuarensis</i>	1
		<i>C. locustiphila</i>	4			<i>O. australis</i>	10
		<i>C. takaomontana</i>	1			<i>O. caloceroides</i>	1
		<i>C. tuberculata</i>	9			<i>O. curculionum</i>	2
		<i>C. militaris</i>	1			<i>O. fulgoromorphila</i>	3
		<i>C. aff. cardinalis</i>	3			<i>O. gracilioides</i>	2
		<i>Cordyceps</i> sp1	3			<i>O. lloydii</i>	3
		<i>Cordyceps</i> sp2	1			<i>O. ponerinarum</i>	4
		<i>Cordyceps</i> sp3	1			<i>O. unilateralis</i>	1
	<i>Beauveria</i>					<i>O. aff. dipterigena</i>	4
		<i>B. bassiana</i>	2			<i>Ophiocordyceps</i> sp1	2
	<i>Torrubiella</i>					<i>Ophiocordyceps</i> sp2	4
		<i>Torrubiella</i> sp1	1			<i>Ophiocordyceps</i> sp3	2
	<i>Akanthomyces</i>					<i>Ophiocordyceps</i> sp4	1
		<i>A. novoguineensis</i>	4		<i>Hirsutella</i>		
	<i>Isaria</i>					<i>Hirsutella</i> sp1	1
		<i>I. fumosorosea</i>	2			<i>Hirsutella</i> sp2	3
		<i>Isaria</i> sp1	1			Total	54
	<i>Gibellula</i>			Clavicipitaceae			
		<i>Gibellula</i> sp1	5		<i>Metacordyceps</i>		
Cordycipitaceae			1			<i>Metarhizium</i> sp1	1
		Total	41			<i>M. liangineensis</i>	1
Incertae Sedis						<i>Metacordyceps</i> sp1	1
	<i>Polycephalomyces</i>					Total	3
		<i>P. nipponicus</i>	1	Hipocreales sp1 *			1
		Total	1	Hipocreales sp2*			1
				Hipocreales sp3*			1

\* Muestras identificadas a nivel de orden.

## CUADRO 4.

Distribución de especies de *Cordyceps* s.l. y número de colecciones por cada localidad muestreada

TABLE 4.  
Distribution of *Cordyceps* s.l. species and number of collections for each locality sampled

Localidad	Identificación	N	Localidad	Identificación	N	Localidad	Identificación	N		
ECY	<i>Akanthomyces novoguineensis</i>	1	Estación Biológica Bilsa	<i>A. novoguineensis</i>	2	Nangaritza	<i>B. bassiana</i>	1		
	<i>Cordyceps acridophila</i>	1		<i>C. aff. cardinalis</i>	1		<i>C. tuberculata</i>	1		
	<i>C. aff. cardinalis</i>	1		<i>C. locustiphila</i>	1		<i>O. amazonica</i>	1		
	<i>C. diapheromeriphila</i>	1		<i>C. tuberculata</i>	1		<i>O. aff. dipterigena</i>	1		
	<i>C. locustiphila</i>	2		Cordycipitaceae	1		<i>Cordyceps</i> sp1	1		
	<i>Cordyceps</i> sp1	1		<i>Gibellula</i> sp1	4		Total	5		
	<i>Cordyceps</i> sp3	1		<i>Hirsutella</i> sp1	1		Reserva			
	<i>C. tuberculata</i>	2		<i>Metarhizium</i> sp1	1		Maquipucuna	<i>C.s aff. cardinalis</i>	1	
	<i>Hypocreales</i> sp1	1		<i>O. araracuarensis</i>	1			<i>Hirsutella</i> sp2	1	
	<i>Hypocreales</i> sp2	1		<i>Torrubiella</i> sp1	1			<i>Isaria</i> sp1	1	
	<i>Isaria fumosorosea</i>	2		Total	14			<i>Ophiocordyceps</i> sp3	2	
	<i>Metacordyceps liangshanensis</i>	1		Chimbadero					<i>Hypocreales</i> sp3	1
	<i>Metacordyceps</i> sp1	1			<i>Beauveria bassiana</i>		1	Total	6	
	<i>Ophiocordyceps amazonica</i>	8			<i>C. takaomontana</i>		1	TBS	<i>O. lloydii</i>	1
	<i>O. australis</i>	5	<i>C. tuberculata</i>		2		<i>Ophiocordyceps</i> sp1	1		
	<i>O. caloceroides</i>	1	<i>Cordyceps</i> sp2		1		<i>C. tuberculata</i>	1		
	<i>O. curculionum</i>	1	<i>O. amazónica</i>		1	Total	3			
	<i>O. aff. dipterigena</i>	1	<i>O. australis</i>		5	Villano B*	<i>Cordyceps</i> sp1	1		
	<i>O. fulgoromorphila</i>	3	<i>O. gracilioides</i>		1		<i>O. curculionum</i>	1		
	<i>O. gracilioides</i>	1	<i>O. unilateralis</i>		1	Total	2			
<i>O. lloydii</i>	2	<i>O. aff. dipterigena</i>	1		El Cedral	<i>A. novoguineensis</i>	1			
<i>O. ponerinarum</i>	3	<i>Ophiocordyceps</i> sp2	1		<i>C. militaris</i>	1				
<i>Ophiocordyceps</i> sp1	1	Mindo		15		<i>Gibellula</i> sp1	1			
<i>Ophiocordyceps</i> sp2	3		<i>C. tuberculata</i>	2		<i>Hirsutella</i> sp2	2			
<i>Ophiocordyceps</i> sp4	1		<i>Polycephalomyces nipponicus</i>	1		<i>O. aff. dipterigena</i>	1			
Total	46	Canandé*		3	Total	6				
			<i>O. ponerinarum</i>	1						
			<i>C. locustiphila</i>	1						
		Total		2						

\* Colecciones del Fungario QCAM

### CUADRO 5.

Ordenes, familias y estadio de hospederos parasitados por especies de *Cordyceps* s. l.

TABLE 5.

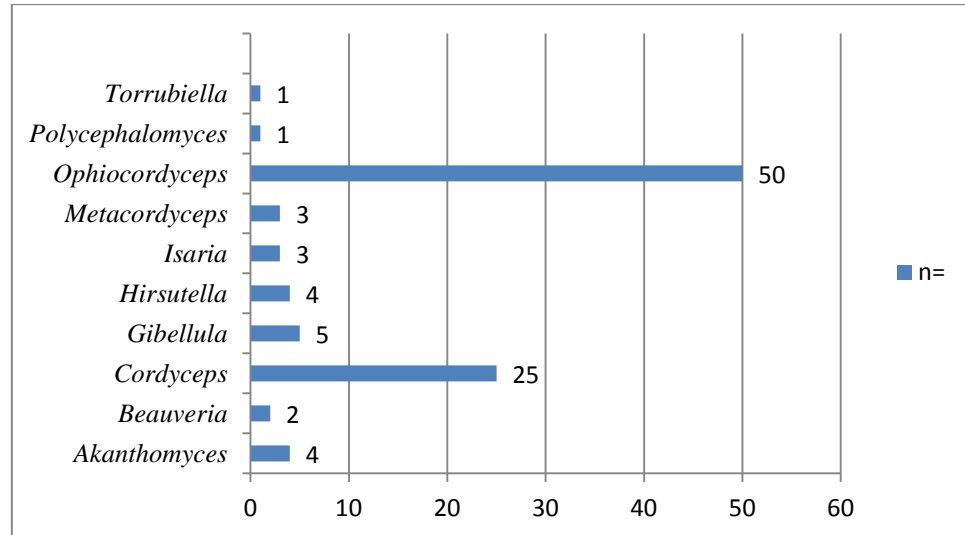
Orders, families and developmental stages of hosts parasitized by *Cordyceps* s. l. species

Orden	Familia del hospedero	Estadio de hospedero	Identificación de hongo entomopatógeno
Araneae		Adulto	<i>A. novoguineensis</i> Cordycipitaceae sp1 Hypocreales sp3 <i>Isaria</i> sp1 <i>Torrubiella</i> sp1
Araneae	Mygalomorphae	Adulto	<i>O. caloceroides</i>
Araneae	Thomisidae	Adulto	<i>Gibellula</i> sp1
Coleoptera		Larva	<i>Cordyceps</i> aff. <i>cardinalis</i> <i>Metacordyceps</i> sp1
Coleoptera	Cucujidae	Larva	<i>O. gracilioides</i>
Coleoptera	Curculionidae	Adulto	<i>B. bassiana</i> <i>Ophiocordyceps</i> sp1 <i>Ophiocordyceps</i> sp3 <i>O. curculionum</i>
Coleoptera	Familia Curculionidae, <i>Crastosomus</i> / Erotylidae	Adulto	
Coleoptera	Chrysomeloidea, Chrysomelidae	Adulto	<i>Hirsutella</i> sp1
Coleoptera	Erotylidae, <i>Ellipticus</i>	Adulto	<i>Ophiocordyceps</i> sp2
Diptera		Adulto	<i>O. aff. dipterigena</i>
Hymenoptera		Adulto	<i>Metarhizium</i> sp1
Hymenoptera	Formicidae	Adulto	<i>Ophiocordyceps</i> sp4 <i>O. lloydii</i>
Hymenoptera	Formicidae, <i>Paraponera</i>	Adulto	<i>O. ponerinarum</i>
Hymenoptera	Formicidae, Ponerinae	Adulto	<i>O. australis</i> <i>O. unilateralis</i> <i>Ophiocordyceps</i> sp2
Hemiptera	Cicadoidea	Individuo inmaduro	<i>O. araracuarensis</i>
Hemiptera	Pentatomidae	Adulto	Hypocreales sp1
Hemiptera	Delphacidae	Adulto	<i>Hirsutella</i> sp2
Hemiptera	Fulgoridae	Adulto	<i>O. fulgoromorphila</i>
Lepidoptera		Pupa	<i>C. militaris</i> <i>C. takaomontana</i>
Lepidoptera		Adulto	<i>Cordyceps</i> sp1 <i>Cordyceps</i> sp2 <i>P. nipponicus</i> <i>C. tuberculata</i>
Lepidoptera	Noctuidae / Notodontidae	Adulto	
Lepidoptera	Sphingidae	Adulto y larva	<i>Isaria fumosorosea</i>
Orthoptera	Acrididae	Adulto	<i>C. acridophila</i> Hypocreales sp2 <i>O. amazonica</i> <i>C. locustiphila</i>
Orthoptera	Tettigoniidae/ Acridomorpha	Adulto	
Phasmatodea	Diapheromeridae	Ninfa	<i>C. diapheromeriphila</i>



