UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

Facultad de Ciencias

Estudio taxonómico de *Multiclavula* Petersen, *Lepidostroma* Oberwinkler y *Clavariadelphus* Donk (Fungi: Basidiomycota) en zonas templadas del Eje Volcánico Transmexicano

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE

MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS (SISTEMÁTICA)

P R E S E N T A

BIÓL. JUAN ANDRÉS PÉREZ TREJO

TUTORA PRINCIPAL DE TESIS: DRA. HERMELINDA MARGARITA VILLEGAS RÍOS

COMITÉ TUTOR: DR. TEÓFILO HERRERA SUÁREZ
DR. EBERTO NOVELO MALDONADO

MÉXICO, D.F. **FEBRERO, 2012**

Universidad Nacional Autónoma de México
UNAM
Biblioteca Central
Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

Facultad de Ciencias

Estudio taxonómico de *Multiclavula* Petersen, *Lepidostroma* Oberwinkler y *Clavariadelphus* Donk (Fungi: Basidiomycota) en zonas templadas del Eje Volcánico Transmexicano

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE

MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS (SISTEMÁTICA)

P R E S E N T A

BIÓL. JUAN ANDRÉS PÉREZ TREJO

TUTORA PRINCIPAL DE TESIS: DRA. HERMELINDA MARGARITA VILLEGAS RÍOS

COMITÉ TUTOR: DR. TEÓFILO HERRERA SUÁREZ
DR. EBERTO NOVELO MALDONADO

MÉXICO, D.F. **FEBRERO, 2012**

VNIVERSIDAD NACIONAL
AVPNOMA DE MEXICO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
FACULTAD DE CIENCIAS
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

OFICIO FCIE/DEP/017/12

ASUNTO: Oficio de Jurado

Dr. Isidro Ávila Martínez
Director General de Administración Escolar, UNAM
P r e s e n t e

Me permito informar a usted que en la reunión ordinaria del Comité Académico del Posgrado en Ciencias Biológicas, celebrada el día **17 de enero de 2011** se aprobó el siguiente jurado para el examen de grado de **MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS (SISTEMÁTICA)** del (la) alumno (a) **PÉREZ TREJO JUAN ANDRÉS** con número de cuenta **95037044** con la tesis titulada **"Estudio Taxonómico de *Multiclavula* Petersen, *Lepidostroma Oberwinkler* y *Clavariadelphus* Donk (Fungi: Basidiomycota) en zonas templadas del Eje Volcánico Transmexicano"**, realizada bajo la dirección del (la**) DRA. HERMELINDA MARGARITA VILLEGAS RÍOS:**

Presidente:	DR. TEÓFILO HERRERA SUÁREZ
Vocal:	DR. GUSTAVO ALBERTO MONTEJANO ZURITA
Secretario:	DRA. HERMELINDA MARGARITA VILLEGAS RÍOS
Suplente:	DR. MARTÍN ESQUEDA VALLE
Suplente:	DR. EBERTO NOVELO MALDONADO

Sin otro particular, me es grato enviarle un cordial saludo.

FACULTAD DE CIENCIAS
DIVISION DE ESTUDIOS
DE POSGRADO

A t e n t a m e n t e
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU"
Cd. Universitaria, D.F., a 16 de enero de 2012

Dra. María del Coro Arizmendi Arriaga
Coordinadora del Programa

MCAA/MJFM/ASR/mnm*

Agradecimientos

Al Posgrado en Ciencias Biológicas, UNAM.

Al Programa de Becas para Estudios de Posgrado del CONACYT con número 216018 por el apoyo económico otorgado.
Al apoyo financiero por parte del Proyecto de Investigación DGAPA-PAPIIT IN203009-3
Al Programa de Apoyo a los Estudios de Posgrado (PAEP) por el apoyo económico para asistir al VI Congreso Latinoamericano de Micología.

A los miembros del Comité Tutoral, Dra. Hermelinda Margarita Villegas Ríos, Dr. Teófilo Herrera Suárez, Dr. Eberto Novelo Maldonado por el apoyo brindado para la realización de éste trabajo. A los Dres. Gustavo Montejano Zurita y Martin Esqueda Valle por sus sugerencias y correcciones al manuscrito.

Agradecimientos personales

A los curadores de los herbarios M. en C. Irene Frutis (IZTA), Biól. Marco Antonio Hernández (FEZA), Dr. Joaquín Cifuentes (FCME), M. en C. Elvira Aguirre (MEXU), Dra. Laura Guzmán (IBUG), M. en C. Alejandro Kong (TLMX), Dr. Ricardo Valenzuela (ENCB), Dr. Gastón Guzmán (XAL) y M. en C. Marlene Gómez (EBUM) por la facilidad otorgada para la revisión del material.