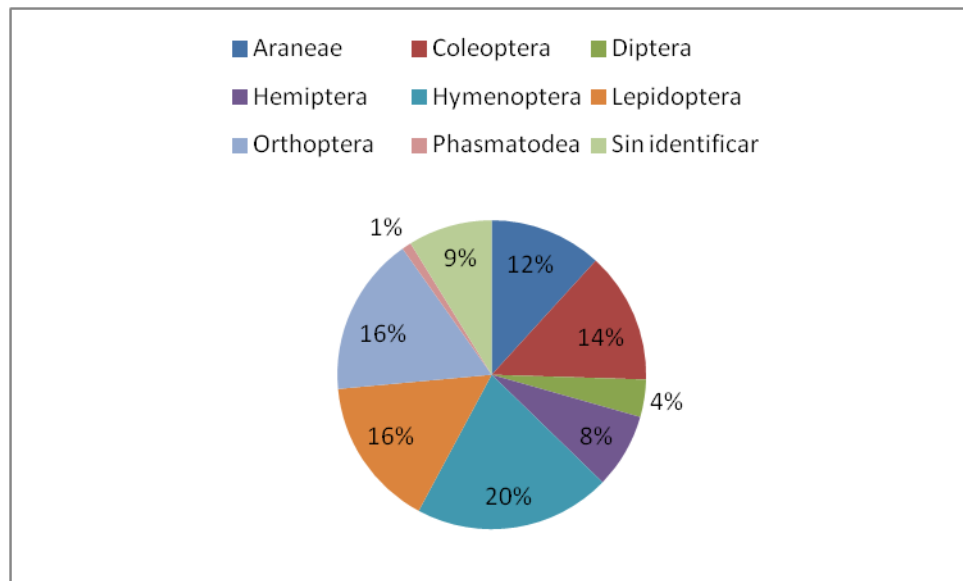
**Fig. 1.** Ejemplo de especies de *Cordyceps* s.l. encontradas en este estudio. (A) *Ophiocordyceps* sp2 (*Stilbella buquetii*\*) (B) *Hirsutella* sp1 (C) *Ophiocordyceps curculionum* (D) *O. ponerinarum* (E) *O. unilateralis* (F) *Torrubiella* sp1.(G) *O. ponerinarum* (*H. stilbelliformis*) (H) *B. bassiana* (I) *O. caloceroides* (J) *O. fulgoromorphila* (K) *O. araracuarensis* (L) *Cordyceps* sp1(M) *Gibellula* sp1. (N) *Hirsutella* sp2 (O) *C. diapheromeriphila* (P) *Metacordyceps* sp1 (Q) *O. amazonica*.(R) *O. australis* (S) *Ophiocordyceps* sp3 (*Stilbella* aff. *buquetii*\*).(T) *O. unilateralis* (*H. formicarum*) (U) *O. lloydii* (V) *C. tuberculata* (W) *Isaria* sp1 (X) Hypocreales sp1 (*Ophiocordyceps* aff. *pentatomae*\*). \*identificación morfológica

**Fig. 1.** Example of *Cordyceps* s.l. species identified in this study. . (A) *Ophiocordyceps* sp2 (*Stilbella buquetii*\*) (B) *Hirsutella* sp1 (C) *Ophiocordyceps curculionum* (D) *O. ponerinarum* (E) *O. unilateralis* (F) *Torrubiella* sp1.(G) *O. ponerinarum* (*H. stilbelliformis*) (H) *B. bassiana* (I) *O. caloceroides* (J) *O. fulgoromorphila* (K) *O. araracuarensis* (L) *Cordyceps* sp1(M) *Gibellula* sp1. (N) *Hirsutella* sp2 (O) *C. diapheromeriphila* (P) *Metacordyceps* sp1 (Q) *O. amazonica*.(R) *O. australis* (S) *Ophiocordyceps* sp3 (*Stilbella* aff. *buquetii*\*).(T) *O. unilateralis* (*H. formicarum*) (U) *O. lloydii* (V) *C. tuberculata* (W) *Isaria* sp1 (X) Hypocreales sp1 (*Ophiocordyceps* aff. *pentatomae*\*). \*morphological..identification



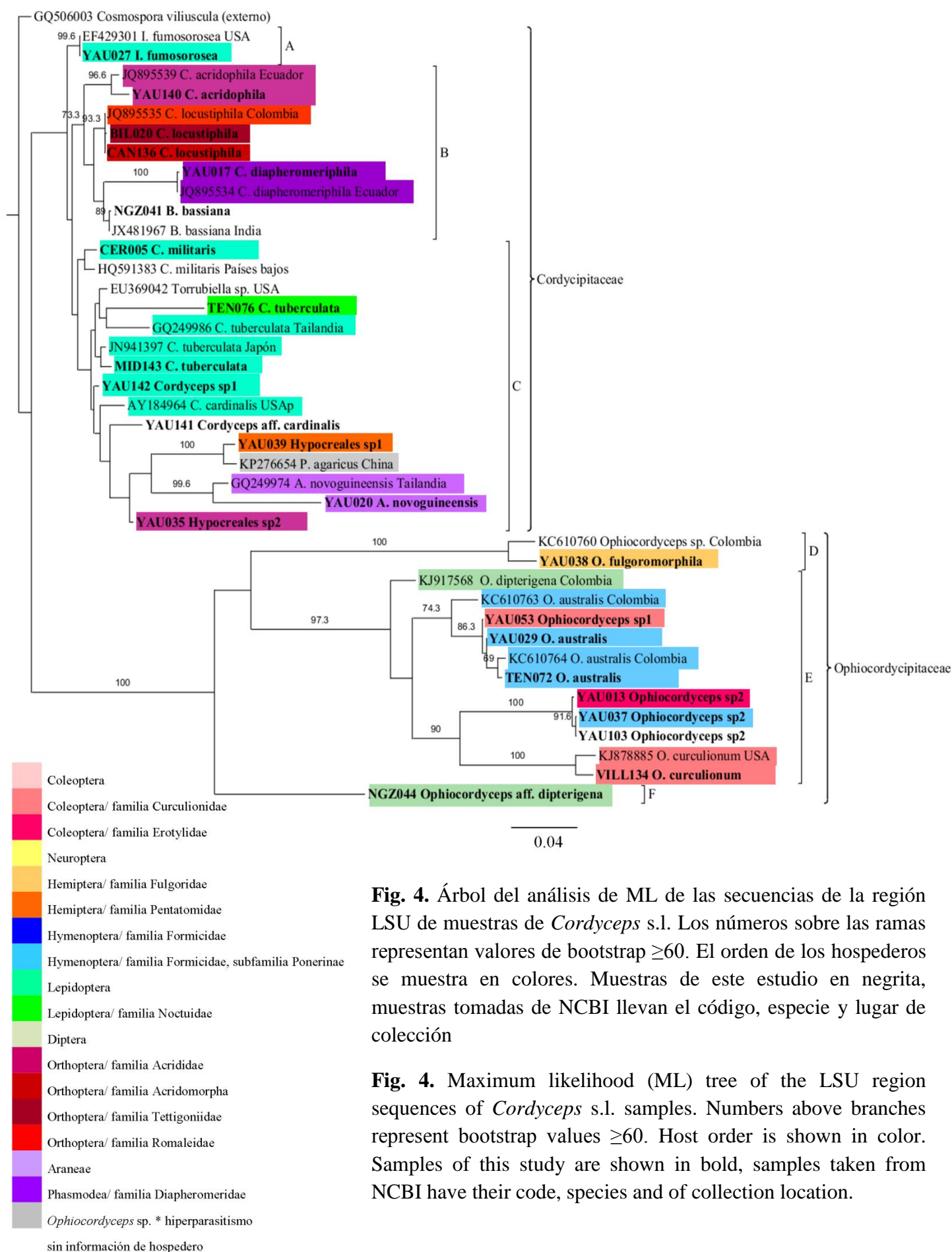
**Fig. 2.** Número de individuos de los géneros encontrados para muestras de Cordycipitaceae, Ophiocordycipitaceae y Clavicipitaceae colectadas en el Ecuador

**Fig. 2.** Number of individuals found per genera within Cordycipitaceae, Ophiocordycipitaceae and Clavicipitaceae collected in Ecuador.



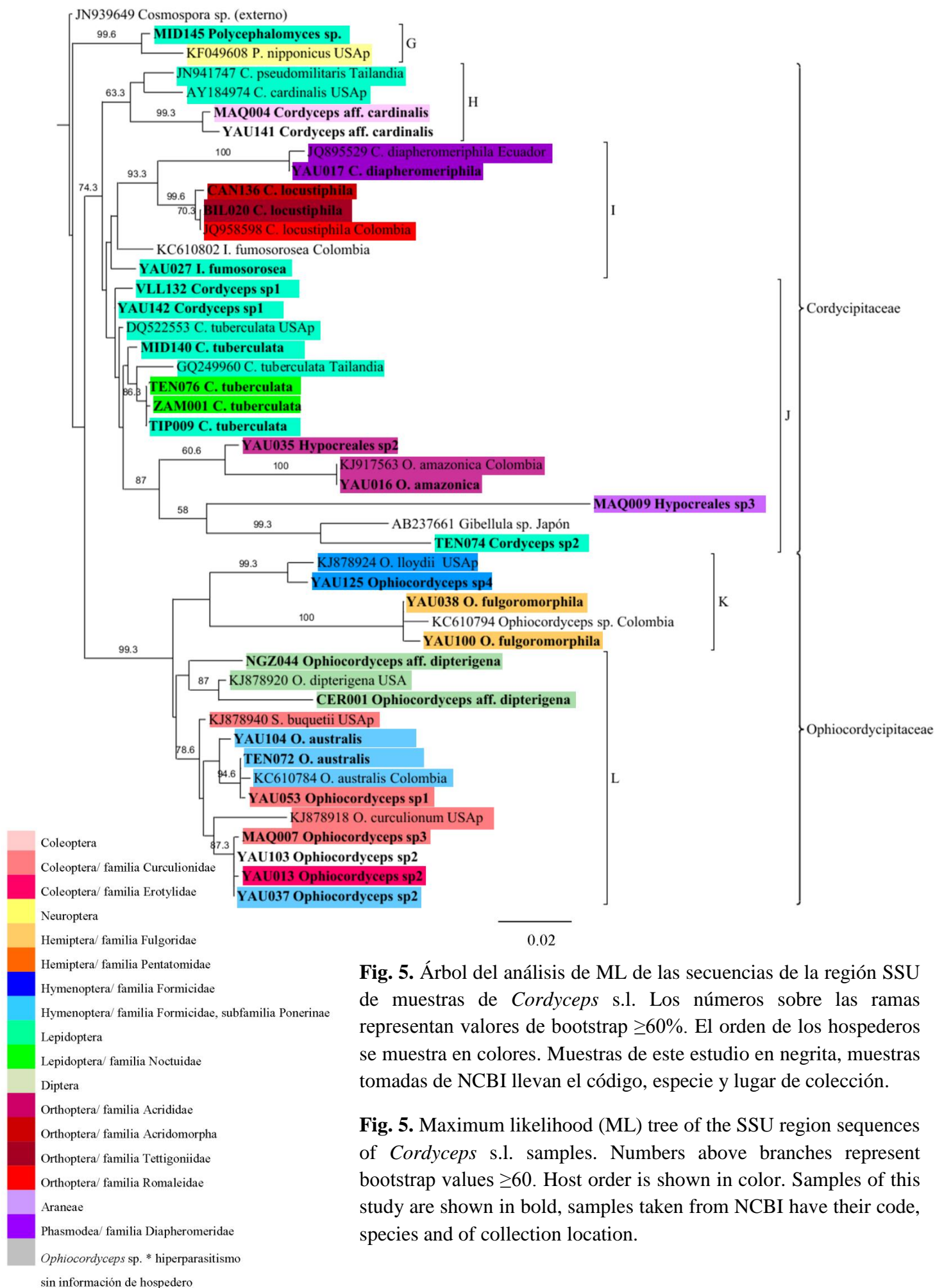
**Fig. 3.** Órdenes de hospederos representados de muestras de Cordycipitaceae, Ophiocordycipitaceae y Clavicipitaceae colectadas en el Ecuador.

**Fig. 3.** Host orders identified from Cordycipitaceae, Ophiocordycipitaceae and Clavicipitaceae samples collected in Ecuador.



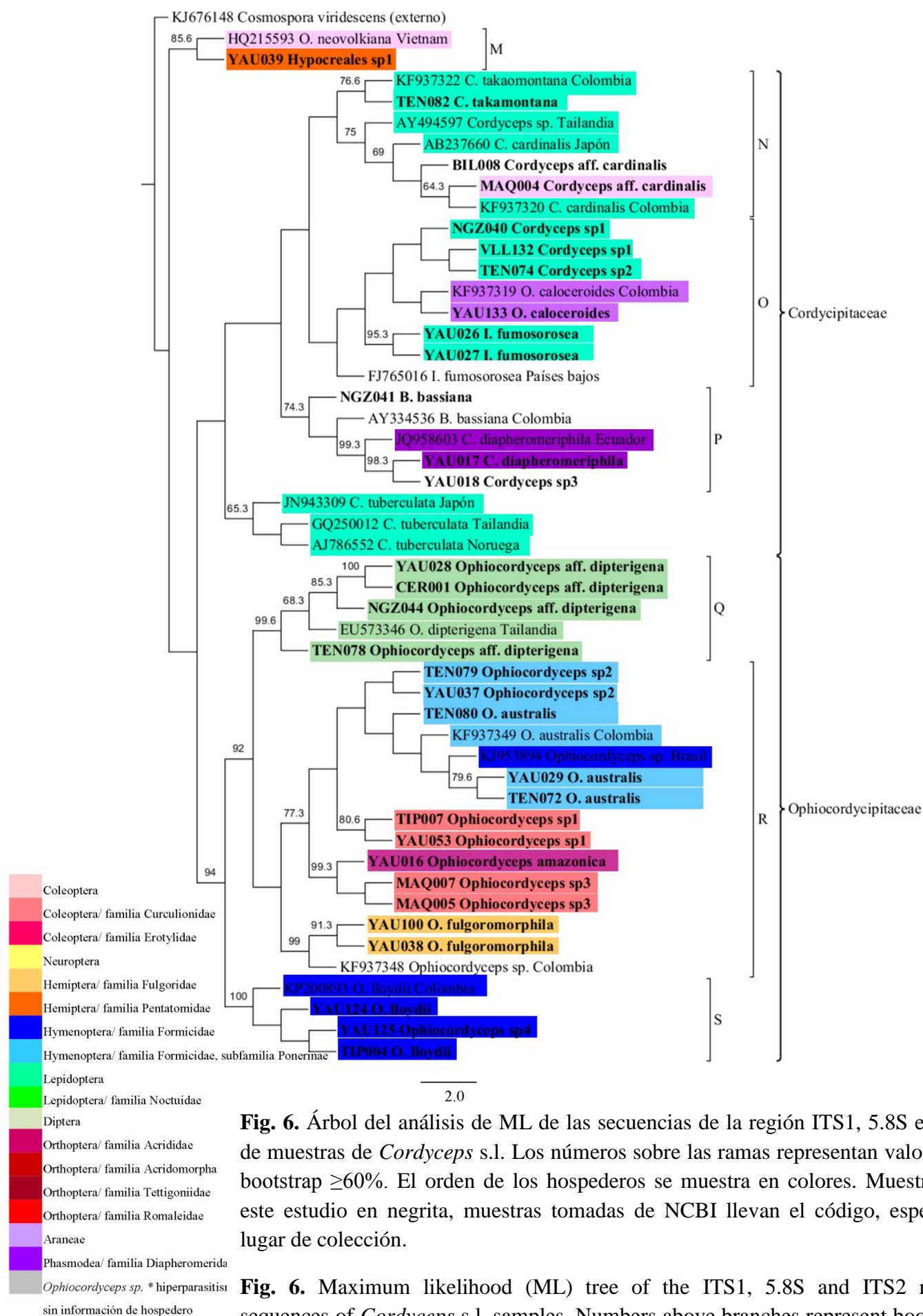
**Fig. 4.** Árbol del análisis de ML de las secuencias de la región LSU de muestras de *Cordyceps* s.l. Los números sobre las ramas representan valores de bootstrap  $\geq 60$ . El orden de los hospederos se muestra en colores. Muestras de este estudio en negrita, muestras tomadas de NCBI llevan el código, especie y lugar de colección

**Fig. 4.** Maximum likelihood (ML) tree of the LSU region sequences of *Cordyceps* s.l. samples. Numbers above branches represent bootstrap values  $\geq 60$ . Host order is shown in color. Samples of this study are shown in bold, samples taken from NCBI have their code, species and of collection location.



**Fig. 5.** Árbol del análisis de ML de las secuencias de la región SSU de muestras de *Cordyceps* s.l. Los números sobre las ramas representan valores de bootstrap  $\geq 60\%$ . El orden de los hospederos se muestra en colores. Muestras de este estudio en negrita, muestras tomadas de NCBI llevan el código, especie y lugar de colección.

**Fig. 5.** Maximum likelihood (ML) tree of the SSU region sequences of *Cordyceps* s.l. samples. Numbers above branches represent bootstrap values  $\geq 60$ . Host order is shown in color. Samples of this study are shown in bold, samples taken from NCBI have their code, species and of collection location.



**Fig. 6.** Árbol del análisis de ML de las secuencias de la región ITS1, 5.8S e ITS2 de muestras de *Cordyceps* s.l. Los números sobre las ramas representan valores de bootstrap  $\geq 60\%$ . El orden de los hospederos se muestra en colores. Muestras de este estudio en negrita, muestras tomadas de NCBI llevan el código, especie y lugar de colección.

**Fig. 6.** Maximum likelihood (ML) tree of the ITS1, 5.8S and ITS2 region sequences of *Cordyceps* s.l. samples. Numbers above branches represent bootstrap values  $\geq 60$ . Host order is shown in color. Samples of this study are shown in bold, samples taken from NCBI have their code, species and of collection location.

### Anexo 1

Número de accesión, taxón, país de origen y locus de secuencias publicadas en GenBank que fueron incluidas en el análisis filogenético

Accession number, organism, country, and locus of the sequences published en GenBank include in the phylogenetic analysis

Número de accesión	Taxón	País	Locus*
KP200893	<i>Ophiocordyceps lloydii</i>	Colombia	ITS
HQ215593	<i>O. neovolkiana</i>	Vietnam	ITS
AY334536	<i>Beauveria bassiana</i>	Colombia	ITS
AB237660	<i>Cordyceps cardinalis</i>	Japón	ITS
KF937320	<i>C. cardinalis</i>	Colombia	ITS
JQ958603	<i>C. diapheromeriphila</i>	Ecuador	ITS
AY494597	<i>Cordyceps</i> sp.	Tailandia	ITS
KF937322	<i>C. takaomontana</i>	Colombia	ITS
AJ786552	<i>C. tuberculata</i>	Noruega	ITS
JN943309	<i>C. tuberculata</i>	Japón	ITS
GQ250012	<i>C. tuberculata</i>	Tailandia	ITS
KJ676148 <sup>1</sup>	<i>Cosmospora viridescens</i>	República Checa	ITS
FJ765016	<i>Isaria fumosorosea</i>	Países bajos	ITS
KF937349	<i>O. australis</i>	Colombia	ITS
KF937319	<i>O. caloceroides</i>	Colombia	ITS
EU573346	<i>O. dipterigena</i>	Tailandia	ITS
KF937348	<i>Ophiocordyceps</i> sp.	Colombia	ITS
KJ953894	<i>Ophiocordyceps</i> sp.	Brasil	ITS
GQ249974	<i>Akanthomyces novoguineensis</i>	Tailandia	LSU
JX481967	<i>B. bassiana</i>	India	LSU
JQ895539	<i>C. acridophila</i>	Ecuador	LSU
AY184964	<i>C. cardinalis</i>	USA publicación	LSU
JQ895534	<i>C. diapheromeriphila</i>	Ecuador	LSU
JQ895535	<i>C. locustiphila</i>	Colombia	LSU
HQ591383	<i>C. militaris</i>	Países bajos	LSU
JN941397	<i>C. tuberculata</i>	Japón	LSU
GQ249986	<i>C. tuberculata</i>	Tailandia	LSU
GQ506003 <sup>2</sup>	<i>Cosmospora viliuscula</i>	Puerto Rico	LSU
EF429301	<i>I. fumosorosea</i>	USA	LSU
KC610763	<i>O. australis</i>	Colombia	LSU
KC610764	<i>O. australis</i>	Colombia	LSU
KJ878885	<i>O. curculionum</i>	USA publicación	LSU
KJ917568	<i>O. dipterigena</i>	Colombia	LSU
KC610760	<i>Ophiocordyceps</i> sp.	Colombia	LSU
KP276654	<i>Polycephalomyces agaricus</i>	China	LSU
EU369042	<i>Torrubiella</i> sp.	USA publicación	LSU
AY184974	<i>C. cardinalis</i>	USA publicación	SSU

JQ895529	<i>C. diapheromeriphila</i>	Ecuador	SSU
JQ958598	<i>C. locustiphila</i>	Colombia	SSU
JN941747	<i>C. pseudomilitaris</i>	Tailandia	SSU
DQ522553	<i>C. tuberculata</i>	USA publicación	SSU
GQ249960	<i>C. tuberculata</i>	Tailandia	SSU
JN939649 <sup>3</sup>	<i>Cosmospora</i> sp.	USA publicación	SSU
AB237661	<i>Gibellula</i> sp.	Japón	SSU
KC610802	<i>I. fumosorosea</i>	Colombia	SSU
KJ917563	<i>O. amazonica</i>	Colombia	SSU
KC610784	<i>O. australis</i>	Colombia	SSU
KJ878918	<i>O. curculionum</i>	USA publicación	SSU
KJ878920	<i>O. dipterigena</i>	USA	SSU
KJ878924	<i>O. lloydii</i>	USA publicación	SSU
KC610794	<i>Ophiocordyceps</i> sp.	Colombia	SSU
KF049608	<i>P. nipponicus</i>	USA publicación	SSU
KJ878940	<i>Stilbella buquetii</i>	USA publicación	SSU