A la Dra. Rebeca Ramírez Carrillo por su ayuda invaluable en el análisis estadístico de las esporas.

DEDICATORIA

A Emiliano, a Nancy, saben que todo esto fue por y gracias a ustedes, ustedes me hacen existir.

A mis papás por apoyarme siempre y hacer de ésta una vida mas divertida, a mi hermana por ser el gran soporte que constantemente me ha querido.

A mis abuelos Jesús, Chayo, Encarnación, Andrés porqué me enseñaron tantas maravillas de este mundo con sus historias. A mis tías, tíos y primos con quienes toda la vida he reído.

A mis amigos que siempre han estado ahí aun cuando yo los ignoro.

A mis compañeritas de aventuras en esta larga travesía micológica: Paty, Sandrita, Itzel, Laura, Ibeth, Miriam, Vero gracias por todo.

A todo el laboratorio de Micología de quienes he aprendido tanto académicamente como profesionalmente.

Y a toda la gente que he conocido a lo largo de esta vida.

Gracias.

A Ella

Tabla de contenido

Resumen 1
Abstract 2
Introducción 3
Antecedentes 5
Multiclavula Petersen y *Lepidostroma* Oberwinkler 5
Clavariadelphus Donk 9
Descripción de la zona de estudio 13
Objetivos 15
Metodología 16

Resultados 17
1. *Multiclavula* y *Lepidostroma* 17
Clave para las especies estudiadas 17
Descripción de los taxones 17
Multiclavula mucida var. *macrospora* 17
Lepidostroma calocerum 21
2. *Clavariadelphus* 26
Clave para las especies de *Clavariadelphus* 26
Descripción de los taxones 28
Clavariadelphus truncatus var. *truncatus* 28
Clavariadelphus truncatus var. *umbonatus* 31
Clavariadelphus truncatus var. *lovejoyae* 34
Clavariadelphus unicolor 37
Clavariadelphus subfastigiatus 40
Clavariadelphus occidentalis 43
Clavariadelphus caespitosus 46
Clavariadelphus fasciculatus 49
Clavariadelphus cokeri 52
Clavariadelphus sp. 55
Análisis estadístico de las esporas en las variedades de *C. truncatus* 58
Distribución de *Clavariadelphus* 61
Aspectos bióticos y abióticos de la distribución 62

Discusión general 65
Multiclavula y *Lepidostroma* 65
Clavariadelphus 67
Conclusiones 72
Literatura citada 73

Lista de figuras, tablas y mapas

Figura 1. *Multiclavula mucida* var. *macrospora* 20
Figura 2. *Lepidostroma calocerum* 25
Figura 3. *Clavariadelphus truncatus* var. *truncatus*. 30
Figura 4. *Clavariadelphus truncatus* var. *umbonatus* 33
Figura 5. *Clavariadelphus truncatus* var. *lovejoyae* 36
Figura 6. *Clavariadelphus unicolor* 39
Figura 7. *Clavariadelphus subfastigiatus* 42
Figura 8. *Clavariadelphus occidentalis* 45
Figura 9. *Clavariadelphus caespitosus* 48
Figura 10. *Clavariadelphus fasciculatus* 51
Figura 11. *Clavariadelphus cokeri* 54
Figura 12. *Clavariadelphus sp*. 57

Tabla 1. Lista de especies del género *Multiclavula* descritas a nivel mundial hasta 2007 5
Tabla 2. Lista de especies del género *Lepidostroma* de acuerdo a Ertz *et al*. 2008..... 8
Tabla 3. Lista de 21 especies de *Clavariadelphus* que incluye 3 variedades para *C. truncatus* 9
Tabla 4. Diferencias morfológicas entre las variedades de *C. truncatus* 58
Tabla 5. Análisis de varianza de tipo aleatorio para el largo de las esporas de las tres variedades de *C. truncatus* 60
Tabla 6. Valores promedio del largo de las esporas de las tres variedades de *C. truncatus* . 60
Tabla 7. Análisis de varianza en bloques para el ancho de las esporas de las tres variedades de *C. truncatus*..... 60
Tabla 8. Valores promedio del ancho de las esporas de las tres variedades de *C. truncatus* 60
Anexo I. Lista de Material revisado de *Clavariadelphus*. 83