\*ITS: regiones ITS1, 5.8S e ITS2, del ADN ribosomal, SSU: subunidad pequeña del ADN ribosomal, LSU :subunidad grande del ADN ribosomal

<sup>1</sup> Grupo externo para el análisis de ITS

<sup>2</sup> Grupo externo para el análisis de LSU

<sup>3</sup> Grupo externo para el análisis de SSU

## Anexo2

Resultados de búsquedas BLASTn de las secuencias obtenidas en este estudio: Número de  
accesión, taxón, país de origen, cobertura, identidad y locus

BLASTn results of the sequences obtained by this study: Accession, organism, country, Query  
cover, Identity and locus

Código	Número de accesión	Taxón	País	Cobertura	Identidad	Locus
BIL008	AB237660	<i>Cordyceps cardinalis</i>	Japón	100%	98%	ITS
BIL020	KC510278	<i>Isaria farinosa</i>	China	98%	99%	LSU
	HM044463	<i>Beauveria sp.</i>	China	100%	98%	SSU
CAN136	KC510278	<i>I. farinosa</i>	China	100%	98%	LSU
	AY245650	<i>B. caledonica</i>	Taiwan	100%	98%	SSU
CER001	HQ662164	<i>Ophiocordyceps forquignonii</i>	Irlanda (publicación)	44%	93%	ITS
	KJ878920	<i>O. dipterigena</i>	USA	99%	99%	SSU
CER005	HQ591383	<i>C. militaris</i>	Países bajos	100%	99%	LSU
MAQ004	AB237660	<i>C. cardinalis</i>	Japón	100%	91%	ITS
	JN941747	<i>C. pseudomilitaris</i>	Tailandia	99%	98%	SSU
MAQ005	KF937350	<i>O. australis</i>	Colombia	31%	95%	ITS
MAQ007	KC610784	<i>O. australis</i>	Colombia	99%	99%	SSU
	KF937350	<i>O. australis</i>	Colombia	29%	97%	ITS
MAQ009	EF468954	<i>O. entomorrhiza</i>	USA (publicación)	97%	94%	SSU
MID140	DQ522553	<i>C. tuberculata</i>	USA (publicación)	99%	99%	SSU
MID143	JN941397	<i>C. tuberculata</i>	Japón	96%	99%	LSU
MID145	KF049608	<i>Polycephalomyces nipponicus</i>	USA (publicación)	100%	99%	SSU
NGZ040	KJ028780	<i>Lecanicillium attenuatum</i>	China	100%	94%	ITS
NGZ041	JX481967	<i>B. bassiana</i>	India	99%	100%	LSU
	AY334536	<i>B. bassiana</i>	Colombia	100%	100%	ITS
NGZ044	DQ518765	<i>O. sphecocephala</i>	USA (publicación)	98%	91%	LSU
	EU573346	<i>O. dipterigena</i>	Tailandia	79%	83%	ITS
	KJ878920	<i>O. dipterigena</i>	USA (publicación)	100%	98%	SSU
TEN072	KC610764	<i>O. australis</i>	Colombia	99%	99%	LSU
	KC610784	<i>O. australis</i>	Colombia	94%	100%	SSU
	KJ953894	<i>Ophiocordyceps sp.</i>	Brasil	100%	99%	ITS
TEN074	JN943309	<i>C. tuberculata</i>	Japón	96%	94%	ITS
	AB237661	<i>Gibellula sp.</i>	Japón	100%	96%	SSU
TEN076	EU369042	<i>Torrubiella sp.</i>	USA (publicación)	100%	97%	LSU
	EF468980	<i>Cordyceps sp.</i>	USA (publicación)	100%	99%	SSU
TEN078	EU573346	<i>O. dipterigena</i>	Tailandia	60%	89%	ITS
TEN079	KF937349	<i>O. australis</i>	Colombia	36%	94%	ITS
TEN080	LC042526	<i>O. tricentri</i>	Japón	31%	96%	ITS

TEN082	KF937322	<i>C. takaomontana</i>	Colombia	98%	100%	ITS
TIP004	AB104725	<i>Hymenostilbe odonatae</i>	Japón	37%	94%	ITS
TIP007	KJ953894	<i>Ophiocordyceps</i> sp.	Brasil	71%	80%	ITS
TIP009	DQ522553	<i>C. tuberculata</i>	USA (publicación)	100%	99%	SSU
VLL132	KC519371	<i>A. aculeatus</i>	Colombia	99%	99%	ITS
	KC242708	<i>I. farinosa</i>	Corea del Sur	100%	99%	SSU
VLL134	KJ878885	<i>O. curculionum</i>	USA (publicación)	92%	97%	LSU
YAU001	EF468961	<i>M. liangshanensis</i>	USA (publicación)	100%	99%	SSU
	EF468815	<i>M. liangshanensis</i>	USA (publicación)	99%	97%	LSU
YAU013	KJ917568	<i>O. dipterigena</i>	Colombia	99%	92%	LSU
	KC610784	<i>O. australis</i>	Colombia	98%	99%	SSU
YAU016	KF937349	<i>O. australis</i>	Colombia	66%	80%	ITS
	KJ917563	<i>O. amazónica</i>	Colombia	99%	100%	SSU
YAU017	JQ958603	<i>C. diapheromeriphila</i>	Ecuador	98%	100%	ITS
	JQ895529	<i>C. diapheromeriphila</i>	Ecuador	99%	99%	SSU
	JQ895534	<i>C. diapheromeriphila</i>	Ecuador	84%	99%	LSU
YAU018	JQ958603	<i>C. diapheromeriphila</i>	Ecuador	97%	99%	ITS
YAU020	GQ249974	<i>A. novoguineensis</i>	Tailandia	99%	95%	LSU
YAU026	FJ765015	<i>I. fumosorosea</i>	Países bajos	100%	99%	ITS
YAU027	EF429301	<i>I. fumosorosea</i>	USA	99%	100%	LSU
	FJ765016	<i>I. fumosorosea</i>	Países bajos	100%	100%	ITS
	AB263744	<i>I. javanica</i>	Japón	99%	99%	SSU
YAU028	HQ662164	<i>O. forquignonii</i>	Irlanda (publicación)	50%	95%	ITS
YAU029	KC610764	<i>O. australis</i>	Colombia	99%	99%	LSU
	KF937349	<i>O. australis</i>	Colombia	100%	97%	ITS
YAU035	KJ130995	<i>C. submilitaris</i>	Colombia	100%	98%	LSU
	KJ917566	<i>O. amazónica</i>	Colombia	99%	98%	SSU
YAU037	KJ917568	<i>O. dipterigena</i>	Colombia	99%	92%	LSU
	EU573347	<i>O. sphecocephala</i>	Tailandia	41%	91%	ITS
	KC610784	<i>O. australis</i>	Colombia	98%	99%	SSU
YAU038	KC610760	<i>Ophiocordyceps</i> sp.	Colombia	89%	97%	LSU
	KF937348	<i>Ophiocordyceps</i> sp.	Colombia	98%	95%	ITS
	KC610794	<i>Ophiocordyceps</i> sp.	Colombia	97%	99%	SSU
YAU039	KP276654	<i>P. agaricus</i>	China	98%	99%	LSU
	HQ215593	<i>O. neovolkiana</i>	Vietnam	100%	93%	ITS
	KF226249	<i>Cordyceps</i> sp.	China	90%	98%	SSU
YAU053	KC610764	<i>O. australis</i>	Colombia	90%	99%	LSU
	KJ953892	<i>Ophiocordyceps</i> sp.	Brasil	100%	99%	ITS
	KC610784	<i>O. australis</i>	Colombia	98%	99%	SSU
YAU100	KF937348	<i>Ophiocordyceps</i> sp.	Colombia	28%	93%	ITS
	KC610794	<i>Ophiocordyceps</i> sp.	Colombia	97%	99%	SSU
YAU103	KJ917568	<i>O. dipterigena</i>	Colombia	99%	91%	LSU
	KC610784	<i>O. australis</i>	Colombia	100%	99%	SSU

YAU104	KC610784	<i>O. australis</i>	Colombia	97%	99%	SSU
YAU124	HQ662164	<i>O. forquignonii</i>	Irlanda (publicación)	28%	94%	ITS
YAU125	HQ662164	<i>O. forquignonii</i>	Irlanda (publicación)	28%	94%	ITS
	KJ878924	<i>O. lloydii</i>	USA (publicación)	93%	99%	SSU
YAU133	KF937319	<i>O. caloceroides</i>	Colombia	98%	97%	ITS
YAU140	JQ895539	<i>C. acridophila</i>	Ecuador	90%	99%	LSU
YAU141	JN941393	<i>C. pseudomilitaris</i>	Tailandia	99%	98%	LSU
	KC610802	<i>I. fumosorosea</i>	Colombia	99%	98%	SSU
YAU142	DQ522553	<i>C. tuberculata</i>	USA (publicación)	100%	99%	SSU
	JN941397	<i>C. tuberculata</i>	Japón	99%	99%	LSU
ZAM001	EF468980	<i>Cordyceps</i> sp.	USA (publicación)	100%	99%	SSU
*ITS: regiones ITS1, 5.8S e ITS2, del ADN ribosomal, SSU: subunidad pequeña del ADN ribosomal, LSU :subunidad grande del ADN ribosomal						

### Anexo 3

Características morfológicas analizadas para la identificación de individuos teleomorfos de los géneros *Cordyceps* s. s., *Torrubiella*, *Ophiocordyceps* y *Metacordyceps*.

*Morphological characteristics used to identify the teleomorph genera Cordyceps s. s., Torrubiella, Ophiocordyceps and Metacordyceps.*

Género y especie	Hospedero	Estroma	Parte fértil	Peritecios	Arreglo	Ascas	Notas
<i>Cordyceps</i> aff. <i>cardinalis</i>	Larva Coleoptera	Simple a ramificado cilíndrico ensanchado ligeramente en el ápice largo 4.84 mm a 60 mm	Peritecio incorporado al estroma repartido en el ápice ensanchado y parte lateral del estroma, 1-30 x 1.5-2 mm , naranja brillante (oac670)	Elipsoides con una punta ligeramente acuminada, 300 μ x 220 μ	Verticalmente inmersos a semi-inmersos	no se observaron	
<i>C. militaris</i>	Pupa Lepidoptera	bifurcado cilíndrico ligeramente capitado 11 mm x 1.1 mm	Estroma fibroso, peritecio incorporado al estroma en el ápice, amarillo opaco (oac708)	Fusiformes 200x 240 μ	Verticalmente semi-inmersos	no se observaron	
<i>C. tuberculata</i>	Adulto Lepidoptera	Simple atenuado con peritecios no inmersos largo 2 mm a 5 mm	Peritecios no inmersos arreglados en en el ápice del cuerpo fructífero, peritecios amarillos ocre (oac811) frescos, marrón (oac768) secos	Elipsoides con una punta ligeramente acuminada , 403μ x 228μ	no inmerso	no se observaron	TEN074 ( <i>Cordyceps</i> sp2) pertenece a esta especie de acuerdo al análisis morfológico
<i>C. acridophila</i>	Adulto Orthoptera, Acrididae	Simple, capitado y estipitado largo 2.5 mm	Cabeza globosa, 0.5 x 0.5 mm, crema amarillento (oac858)	Ovoides a elipsoides, 422μ x 201μ	Verticalmente inmersos	Hialinas cilíndricas	
<i>C. diapheromeriphila</i>	Ninfa Phasmatodea, Diapheromeridae	Cespitoso , capitado y estipitado largo 8 mm prom	Cabeza globosa , 2 x1.3 mm , amarillo brillante (oac715)	Elipsoides, 517μ x 299μ	Verticalmente semi-inmersos	no se observaron	
<i>C. locustiphila</i>	Adulto Orthoptera, Acridomorpha/ Tettigoniidae	Simple clavado largo 6 mm a 15 mm	Cabeza clavada con ápice ovalado, 1.1-6x 1-3 mm, amarillo vivo (oac857)	Ovoides, 562μ x 286μ	Verticalmente semi-inmersos	no se observaron	
Cordycipitaceae	Larva Lepidoptera	Simple, cilíndrico	no se distingue con claridad porque todo el cuerpo fructífero es uniforme, naranja rojizo (oac615)				YAU027 ( <i>Isaria fumosorosea</i> ) pertenece a esta especie de acuerdo al análisis morfológico
<i>Metacordyceps</i> sp1	Larva Coleoptera	Ramificado largo 30 mm prom	Estroma fibroso y forma una punta sin peritecio, peritecio incorporado al estroma, 30 x 2 mm, naranja brillante (oac670)	Elipsoide con una punta ligeramente acuminada	Verticalmente semi-inmersos	no se observaron	
<i>M. liangshanensis</i>	Pupa	Simple estipitado casi clavado largo 45 mm	Cabeza clavada con ápice ovalado, 15x 1.5 mm, naranja brillante (oac670)	Ovoides	Verticalmente semi-inmersos		
<i>Ophiocordyceps araracuarensis</i>	Inmaduro Hemiptera, Cicadidae	Simple, cilíndrico a atenuado largo 95 mm	Cabeza cilíndrica atenuada, 55 x 4 mm, marrón oscuro (oac621)	Piriformes, 420 x 200μ	Inmersos ligeramente oblicuos		
<i>O. amazonica</i>	Adulto Orthoptera, Acrididae	Simple capitado largo 15mm a 52 mm	Cabeza globosa , 2- 4 x 2- 4 mm, rojo pardo oscuro (oac601), rojo oscuro(oac580) a rojo anaranjado (oac617)	Ovoides a elipsoide, 882-944 x 221μ	Verticalmente inmersos ( en empalissada)	ascas cilíndricas	YAU035 ( <i>Hypocreales</i> sp2) pertenece a esta especie de acuerdo al análisis morfológico
<i>O. australis</i>	Adulto Hymenoptera, Formicidae, Ponerinae	Simple a bifurcado secundariamente y capitado largo 22mm a 108 mm	Cabeza elíptica subglobosa a ovoide dividida en dos, 1,5-3,5x 1- 1.9 mm, rojo a rosado (oac628)	Forma de frasco (flask shape), 625 x 218μ	Oblicuamente inmersos	ascas cilíndricas	TEN079, YAU037 y YAU103 ( <i>Ophiocordyceps</i> sp2) pertenecen a esta especie de acuerdo al análisis morfológico
<i>O. caloceroides</i>	Adulto Araneae, Mygalomorphae	Bifurcado cilíndrico, ascocarpos se originan en las patas largo 200 mm	Estroma fibroso, peritecio incorporado al estroma, naranja brillante (oac670)				
<i>O. curculionum</i>	Adulto Coleoptera, Curculionidae/ Erotylidae	Simple capitado largo 17 mm a 32 mm	Cabeza ovoide a elíptica subglobosa, 2.5-5x 0.9 mm, rojo a rosado (oac628)	Forma de frasco (flask shape), 634 x 239μ	Oblicuamente inmersos	no se observaron	TIP007 y YAU053 ( <i>Ophiocordyceps</i> sp1)

							pertenecen a esta especie de acuerdo al análisis morfológico
<i>Ophiocordyceps</i> aff. <i>dipterigena</i>	Adulto Diptera	Simple, capitado, cilíndrico con el ápice ensanchado largo 1.5 mm a 6 mm	Cabeza hemi- esférica/ápice redondo ligeramente ensanchado, 0.5-1 x 0.44-2 mm, blanco crema (oac577) a naranja oscuro (oac629)		Verticalmente semi-inmersos		
<i>O. fulgoromorphila</i>	Adulto Hemiptera, Fulgoridae	Simple a bifurcado secundariamente y capitado largo 34 mm a 58 mm	cabeza cilíndrica, ápice redondo, 9-12 x 2.8 mm, amarillo oscuro casi café (oac728)	Elipsoides a ovoides, 503-785 x 153-390µ	Oblicuamente inmersos	ascas cilíndricas	
<i>O. gracilioides</i>	Larva Coleoptera/ Larva Coleoptera, Cucujidae	Simple capitado largo 8 mm a 33 mm	Cabeza globosa, 1-2.5x1-2.2 mm, rojo pardo oscuro (oac601)	Ovoides, 790 x 185µ	Verticalmente inmersos	no se observaron	YAU018 <i>Cordyceps</i> sp3 pertenece a esta especie de acuerdo al análisis morfológico
<i>O. lloydii</i>	Adulto Hymenoptera, Formicidae	Simple capitado largo 1.2 mm a 4.5 mm	Cabeza hemi- esférica, 0.7 -0.8 x 0.8 mm, amarillo crema (oac827)	Ovoides, 536 x 298 µ	Verticalmente inmersos	ascas cilíndricas	
<i>Ophiocordyceps</i> cf. <i>pentatomae</i>	Adulto Hemiptera, Pentatomidae	Simple con Almoadilla lateral y ápice acuminado largo 42 mm	Almoadillas laterales ovoides, 3 x 2 mm, naranja brillante fresco/marrón seco(693) ostiolas mas oscuros				YAU039 (Hypocreales sp1) pertenece a esta especie de acuerdo al análisis morfológico
<i>O. ponerinarum</i>	Adulto Hymenoptera, Formicidae, <i>Paraponera</i>	Simple capitado largo 12 mm	Cabeza cilíndrica en punta, 6 x 0.6 mm, marrón (oac361)				
<i>O. unilateralis</i>	Adulto Hymenoptera, Formicidae	Simple aciculiforme con almohadilla lateral largo 7 mm	Almohadilla lateral, 0.63x0.26 mm, marrón oscuro (oac768)				YAU125 ( <i>Ophiocordyceps</i> sp4) pertenece a esta especie de acuerdo al análisis morfológico
<i>Torrubiella</i> sp1	Adulto Araneae	Simple reducido a sin estroma sobre subículo largo	Proyección cilíndrica, 0.41x0.29 mm, blanco crema (oac578) fresco y marrón oscuro (oac635) seco		Verticalmente inmersos	no se observaron	

### Anexo 4

Características morfológicas analizadas para la identificación de individuos anamorfos de *Metarhizium*, *Isaria*, *Akanthomyces*, *Gibellula*, *Hirsutella*, *Stilbella*, *Himenostilbe* y *Polycephalomycetes*.

Morphological characteristics used to identify anamorphs of *Metarhizium*, *Isaria*, *Akanthomyces*, *Gibellula*, *Hirsutella*, *Stilbella*, *Himenostilbe* and *Polycephalomycetes*.

Género y especie	Hospedero	Sinemata	Color	Superficie	Fiálides	Conidias	Notas
<i>Akanthomyces aculeatus</i>	Adulto Lepidoptera, Sphingidae	Cespitosos, aciculiformes, 2 – 40 x 0.15-0.3 mm	amarillo crema (oac898)	pulverulento	Fiálides densamente compactadas en una capa	Conidias elipsoides	VLL132 ( <i>Cordyceps</i> sp1) pertenece a esta especie de acuerdo al análisis morfológico
<i>A. novoguineensis</i>	Adulto Araneae	Cespitosos, cilíndricos a comprimidos, atenuados, 1.15 -7.15 x 0.09 – 0.25 mm	blanco crema (oac578) a café gris (oac669)	pulverulento			MAQ009 (Hypocreales sp3) pertenece a esta especie de acuerdo al análisis morfológico
<i>A. pistillariiformis</i> (teleomorfo: <i>C. tuberculata</i> )	Adulto Lepidoptera/ Noctuidae/ Notodontidae	Cespitosos, cilíndricos a clavados, 4- 15 x <0.1- 0.15 mm	blanco crema(oac599) a crema amarillo(oac899)	pulverulento	Fiálides densamente compactadas en una capa 7X2.7µm	Conidias en cadenas cortas cilíndricas a fusiformes 4x 1.5 µm	NGZ040 , YAU142 ( <i>Cordyceps</i> sp1) y MID145 ( <i>Polycephalomycetes</i> sp) pertenecen a esta especie de acuerdo al análisis morfológico.
<i>Beauveria bassiana</i> (teleomorfo: <i>C. bassiana</i> )	Adulto Coleoptera, Curculionidae		blanco crema (oac809) a blanco crema (0ac816)	algodonosa			
Cordycipitaceae	Araneae		blanco crema(oac578)	algodonoso			
<i>Gibellula</i> sp1	Araneae/ Thomisidae	Simple cilíndrico grueso con conidióforos pequeños que terminan en una vesícula, 0.3- 1.19 x 0.07-0.8 mm	micelio amarillo crema (oac2) y conidióforos blanco crema(oac599) a blancos púrpura (oac 459)	lisa a algodonoso	Fiálides cilíndricas con un cuello corto	numerosas, fusiformes	
<i>Hirsutella stilbelliformis</i> (teleomorfo: <i>O. ponerinarum</i> )	Adulto Hymenoptera, Formicidae, <i>Paraponera</i>	Simple cilíndrico atenuado y uniforme en estructura, 4 -14 x 0.3- 0.4 mm	marrón (oac361) ápice marrón más claro (oac682)	estriada			
<i>H. formicarum</i> (teleomorfo: <i>O. unilateralis</i> )	Adulto Hymenoptera, Formicidae, Ponerinae	Simple, cilíndrico , atenuado y uniforme en estructura, 8 x 0.3 mm	marrón (oac361) ápice marrón más claro (oac682)	lisa			