Mapa 1. Delimitación del Eje Volcánico Transmexicano..... 14
Mapa 2. Principales tipos de vegetación templada en el Eje Volcánico Transmexicano 14
Mapa 3. Distribución de los taxones de *Clavariadelphus* 65
Mapa 4. Distribución de los taxones de *Clavariadelphus* con respecto a la vegetación de bosques templados..... 66
Mapa 5. Distribución de los taxones de *Clavariadelphus* con respecto al clima 67
Mapa 6. Distribución de los taxones de *Clavariadelphus* con respecto al tipo de suelo..... 68

RESUMEN

El conocimiento de Homobasidiomycetes clavarioides en México ha avanzado poco en comparación a otros macromicetos, en particular, géneros como *Multiclavula* Petersen, *Lepidostroma* Oberwinkler y *Clavariadelphus* Donk, han sido solo parcialmente estudiados ya que hasta antes del presente trabajo, se conocía únicamente un reporte para *Lepidostroma calocerum* y cinco especies con dos variedades para *Clavariadelphus*.

Este estudio tuvo como objetivo principal efectuar una revisión taxonómica de los géneros anteriormente mencionados y que se desarrollan en las zonas templadas del Eje Volcánico Transmexicano el cual, debido a ubicación ha sido considerado como una de las regiones mejor exploradas micológicamente. Se estudiaron macro y micromorfológicamente 188 ejemplares de *Multiclavula*, *Lepidostroma* y *Clavariadelphus*, depositados en nueve diferentes herbarios nacionales, incluyendo datos de los fotobiontes asociados a *Multiclavula* y *Lepidostroma*.

La información obtenida mostró que las especies ficófilas corresponden a dos diferentes taxones: *Lepidostroma calocerum* del cual se adiciona información morfológica y de distribución y *Multiclavula mucida* que además de ser el primer reporte para nuestro país, se propone para la ciencia a la var. *macrospora*; para ambos taxones se discute la relevancia de los fotobiontes en la delimitación de especies.

En el caso de *Clavariadelphus* se determinaron diez taxones: *C. fasciculatus*, *C. occidentalis*, *C. truncatus* var. *truncatus*, *C. truncatus* var. *umbonatus*, *C. truncatus* var. *lovejoyae*, *C. unicolor*, *C. cokeri*, *C. sp*., *C. caespitosus* y *C. subfastigiatus* los dos últimos se describen como nuevos registros para México; se discute además, las diferencias morfológicas que existen entre las variedades estudiadas de *C. truncatus*. Basados en los resultados taxonómicos obtenidos, se plantean algunos aspectos de la distribución de los taxones de *Clavariadelphus* en la provincia del Eje Volcánico Transmexicano.

ABSTRACT

The knowledge of clavaroid Homobasidiomycetes in Mexico has been little progress in comparison to other macromycetes, in particular, genera as *Multiclavula* Petersen, *Lepidostroma* Oberwinkler, and *Clavariadelphus* Donk, have been only partially studied. So, since before the present work, we knew only a report for *Lepidostroma calocerum* and five species with two varieties for *Clavariadelphus*.

This study had as its main objective to make a taxonomic revision of the genera mentioned above, same that develop in the temperate zones of the Transmexican Volcanic Belt, one that due to its location has been considered as one of the zones best explored considering the fungi.

We studied the macro and the micromorphology for 188 samples of genera *Multiclavula, Lepidostroma,* and *Clavariadelphus*, deposited in nine different national herbaria, including data from the photobionts associated with *Multiclavula* and *Lepidostroma*.

The information obtained showed that the phycophilous species correspond to two different taxa: *Lepidostroma calocerum*, which appends morphological information and distribution, and *Multiclavula mucida*, that in addition to being the first report for our country, it is proposed as new for science to the var. *macrospora*; for both taxa is discussed the relevance of the photobionts in the delimitation of species.

In the case of *Clavariadelphus* ten taxa were identified: *C. fasciculatus, C. occidentalis, C. truncatus var. truncatus, C. truncatus var. umbonatus, C. truncatus var. lovejoyae, C. unicolor, C. cokeri, C. sp*., *C. caespitosus,* and *C. subfastigiatus,* the latter two are described as new records for Mexico; it is discussed in addition, morphological differences that exist between the varieties studied of *C. truncatus*. Based on the taxonomic results obtained, it is postulate certain aspects of the distribution of the taxa of *Clavariadelphus* in the province of the Transmexican Volcanic Belt.