<i>Hirsutella</i> sp1	Adulto Coleoptera, Chrysomeloidea, Chrysomelidae	Aciculiforme atenuado y cubierto de proyecciones que terminan en una vesícula, 5.3 x 0.06 mm	café gris (oac669)	algodonoso	Fiálides ampuliformes con cuello alargado	Conidias ovoides	
<i>Hirsutella</i> sp2	Hemiptera, Delphacidae	Proyecciones algodonosas aciculiformes, 1.81 - 4 x 0.05-0.6 mm	marrón (oac623) a blanco crema(oac578)	lisa/ algodonosa	Fiálides en forma de punzón	no se observan	
<i>Hymenostilbe dipterigena</i> (teleomorfo: <i>O. dipterigena</i> )	Adulto Diptera	Simple, cilíndrico, atenuado, 4 x 0.25 mm	naranja crema (oc631)	lisa algodonosa			NGZ044 ( <i>Ophiocordyceps</i> aff. <i>dipterigena</i> ) pertenece a esta especie de acuerdo al análisis morfológico
<i>Isaria</i> sp1	Araneae	Proyecciones clavadas con punta redonda que se divide en pequeñas ramas, 0.2x 1-0.4 mm	amarillo opaco (oac806) a blanco (oac909)	algodonoso			
<i>I. fumosorosea</i>	Adulto Lepidoptera, Sphingidae	Aciculiforme con base ancha 45 x 0.15 mm	crema amarillo(oac899)	pulverulento			
<i>I. tenuipes</i> (teleomorfo: <i>C. takaomontana</i> )	Pupa Lepidoptera	Simple, cilíndrico, 4 x 0.25 mm	amarillo opaco (oac806)	lisa algodonosa	no se observan	no se observan	
<i>Metarhizium</i> sp1 (anamorfo: <i>Metacordyceps</i> )	Avispa Hymenoptera	Proyecciones capitadas pequeñas, base 0.18x0.05 mm/ cabeza 0.12 x 0.14 mm	gris verdoso (oac901)	algodonoso	no se observaron	Conidias cilíndricas a reniformes	
<i>Polycephalomycetes nipponicus</i>	Adulto Lepidoptera	Simple cilíndrico 3 x 0.4 mm	gris rojizo (oac778)	pruinoso			
<i>Stilbella</i> aff. <i>buquetii</i>	Adulto Coleoptera, Curculionidae	Clavados: base delgada cilíndrica con proyecciones aciculares a lo largo/ cabeza clavada con punta redonda, base 2.45 – 3.5 x 0.09 -0.18 mm / cabeza 0.3 - 0.48 x 0.26-0.89 mm	base negro (oac901)/ cabeza blanco crema (oac577) y rosado (aoc548)	base lisa con proyecciones como espinas/ cabeza lisa	Fiálides terminales		MAQ005 y MAQ007 ( <i>Ophiocordyceps</i> sp3) pertenecen a esta especie de acuerdo al análisis morfológico
<i>Stilbella buquetii</i>	Adulto Coleoptera, Erotylidae, <i>Ellipticus</i>	Clavados: base delgada cilíndrica, cabeza clavada, base 2.6 x 0.1 mm cabeza 0.5x 0.2 mm	base negro (oac901)/ cabeza blanco crema (oac577)	lisa	Fiálides hialinas se originan en la parte apical de la cabeza	conidias fusiformes 8 x 2.5 µm	YAU013 ( <i>Ophiocordyceps</i> sp2) pertenece a esta especie de acuerdo al análisis morfológico

## Anexo 5

## Comparación de clados análogos en los tres loci LSU, SSU e ITS

## Comparison of analog clades in the LSU, SSU and ITS loci

Familia	Grupo	LSU	Identificación	Hospedero	SSU	Identificación	Hospedero	ITS	Identificación	Hospedero
Ophiocordycipitaceae	<i>O. australis</i>	Clado E			Clado L			Clado R		
	<i>O. curculionum</i>	KJ917568	<i>O. dipterigena</i> Colombia		KJ878920	<i>O. dipterigena</i> USA		KF937349	<i>O. australis</i> Colombia	
	<i>Ophiocordyceps</i> sp1	KC610763	<i>O. australis</i> Colombia		KJ878940	<i>S. buquetii</i> USAp		KF937348	<i>Ophiocordyceps</i> sp. Colombia	
	<i>Ophiocordyceps</i> sp2	KC610764	<i>O. australis</i> Colombia		KC610784	<i>O. australis</i> Colombia		KJ953894	<i>Ophiocordyceps</i> sp. Brasil	
	<i>Ophiocordyceps</i> sp3	KJ878885	<i>O. curculionum</i> USA		KJ878918	<i>O. curculionum</i> USAp		<b>YAU016</b>	<i>O. amazonica</i>	Adulto Orthoptera, Acrididae
		<b>TEN072</b>	<i>O. australis</i>	Adulto Hymenoptera, Formicidae, Ponerinae	<b>CER001</b>	<i>Ophiocordyceps</i> aff. <i>dipterigena</i>	Adulto Diptera	<b>TEN072</b>	<i>O. australis</i>	Adulto Hymenoptera, Formicidae, Ponerinae
		<b>YAU029</b>	<i>O. australis</i>	Adulto Hymenoptera, Formicidae, Ponerinae	<b>NGZ044</b>	<i>Ophiocordyceps</i> aff. <i>dipterigena</i>	Adulto Diptera	<b>TEN080</b>	<i>O. australis</i>	Adulto Hymenoptera, Formicidae, Ponerinae
		<b>VLL134</b>	<i>O. curculionum</i>	Adulto Coleoptera, Curculionidae, <i>Crastosomus</i>	<b>TEN072</b>	<i>O. Australis</i>	Adulto Hymenoptera, Formicidae, Ponerinae	<b>YAU029</b>	<i>O. australis</i>	Adulto Hymenoptera, Formicidae, Ponerinae
		<b>YAU053</b>	<i>Ophiocordyceps</i> sp1	Adulto Coleoptera, Curculionidae	<b>YAU104</b>	<i>O. australis</i>	Adulto Hymenoptera, Formicidae, Ponerinae	<b>YAU038</b>	<i>O. fulgoromorphila</i>	Adulto Hemiptera, Fulgoridae
		<b>YAU037</b>	<i>Ophiocordyceps</i> sp2	Adulto Hymenoptera, Formicidae, Ponerinae	<b>YAU053</b>	<i>Ophiocordyceps</i> sp1	Adulto Coleoptera, Curculionidae	<b>YAU100</b>	<i>O. fulgoromorphila</i>	Adulto Hemiptera, Fulgoridae
		<b>YAU103</b>	<i>Ophiocordyceps</i> sp2	sin hospedero	<b>YAU037</b>	<i>Ophiocordyceps</i> sp2	Adulto Hymenoptera, Formicidae, Ponerinae	<b>TIP007</b>	<i>Ophiocordyceps</i> sp1	Adulto Coleoptera, Curculionidae
		<b>YAU013</b>	<i>Ophiocordyceps</i> sp2	Adulto Coleoptera, Erotylidae, <i>Ellipticus</i>	<b>YAU103</b>	<i>Ophiocordyceps</i> sp2	sin hospedero	<b>YAU053</b>	<i>Ophiocordyceps</i> sp1	Adulto Coleoptera, Curculionidae
					<b>YAU013</b>	<i>Ophiocordyceps</i> sp2	Adulto Coleoptera, Erotylidae, <i>Ellipticus</i>	<b>TEN079</b>	<i>Ophiocordyceps</i> sp2	Adulto Hymenoptera, Formicidae, Ponerinae
					<b>MAQ007</b>	<i>Ophiocordyceps</i> sp3	Adulto Coleoptera, Curculionidae	<b>YAU037</b>	<i>Ophiocordyceps</i> sp2	Adulto Hymenoptera, Formicidae, Ponerinae
								<b>MAQ005</b>	<i>Ophiocordyceps</i> sp3	Adulto Coleoptera, Curculionidae
								<b>MAQ007</b>	<i>Ophiocordyceps</i> sp3	Adulto Coleoptera, Curculionidae
	<i>O. aff. dipterigena</i>	Clado F			Clado L			Clado Q		
		<b>NGZ044</b>	<i>Ophiocordyceps</i> aff. <i>dipterigena</i>	Adulto Diptera	KJ878920	<i>O. dipterigena</i> USA		EU573346	<i>O. dipterigena</i> Tailandia	
					KJ878940	<i>S. buquetii</i> USAp		<b>CER001</b>	<i>Ophiocordyceps</i> aff. <i>dipterigena</i>	Adulto Diptera
					KC610784	<i>O. australis</i> Colombia		<b>TEN078</b>	<i>Ophiocordyceps</i> aff. <i>dipterigena</i>	Diptera, Muscidae
					KJ878918	<i>O. curculionum</i> USAp		<b>YAU028</b>	<i>Ophiocordyceps</i> aff. <i>dipterigena</i>	Adulto Diptera
					<b>CER001</b>	<i>Ophiocordyceps</i> aff. <i>dipterigena</i>	Adulto Diptera	<b>NGZ044</b>	<i>Ophiocordyceps</i> aff. <i>dipterigena</i>	Adulto Diptera
					<b>NGZ044</b>	<i>Ophiocordyceps</i> aff. <i>dipterigena</i>	Adulto Diptera			
					<b>TEN072</b>	<i>O. australis</i>	Adulto Hymenoptera, Formicidae, Ponerinae			
					<b>YAU104</b>	<i>O. australis</i>	Adulto Hymenoptera, Formicidae, Ponerinae			
					<b>YAU053</b>	<i>Ophiocordyceps</i> sp1	Adulto Coleoptera, Curculionidae			
					<b>YAU037</b>	<i>Ophiocordyceps</i> sp2	Adulto Hymenoptera, Formicidae, Ponerinae			