INTRODUCCIÓN

Los macromicetos con esporomas en forma clavada a ramificada han sido catalogados tradicionalmente como hongos clavarioides. La reseña histórica de la micología realizada por Ainsworth (1976) muestra que desde los primeros esquemas clasificatorios desarrollados por Tournefort, Persoon, Fries y otros autores, entre 1700 y 1828, agruparon a aquellos hongos macroscópicos con forma del esporoma clavada a ampliamente ramificada dentro de los "Clavaria", sin embargo, inicialmente estos esquemas clasificatorios incluyeron también a especies del Phyllum Ascomycota con esta forma de fructificaciones. El avance de los estudios microscópicos permitió una delimitación más puntual hasta progresar a lo que Corner (1950, 1970) reconoce como clavarioides o Clavariaceae y qué incluye a Homobasidiomycetes con basidiomas simples o ramificados, con amplia variación en tamaño; su coloración va desde tonos claros a oscuros y la consistencia varía de carnosa a correosa con el himenóforo generalmente liso en posición anfígena o unilateral y con hábitat terrícola, lignícola, humícola e inclusive desarrollarse en asociación liquénica como en el caso de *Multiclavula*. Poco más de 30 géneros y cerca de 800 especies presentan basidiomas de esta forma (Jülich 1981; Kirk *et al.* 2008), siendo *Clavaria*, *Ramaria*, *Pterula*, *Clavariadelphus* (Corner 1950, Jülich 1981, Petersen 1988) algunos de los taxones más reconocidos debido a su amplia distribución. No obstante esta similitud macroscópica, la micro morfología entre los diferentes géneros es muy variable. Por ejemplo: las esporas, que es uno de los caracteres taxonómicos de mayor relevancia, pueden ser lisas u ornamentadas, hialinas o coloreadas, de pared delgada o gruesa, con formas globosas a cilíndricas, amiloides o inamiloides, cianófilas o no. Hasta el momento se han registrado a nivel mundial una mayor cantidad de especies en bosques templados. (Corner 1950, Petersen 1988).

Las hipótesis filogenéticas en torno a estos organismos, muestran que se trata de un agrupamiento artificial y que la forma del basidioma no es un carácter que permita realizar agrupamientos naturales, ya que esta ha evolucionado en más de una ocasión (Hibbett *et al.* 1997, 2007; Pine *et al.* 1999). Actualmente, de acuerdo a la clasificación de Kirk *et al.* (2008), estos hongos pertenecen a la clase Agaricomycetes, distribuidos en los órdenes Cantharellales, Thelephorales, Russulales y Gomphales. No obstante que géneros como

Clavariadelphus y *Multiclavula* estudiados en este trabajo, presentan de manera similar basidiomas cilíndricos con esporas hialinas y lisas, han sido ubicados en Gomphales y Cantharellales respectivamente, aunque también es claro que hay notables diferencias morfológicas entre ellos en cuanto a su hábitat, la morfología de los basidios y el tipo de división meiótica en el proceso de diferenciación de esporas, entre otros aspectos. Sin embargo, de manera tradicional y con fines prácticos para su manejo en campo, tanto a *Clavariadelphus* como a *Multiclavula* se les sigue reconociendo dentro de los hongos clavarioides. El estudio en México de basidiomicetos con forma clavarioide como de *Clavariadelphus* y *Multiclavula* en particular, ha avanzado poco en comparación a hongos con formas agaricoides; sin embargo, en las últimas décadas han sobresalido trabajos como los de Villegas y Cifuentes (1988), Pérez-Moreno y Villarreal (1989), Villareal y Pérez-Moreno (1989), Methven (1991), Villegas (1993, 2000); Estrada-Torres (1994), García-Sandoval (1997), Villegas *et al.* (1999, 2005), García-Sandoval *et al*. (2002, 2004), Pérez-Trejo (2005), Gonzalez Ávila (2006, 2010). Por lo anterior este trabajo tiene como objetivo general el estudio morfológico de caracteres útiles para la taxonomía de estos géneros así como un análisis de la distribución en las zonas templadas del Eje Volcánico Transmexicano