			<b>YAU103</b> <i>Ophiocordyceps</i> sp2 <b>YAU013</b> <i>Ophiocordyceps</i> sp2 <b>MAQ007</b> <i>Ophiocordyceps</i> sp3	sin hospedero Adulto Coleoptera, Erotylidae, <i>Ellipticus</i> Adulto Coleoptera, Curculionidae			
	<i>O. fulgoromorphila</i>	<b>Clado D</b> KC610760 <b>YAU038</b>	<i>Ophiocordyceps</i> sp. Colombia <i>O. fulgoromorphila</i>	Adulto Hemiptera, Fulgoridae			
			<b>Clado K</b> KJ878924 KC610794 <b>YAU038</b> <b>YAU100</b> <b>YAU125</b>	<i>O. lloydii</i> USAp <i>Ophiocordyceps</i> sp. Colombia <i>O. fulgoromorphila</i> <i>O. fulgoromorphila</i> <i>Ophiocordyceps</i> sp4	Adulto Hemiptera, Fulgoridae Adulto Hemiptera, Fulgoridae Adulto Hymenoptera, Formicidae		
					<b>Clado R</b> KF937349 KF937348 KJ953894 <b>YAU016</b> <b>TEN072</b> <b>TEN080</b> <b>YAU029</b> <b>YAU038</b> <b>YAU100</b> <b>TIP007</b> <b>YAU053</b> <b>TEN079</b> <b>YAU037</b> <b>MAQ005</b> <b>MAQ007</b>	<i>O. australis</i> Colombia <i>Ophiocordyceps</i> sp. Colombia <i>Ophiocordyceps</i> sp. Brasil <i>O. amazonica</i> <i>O. australis</i> <i>O. australis</i> <i>O. australis</i> <i>O. fulgoromorphila</i> <i>O. fulgoromorphila</i> <i>Ophiocordyceps</i> sp1 <i>Ophiocordyceps</i> sp1 <i>Ophiocordyceps</i> sp2 <i>Ophiocordyceps</i> sp2 <i>Ophiocordyceps</i> sp3 <i>Ophiocordyceps</i> sp3	Adulto Orthoptera, Acrididae Adulto Hymenoptera, Formicidae, Ponerinae Adulto Hymenoptera, Formicidae, Ponerinae Adulto Hymenoptera, Formicidae, Ponerinae Adulto Hemiptera, Fulgoridae Adulto Hemiptera, Fulgoridae Adulto Coleoptera, Curculionidae Adulto Hymenoptera, Formicidae, Ponerinae Adulto Hymenoptera, Formicidae, Ponerinae Adulto Coleoptera, Curculionidae Adulto Coleoptera, Curculionidae
Cordycipitaceae	<i>C. diapheromeriphila</i> <i>C. locustiphila</i> <i>C. acridophila</i>	<b>Clado B</b> JQ895539 JQ895535 JQ895534 JX481967 <b>NGZ041</b> <b>YAU140</b> <b>YAU017</b> <b>BIL020</b> <b>CAN136</b>	<i>C. acridophila</i> Ecuador <i>C. locustiphila</i> Colombia <i>C. diapheromeriphila</i> a Ecuador <i>B. bassiana</i> India <i>B. bassiana</i> <i>C. acridophila</i> <i>C. diapheromeriphila</i> a <i>C. locustiphila</i> <i>C. locustiphila</i>	Descompuesto Adulto Orthoptera, Acrididae Ninfa Phasmatodea, Diapheromeridae Adulto Orthoptera, Tettigoniidae Adulto Orthoptera, Acridomorpha			
			<b>Clado I</b> JQ895529 JQ958598 KC610802 <b>YAU017</b> <b>BIL020</b> <b>CAN136</b> <b>YAU027</b>	<i>C. diapheromeriphila</i> Ecuador <i>C. locustiphila</i> Colombia <i>I. fumosorosea</i> Colombia <i>C. diapheromeriphila</i> <i>C. locustiphila</i> <i>C. locustiphila</i> <i>I. fumosorosea</i>	Ninfa Phasmatodea, Diapheromeridae Adulto Orthoptera, Tettigoniidae Adulto Orthoptera, Acridomorpha Larva Lepidoptera		
					<b>Clado P</b> AY334536 JQ958603 <b>NGZ041</b> <b>YAU017</b> <b>YAU018</b>	<i>B. bassiana</i> Colombia <i>C. diapheromeriphila</i> Ecuador <i>B. bassiana</i> <i>C. diapheromeriphila</i> <i>Cordyceps</i> sp3	Descompuesto Ninfa Phasmatodea, Diapheromeridae Larva
	<i>C. tuberculata</i> <i>Cordyceps</i> sp1 <i>Cordyceps</i> sp2 <i>A. novoguineensis</i>	<b>Clado C</b> HQ591383 EU369042 GQ249986 JN941397	<i>C. militaris</i> Países bajos <i>Torrubiella</i> sp. USA <i>C. tuberculata</i> Tailandia <i>C. tuberculata</i> Japón				
			<b>Clado J</b> DQ522553 GQ249960 KJ917563 A6237661	<i>C. tuberculata</i> USAp <i>C. tuberculata</i> Tailandia <i>O. amazonica</i> Colombia <i>Gibellula</i> sp. Japón			
					<b>Clado O</b> KF937319 FJ765016 <b>VLL132</b> <b>NGZ040</b>	<i>O. caloceroides</i> Colombia <i>I. fumosorosea</i> Países bajos <i>Cordyceps</i> sp1 <i>Cordyceps</i> sp1	Adulto Lepidoptera Adulto Lepidoptera

		<p>AY184964 <i>C. cardinalis</i> USAp</p> <p>KP276654 <i>P. agaricus</i> China</p> <p>GQ249974 <i>A. novoguineensis</i> Tailandia</p> <p><b>YAU020</b> <i>A. novoguineensis</i> Adulto Araneae</p> <p><b>YAU141</b> <i>Cordyceps</i> aff. <i>cardinalis</i> Larva descompuesta</p> <p><b>CER005</b> <i>C. militaris</i> Pupa Lepidoptera</p> <p><b>YAU142</b> <i>Cordyceps</i> sp1 Adulto Lepidoptera</p> <p><b>MID143</b> <i>C. tuberculata</i> Adulto Lepidoptera</p> <p><b>TEN076</b> <i>C. tuberculata</i> Adulto Lepidoptera, Noctuidae</p> <p><b>YAU039</b> Hypocreales sp1 Adulto Hemiptera, Pentatomidae</p> <p><b>YAU035</b> Hypocreales sp2 Adulto Orthoptera, Acrididae</p>			<p><b>VLL132</b> <i>Cordyceps</i> sp1 Adulto Lepidoptera</p> <p><b>YAU142</b> <i>Cordyceps</i> sp1 Adulto Lepidoptera</p> <p><b>TEN074</b> <i>Cordyceps</i> sp2 Adulto Lepidoptera</p> <p><b>TEN076</b> <i>C. tuberculata</i> Adulto Lepidoptera, Noctuidae</p> <p><b>TIP009</b> <i>C. tuberculata</i> Adulto Lepidoptera</p> <p><b>ZAM001</b> <i>C. tuberculata</i> Adulto Lepidoptera, Noctuidae</p> <p><b>MID140</b> <i>C. tuberculata</i> Adulto Lepidoptera</p> <p><b>YAU035</b> Hypocreales sp2 Adulto Orthoptera, Acrididae</p> <p><b>MAQ009</b> Hypocreales sp3 Adulto Araneae</p> <p><b>YAU016</b> <i>O. amazonica</i> Adulto Orthoptera, Acrididae</p>		<p><b>TEN074</b> <i>Cordyceps</i> sp2 Adulto Lepidoptera</p> <p><b>YAU026</b> <i>I. fumosorosea</i> Adulto Lepidoptera, Sphingidae</p> <p><b>YAU027</b> <i>I. fumosorosea</i> Larva Lepidoptera</p> <p><b>YAU133</b> <i>O. caloceroides</i> Adulto Araneae, infraorden Mygalomorphae</p>			
	<p><i>C. cardinalis</i></p> <p><i>C. pseudomilitaris</i></p> <p><i>C. aff. cardinalis</i></p>			<p>Clado H</p> <p>JN941747 <i>C. pseudomilitaris</i> Tailandia</p> <p>AY184974 <i>C. cardinalis</i> USAp</p> <p><b>MAQ004</b> <i>Cordyceps</i> aff. <i>cardinalis</i> Larva Coleoptera</p> <p><b>YAU141</b> <i>Cordyceps</i> aff. <i>cardinalis</i> Larva descompuesta</p>		<p>Clado N</p> <p>KF937322 <i>C. takaomontana</i> Colombia</p> <p>AY494597 <i>Cordyceps</i> sp. Tailandia</p> <p>AB237660 <i>C. cardinalis</i> Japón</p> <p>KF937320 <i>C. cardinalis</i> Colombia</p> <p><b>MAQ004</b> <i>Cordyceps</i> aff. <i>cardinalis</i> Larva Coleoptera</p> <p><b>BIL008</b> <i>Cordyceps</i> aff. <i>cardinalis</i> Larva descompuesta</p> <p><b>TEN082</b> <i>C. takaomontana</i> Pupa Lepidoptera</p>				
Orden	Grupo	LSU	Identificación	Hospedero	SSU	Identificación	Hospedero	ITS	Identificación	Hospedero
Hypocreales	Hypocreales spl	Clado C						Clado M		
		HQ591383	<i>C. militaris</i>					HQ215593	<i>O. neovolkiana</i>	Vietnam
		EU369042	<i>Torrubiella</i> sp. USA					<b>YAU039</b>	Hypocreales sp1	Adulto Hemiptera, Pentatomidae
		GQ249986	<i>C. tuberculata</i> Tailandia							
		JN941397	<i>C. tuberculata</i> Japón							
		AY184964	<i>C. cardinalis</i> USAp							
		KP276654	<i>P. agaricus</i> China							
		GQ249974	<i>A. novoguineensis</i> Tailandia							
		<b>YAU020</b>	<i>A. novoguineensis</i>	Adulto Araneae						
		<b>YAU141</b>	<i>Cordyceps</i> aff. <i>cardinalis</i>	Larva descompuesta						
		<b>CER005</b>	<i>C. militaris</i>	Pupa Lepidoptera						
		<b>YAU142</b>	<i>Cordyceps</i> sp1	Adulto Lepidoptera						
		<b>MID143</b>	<i>C. Tuberculata</i>	Adulto Lepidoptera						
		<b>TEN076</b>	<i>C. tuberculata</i>	Adulto Lepidoptera, Noctuidae						