ANTECEDENTES

Multiclavula Petersen y *Lepidostroma* Oberwinkler

El género *Multiclavula* fue propuesto por Petersen (1967), a partir de un grupo de especies clavarioides ficófilas que originalmente fueron ubicadas como parte de los géneros *Clavulinopsis*, *Clavaria* y *Lentaria* por Corner (1950). Fueron caracterizadas por presentar basidiomas de tamaño pequeño (5-40 mm de longitud), con una coloración blanquecina, rosada, ocre o naranja donde el himenio se distribuye en la mayor parte de la superficie; los basidios son urnigeriformes, con división meiótica estíctica y producen basidiosporas ovoides o elipsoides de pared delgada y lisa las cuales frecuentemente son gutuladas. El talo característicamente es ficófilo con clorofitas y/o cianofitas. Su distribución es en zonas templadas o tropicales y hasta 2007 fueron reconocidas 16 especies (Kirk *et al*. 2008, Fischer *et al.* 2007, Nelsen *et al.* 2007), de las cuales 9 se desarrollan en zonas templadas (ver tabla 1).

Especie
Multiclavula afflata (Lagger) R.H. Petersen
M. calocera (G.W. Martin) R.H. Petersen
M. clara (Berk. & M.A. Curtis) R.H. Petersen
M. constans (Coker) R.H. Petersen
M. coronilla (G.W. Martin) R.H. Petersen
M. corynoides (Peck) R.H. Petersen
M. delicata (Fr.) R.H. Petersen
M. mucida (Pers.) R.H. Petersen
M. pogonati (Coker) R.H. Petersen
M. samuelsii R.H. Petersen
M. sharpii R.H. Petersen
M. sinensis R.H. Petersen & M. Zang
M. vernalis (Schwein.) R.H. Petersen
M. ichthyiformis Nelsen
M. akagerae Fischer
M. rugaramae Fischer

Tabla 1. Lista de especies del género *Multiclavula* descritas a nivel mundial hasta 2007. Los taxones sombreados se desarrollan en zonas templadas.

En cuanto a los fotobiontes asociados al talo, los pocos trabajos que han abordado este aspecto, mostraron que el género *Coccomyxa* (Poelt y Obermayer 1990; Zoller y Lutzoni 2003) es el taxón asociado.

En especies que se desarrollan en madera, el talo del hongo junto con el fotobionte forman estructuras globosas embebidas en una matriz mucilaginosa que se extiende dentro del sustrato, las cuales corresponden a paquetes de células fúngicas y algas del género *Coccomyxa* donde las algas se encuentran solo rodeadas por las hifas sin desarrollar estructuras de penetración celular; estas estructuras en determinado momento, pueden transformarse en propágulos de dispersión, nombradas "bulbos del talo", para lo cual se rodean de una capa cortical delgada formada por el hongo, donde pueden quedar contenidas varios grupos de células del fotobionte (Oberwinkler 2001). Algo característico en estas células fotobiónticas es su tamaño mayor respecto a las que se encuentran en vida libre, lo cual ha sido interpretado como un retraso en la frecuencia de la división celular causada por el micobionte (Poelt y Obermayer 1990).

Las especies que se desarrollan en el suelo pueden presentar diferentes tipos de arreglo en el talo; algunas forman capas uniformes crustáceas y otras se encuentran separadas en unidades granulares (Oberwinkler 2001), sin embargo; la morfología puntual de la asociación ha sido escasamente abordada.

En la descripción de la especie *Multiclavula ichthyiformis*, Nelsen *et al.* (2007) realizaron una revisión del fotobionte y también lo ubican en el género *Coccomyxa* describiéndolo con las siguientes características: "células ampliamente elipsoide de 7-9 x 4-7 μm, cada célula individual envuelta en una capa de 1.5-2 μm de grosor de hifas fúngicas, que en conjunto constituyen los llamados bulbos. Las células de las algas frecuentemente producen autosporas; ocasionalmente se observan cianobacterias y otras algas integradas

pero carecen de contacto con las hifas y no representan fotobiontes regulares de este liquen".

Para *Multiclavula akagerae*, Fischer y colaboradores (2007) describen un fotobionte distinto a *Coccomyxa* sin precisar su determinación y solo considera las siguientes características: "colonias chlorococcoideas constituidas por células verdes, esféricas a elipsoides, con un pirenoide central y un diámetro de (8)10-12 μm.". La descripción es muy ambigua por lo que puede incluir a más de un género de clorofitas lo cual provocaría determinaciones incorrectas.

Ertz y colaboradores (2008) empleando datos moleculares hipotetizaron que *Multiclavula* no es un taxón monofilético. Este trabajo muestra que especies como *M. calocera, M. rugaramae* y *M. akagerae* están más cercanamente relacionadas con Atheliales (un grupo de hongos poliporoides) que con otras especies tradicionalmente consideradas en el mismo género como *M. corynoides* y *M. mucida*, por lo que estos autores transfieren a las primeras al género *Lepidostroma* y familia Lepidostromaceae.

Lepidostroma es un género que fue propuesto por Mägdefrau y Winkler (1967) para describir a una nueva especie de basidiolíquen encontrada en la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia, al cual nombraron *Lepidostroma terricolens*. La revisión de este material por Oberwinkler (1984), demostró que este taxón era idéntico de *Multiclavula calocera* (Martin) R.H. Petersen y considera que dentro de los basidiolíquenes clavarioides esta especie en particular se diferencia por presentar un talo en forma de escamas, contrario a otras especies que presentan un talo globoso embebido en una matriz mucilaginosa, por lo que decide nombrar a esta especie como *Lepidostroma calocerum* (Martin) Overw; consideración que es corroborada en el estudio de Ertz *et al.* (2008) y que como se mencionó anteriormente comparte con *L. rugaramae* y *L. akagerae* las siguientes

características: basidiomas clavados con himenio cubriendo la parte superior del mismo y un talo permanente compuesto de escuámulas con un córtex compuesto de una capa pseudoparenquimatosa sencilla de células lobadas. Presenta basidios subclavados a cilíndricos y las esporas son ovoides, hialinas, de pared delgada y gutuladas. Actualmente se reconocen 3 especies (ver Tabla 2).

Especie
L. calocerum (Martin) Overw;
L. akagerae Fischer
L. rugaramae Fischer

Tabla 2. Lista de especies del género *Lepidostroma* de acuerdo a Ertz *et al.* (2008)

El género *Multiclavula* aunque similar en su morfología con *Lepidostroma* puede diferenciarse del segundo, por presentar basidios urgeniformes generalmente tetraspóricos, así como un talo en forma de glomérulos embebidos en una matriz mucilaginosa. Ertz y colaboradores (2008) plantean que también existen diferencias entre el fotobionte asociado siendo coccomyxoide en el caso de *Multiclavula* y chlorococoide en *Lepidostroma*. En cuanto a su distribución, es evidente que las especies de *Lepidostroma* se desarrollan en zonas tropicales mientras que las de *Multiclavula* tanto en zonas tropicales como en zonas templadas.

En México, hasta 2007, no se conocía ningún reporte para estos taxones, sin embargo; en el trabajo de Ertz *et al*. (2008) fue incluido en el análisis un ejemplar correspondiente a *Lepidostroma calocerum* (G.W.Martin) Oberw., recolectado por R. Egan en el estado de Veracruz (agosto de 2007) y depositado en el Herbario OMA, de la cual se presenta sólo una breve diagnosis en latín.

CLAVARIADELPHUS DONK

El género *Clavariadelphus* fue propuesto por Donk (1933) segregando a un grupo de especies que se encontraban ubicadas dentro del género *Clavaria*. De acuerdo a Methven (1990) comprende a aquellos hongos que presentan basidiomas simples, en forma clavada, a turbinada, con coloraciones amarillo-café a café-rojizo en diferentes combinaciones; el ápice puede ser subagudo, obtuso, ampliamente redondeado, mucronato o truncado, en ocasiones perforado o excavado; la superficie es lisa a rugosa y reacciona de manera positiva a las sales de fierro. Trama hifal dimítica con hifas generativas y gloeopleróticas además de la presencia de fíbulas ampuliformes; el himenio es engrosado con basidios quiásticos, clavados y tetraspóricos; sus esporas son lisas, elongadas a elipsoides o subcilíndricas, inamiloides, acianófilas y frecuentemente gutuladas. La mayoría de las especies se desarrollan en zonas templadas y algunas como *C. truncatus* var. *truncatus*, *C. unicolor*, *C. cokeri* y *C. fasciculatus* presentan una distribución que va de lo templado a lo subtropical (Methven 1990). Actualmente se reconocen entre 18 (Kirk *et al.* 2008) o 21 especies (Methven 1990). Esta última clasificación es la más aceptada actualmente (ver Tabla 3).