		<b>YAU039</b> Hypocreales sp1 Adulto Hemiptera, Pentatomidae <b>YAU035</b> Hypocreales sp2 Adulto Orthoptera, Acrididae	
Hypocreales : Incertae Sedis	<i>Polycephalomycetes</i> sp.		<b>Clado G</b> KF049608 <i>P. nipponicus</i> USAp <b>MID145</b> <i>P. nipponicus</i> Adulto Lepidoptera
Hypocreales	<i>O. amazonica</i> Hypocreales sp2	<b>Clado J</b> DQ522553 <i>C. tuberculata</i> USAp GQ249960 <i>C. tuberculata</i> Tailandia K1917563 <i>O. amazonica</i> Colombia A6237661 <i>Gibellula</i> sp. Japón <b>VLL132</b> <i>Cordyceps</i> sp1 Adulto Lepidoptera <b>YAU142</b> <i>Cordyceps</i> sp1 Adulto Lepidoptera <b>TEN074</b> <i>Cordyceps</i> sp2 Adulto Lepidoptera <b>TEN076</b> <i>C. tuberculata</i> Adulto Lepidoptera, Noctuidae <b>TIP009</b> <i>C. tuberculata</i> Adulto Lepidoptera <b>ZAM001</b> <i>C. tuberculata</i> Adulto Lepidoptera, Noctuidae <b>MID140</b> <i>C. tuberculata</i> Adulto Lepidoptera <b>YAU035</b> Hypocreales sp2 Adulto Orthoptera, Acrididae <b>MAQ009</b> Hypocreales sp3 Adulto Araneae <b>YAU016</b> <i>O. amazonica</i> Adulto Orthoptera, Acrididae	<b>Clado R</b> KF937349 <i>O. australis</i> Colombia <i>Ophiocordyceps</i> sp. Colombia KF937348 <i>Ophiocordyceps</i> sp. Brasil <b>YAU016</b> <i>O. amazonica</i> Adulto Orthoptera, Acrididae <b>TEN072</b> <i>O. Australis</i> Adulto Hymenoptera, Formicidae, Ponerinae <b>TEN080</b> <i>O. australis</i> Adulto Hymenoptera, Formicidae, Ponerinae <b>YAU029</b> <i>O. australis</i> Adulto Hymenoptera, Formicidae, Ponerinae <b>YAU038</b> <i>O. fulgoromorphila</i> Adulto Hemiptera, Fulgoridae <b>YAU100</b> <i>O. fulgoromorphila</i> Adulto Hemiptera, Fulgoridae <b>TIP007</b> <i>Ophiocordyceps</i> sp1 Adulto Coleoptera, Curculionidae <b>YAU053</b> <i>Ophiocordyceps</i> sp1 Adulto Coleoptera, Curculionidae <b>TEN079</b> <i>Ophiocordyceps</i> sp2 Adulto Hymenoptera, Formicidae, Ponerinae <b>YAU037</b> <i>Ophiocordyceps</i> sp2 Adulto Hymenoptera, Formicidae, Ponerinae <b>MAQ005</b> <i>Ophiocordyceps</i> sp3 Adulto Coleoptera, Curculionidae <b>MAQ007</b> <i>Ophiocordyceps</i> sp3 Adulto Coleoptera, Curculionidae
	<i>O. caloceroides</i>		<b>Clado O</b> KF937319 <i>O. caloceroides</i> Colombia <i>I. fumosorosea</i> Países bajos FJ7650 16 <i>Cordyceps</i> sp1 Adulto Lepidoptera <b>VLL132</b> <i>Cordyceps</i> sp1 Adulto Lepidoptera <b>NGZ040</b> <i>Cordyceps</i> sp1 Adulto Lepidoptera <b>TEN074</b> <i>Cordyceps</i> sp2 Adulto Lepidoptera <b>YAU026</b> <i>I. fumosorosea</i> Adulto Lepidoptera, Sphingidae <b>YAU027</b> <i>I. fumosorosea</i> Larva Lepidoptera <b>YAU133</b> <i>O. caloceroides</i> Adulto Araneae, infraorden Mygalomorphae

## Anexo 6

Guía de autores para elaborar un manuscrito de la Revista de Biología Tropical

### Instrucciones generales

Siga la estructura estándar de un artículo científico (no mezcle resultados con discusión).

Aplique el corrector automático de ortografía al manuscrito y haga revisar el inglés por una persona capacitada. En la primera página anote al pie el total de palabras del manuscrito. Envíe las figuras en calidad profesional, resolución de 300 dpi, ancho de 14 cm e imagen nítida. Los rotulados en letra Times New Roman 16 puntos.

**Presente el manuscrito en formato DOC, RTF o DOCX a la dirección [biologia.tropical@ucr.ac.cr](mailto:biologia.tropical@ucr.ac.cr) junto con un mensaje indicando que el manuscrito es original y todos los coautores están de acuerdo con su publicación. Incluya correos electrónicos de tres posibles revisores.**

### Parte introductoria

- El título lleva en mayúscula únicamente los nombres propios, es corto, e incluye orden y familia (artículos botánicos: solo familia).
- El autor y el año de cada taxon solo aparecen una vez: en el cuerpo del manuscrito, la primera vez que se menciona. Los géneros de los binomios únicamente se escriben completos la primera vez que se usan en el *Abstract*, texto principal, resumen y claves.
- La dirección para correspondencia es breve pero completa; si hay varias, van numeradas. Incluya correo electrónico de todos los coautores.
- El *Abstract* (350-450 palabras) y el Resumen (200 palabras) deben describir el problema estudiado, tamaño de muestra, tiempo de muestra, procedimiento, los resultados sobresalientes y lo que concluyen los autores, y es un solo párrafo.
- Hay 5-7 palabras clave en inglés (Key words), separadas por coma, deben ser más generales que las palabras de título y resúmenes.
- En Material y Métodos se presenta únicamente la información necesaria para que el trabajo sea repetible. Si la metodología ha sido publicada, se explica brevemente y se cita la publicación original.
- No incluya un mapa de la ubicación del lugar de estudio; dé las coordenadas geográficas.
- Hay especímenes de referencia depositados en un museo (incluya los números de catálogo en Material y Métodos). Normalmente los trabajos sin especímenes testigo no son aceptados.

### Parte central

- Se hicieron las pruebas estadísticas correspondientes y aparecen citadas únicamente junto a cada resultado, en paréntesis. Ejemplo: Altura y velocidad se correlacionan (Spearman,  $p < 0.05$ ).
- Las abreviaturas se explican la primera vez que son usadas.
- Las unidades siguen la siguiente simbología: litros l, gramos g, kilogramos kg, segundos s, minutos min, horas hr, milímetros mm, centímetros cm, metros m, kilómetros km (las unidades no llevan punto y se escriben con minúscula). Los decimales se indican con punto, y los miles y millones con un espacio, eg. 12 523 235.15

- ❑ Cuando no van seguidos de unidades, los números enteros del cero al diez se escriben con palabra (uno, dos, etc. y no 1, 2 etc.).
- ❑ Las citas -en el texto- están ordenadas cronológicamente y siguen estrictamente el formato del siguiente ejemplo: (Segura 1978, Campos 1982, 1985, Pérez y García 1992, Benavides *et al.* 2007). Note el uso de las comas. Para más de dos autores, se usa el *et al.*
- ❑ Solo los trabajos citados aparecen en la sección Referencias y viceversa. En Referencias no aparecen trabajos que aún no han sido aceptados para publicación. Menciónelos únicamente en el texto y como en este ejemplo: (J. Pérez, en prep.).

#### **Figuras y cuadros**

- ❑ Se han evitado las figuras aisladas, agrupando fotografías y dibujos relacionados. La simbología y la escala aparecen en la figura (nunca en el pie). Cualquier rotulado está a más de 5 mm del borde de la fotografía.
- ❑ Se han evitado los cuadros muy extensos o muy pequeños (un buen tamaño es una página) y en ellos no se han usado líneas verticales u horizontales. Toda la simbología aparece al pie. No se usa negrita dentro del cuadro, ni palabras escritas totalmente en mayúscula.

#### **Parte final**

- ❑ En los Agradecimientos solamente se incluye por nombre a quienes dieron una ayuda muy importante, y títulos como Lic., Dr., Sr., Prof., Srta., etc. no aparecen.
- ❑ Presente la lista de referencias en formato APA o cualquier otro formato de su gestor de referencias bibliográficas que inicie con el apellido del primer autor.

### **LA REVISTA DE BIOLOGÍA TROPICAL OFRECE A SUS AUTORES Y LECTORES**

**Arbitraje real:** La tasa de aceptación de los trabajos se acerca al 30%, lo cual permite una cuidadosa selección por pertinencia e importancia. Sus dos cuerpos de evaluación y apoyo, el Consejo Editorial y el Comité Científico Internacional (véase parte interna de la cubierta) cuentan con autoridades de primera línea a nivel mundial.

**Etapas que siguen los manuscritos:** Los manuscritos que cumplen con los requisitos temáticos y de formato son enviados a tres especialistas, externos al ente editor, quienes hacen recomendaciones para mejorarlos o los califican como inaceptables. La segunda versión es corregida por nuestro personal y devuelta con indicaciones para preparar la versión que irá al impresor. El Comité Editorial toma la decisión final sobre aceptación y demás.

**Auténtica circulación internacional:** la versión impresa de la revista se encuentra en bibliotecas de los 64 países del mundo donde existe una actividad científica significativa. La revista está disponible también para millones de usuarios de Internet mediante el World Wide Web.

**Alto impacto:** Si se consulta desde artículos específicos hasta libros serios sobre el Neotrópico, se encontrará frecuentemente a la revista citada como fuente de información, y disfruta de una amplia cobertura en fuentes clave como *Biological Abstracts*, *Zoological Record*, *Current Contents*, *Google scholar*, *Scielo* y *Latindex*.

**Mainstream:** La *Revista de Biología Tropical* pertenece a la corriente principal (“mainstream”) de la ciencia según el Institute for Scientific Information y mantiene un alto nivel de calidad, evaluando los manuscritos únicamente por sus méritos científicos. Preferimos que los autores sugieran posibles revisores y que incluyan copias de las cartas con comentarios de colegas que revisaron el manuscrito antes de su presentación a la revista.

## **POLÍTICAS GENERALES**

No recomendamos la presentación de un estudio innecesariamente subdividido en varios manuscritos. De igual manera, se espera que el número de coautores se relacione con la cantidad de trabajo requerida por el estudio.

De nuestra oficina se le enviará aviso de que el manuscrito ha sido recibido. Los manuscritos aceptados para ser revisados por el Consejo Editorial también son enviados a tres especialistas internacionales.

El primer autor de cada artículo recibirá una copia impresa de la revista y una separata electrónica (PDF) para su distribución. El exceso de páginas está sujeto a pago de una tarifa. La publicación de extensas monografías y suplementos requiere consulta previa al editor. La documentación se guarda tres meses después de la publicación, luego no podemos hacernos responsables.

**Pago:** Los artículos de más de 10 páginas impresas deben pagar \$40 por página adicional.

## **CÓMO EVITAR RETRASOS**

Muchos manuscritos requieren tiempo adicional porque no siguen el formato correcto. La forma más sencilla de seguir nuestro formato consiste en estudiar el tipo de letra, orden de las citas, formato de las referencias, cuadros y pies de figura, etc. en un fascículo reciente. Si su manuscrito tiene la apariencia de un artículo ya publicado (excepto en el uso de dos columnas por página: todo su manuscrito debe venir a una columna) el formato probablemente estará bien. Nunca subraye: use letra cursiva (“*itálica*” o “*bastardilla*”).

Debido a que los artículos en inglés son más leídos y citados, recomendamos escribirlos en ese idioma. Si se preparan en español, presente bilingües los pies de figura y encabezados de cuadro.