Especie
Clavariadelphus americanus (Corner) Methven
C. caespitosus Methven
C.cokeri V.L. Wells & Kempton
C. fasciculatus Methven & Guzmán
C. flavidus Methven
C. flavo-immaturus R.H. Petersen
C. helveticus Rahm & Schild
C. himalayensis Methven
C. lignícola R.H. Petersen
C. ligula (Schaeff.) Donk
C. mirus (Pat.) Corner
C. mucronatus V.L. Wells & Kempton
C. occidentalis Methven

C. pallido-incarnatus Methven
C. pistillaris (L.) Donk
C. sachalinensis (S. Imai) Corner
C. subfastigiatus V.L. Wells & Kempton
C. truncatus var. *atrobrunneus* Corner
C. truncatus var. *lovejoyae* (V.L. Wells & Kempton) Corner
C. truncatus var. *truncatus* (Quél.) Donk
C. truncatus var. *umbonatus* (Peck) Methven
C. unicolor (Berk. & Ravenel) Corner
C. xanthocephalus Rahm & Schild
C. yunnanensis Methven

Tabla 3. Lista de 21 especies de *Clavariadelphus* que incluye 3 variedades para *C. truncatus*

Petersen y colaboradores (1974) dividieron a *Clavariadelphus* en dos subgéneros: 1) *Ligulus* con basidiomas blanquecinos u ocres, surgiendo por encima del sustrato y basidiosporas con una relación entre el largo y el ancho (E) mayor o igual a 2.5 µm y 2) *Clavariadelphus* con basidiomas en color rosa-ante a café, iniciando el desarrollo del basidioma por debajo del sustrato y basidiosporas con una relación de E menor a 2.5 µm. Dentro del subgénero *Clavariadelphus* se reconocen dos secciones: *Clavariadelphus* con basidiomas clavados en los cuales el himenio se extiende hacia el ápice y *Cantharellopsis* con basidiomas turbinados o cantareloides con un ápice estéril.

La clasificación aceptada actualmente (Hibbett *et al.* 2007) para *Clavariadelphus* lo ubica en la familia Clavariadelphaceae, Orden Gomphales (Corner 1970; Jülich 1981; Hosaka *et al.* 2006).

En cuanto a los trabajos filogenéticos que se han realizado no existe un trabajo enfocado solamente a *Clavariadelphus* sin embargo, se han considerado representantes en algunos análisis. En términos generales estos estudios han planteado que la forma clavarioide ha aparecido por lo menos en cuatro ocasiones distintas a lo largo de la historia evolutiva de los hongos (Hibbett *et al.* 1997, Pine *et al.* 1999, Hibbett y Thorn 2001), lo

cual desecha teorías que proponían a *Clavariadelphus* como un eslabón trascendente del cual se derivaron otras formas de esporomas en los Homobasidiomycetes (Corner 1950, Donk 1964, Clémençon 1997). Asimismo, reconocen por lo menos cuatro grupos donde se ubican a los hongos clavarioides, contribuyendo así a corroborar la polifília de este grupo. *Clavariadelphus* es ubicado dentro del clado Gomphoide-Phalloide, en particular dentro del Orden Gomphales en la familia Clavariadelphaceae (Hibbett *et al.* 1997, Pine *et al.* 1999, Villegas *et al.* 1999, Kim y Yung 2000, Hibbett y Thorn 2001, Hibbett *et al.* 2007), aun cuando hay algunos autores que proponen que no debe ser incluido dentro de ese orden (Estrada-Torres 1994).

Diferentes publicaciones han sido desarrolladas sobre la taxonomía de estos géneros. En el caso de *Multiclavula* son relevantes los trabajos de Petersen (Petersen 1967; Petersen y Kantvilas 1986; Petersen 1988) y para *Clavariadelphus* el número es mayor, destacando los de Corner (1950), Donk (1933), Methven y Guzmán (1989), Methven (1990) y Petersen *et al*. (1974); en donde adquiere mayor relevancia el trabajo de Methven (1990) quien realizó una monografía del género poniendo especial énfasis en las especies de Norteamérica.

En el caso de México, hasta el momento no se ha publicado ningún reporte sobre el género *Multiclavula*, no así para *Clavariadelphus* del que se han registrado 5 especies y 2 variedades: *C. fasciculatus*, *C. occidentalis*, *C. cokeri*, *C. truncatus* var. *truncatus*, *C. truncatus* var. *umbonatus*, *C. unicolor*, (Pérez-Silva y Aguirre-Acosta 1985; Methven y Guzmán 1989; Cifuentes *et al.* 1990) siendo *C. truncatus*, una de las mejor reconocidas.

Los pocos estudios de estos taxones en nuestro país muestran la necesidad de avanzar en el conocimiento sistemático de estos géneros no sólo para tener una mayor

comprensión de la micobiota en México sino para avanzar en el estudio de las relaciones que guardan entre si estos organismos. El estudio se centra en la región del Eje Volcánico Transmexicano, ya que aparentemente es una de las zonas micológicamente mejor exploradas, lo cual posibilita contar con un mayor número de ejemplares de esta región depositados en diferentes colecciones nacionales. Por otra parte, esta provincia biogeográfica, presenta características geográficas que concentran una buena proporción de bosques templados donde preferentemente se desarrollan estos hongos; esto además redujo tiempos de esfuerzo de colecta, las cuales sólo se pueden llevar a cabo durante la época de lluvias y dentro de mi periodo de estudios de maestría solamente quedaron comprendidos dos.

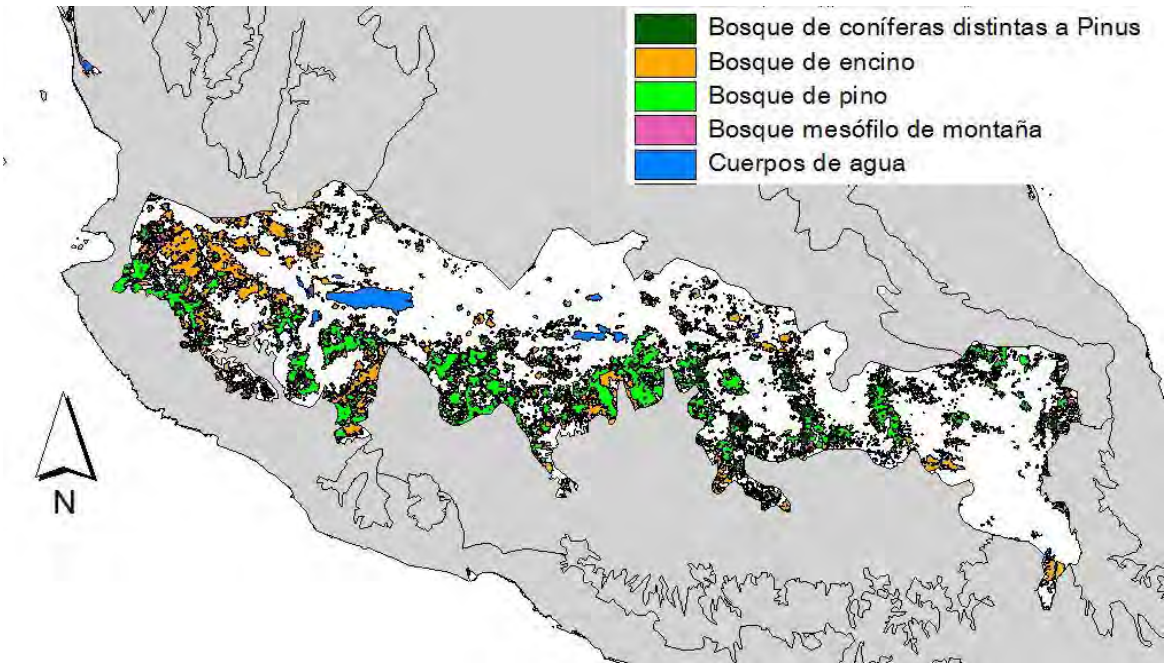
DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

La provincia biogeográfica del Eje Volcánico Transmexicano de acuerdo a la propuesta de Morrone (2005) forma parte del componente transicional, donde coexisten los elementos Paleoamericano, Neártico, Mesoamericano Tropical y Mesoamericano de Montaña. Se ubica en el centro de México, e incluye parte de los estados de Guanajuato, Distrito Federal, Estado de México, Jalisco, Michoacán, Puebla, Oaxaca, Tlaxcala y Veracruz (Fig. 1).

Corresponde básicamente al sistema montañoso del Eje Volcánico Transmexicano, situado aproximadamente a lo largo de los paralelos de 19° y 20° de latitud norte, que constituye el límite austral del Altiplano Mexicano y lo separa de la Cuenca del Balsas. El Eje Volcánico Transmexicano comenzó a desarrollarse durante el oligoceno, pero su actual configuración no finalizó hasta el holoceno. Posee 959 km de longitud y 50-150 km de ancho, e incluye las elevaciones mayores del territorio mexicano. Su posición es privilegiada, ya que conecta entre sí las Sierras Madre Occidental, Oriental y del Sur, y ha constituido un evento vicariante importante para muchos taxones (Marshall y Liebherr 2000; Mateos *et al.* 2002; Hulsey *et al.* 2004). Predominan los bosques de pino-encino aunque también existen “zacatonales” o pastizales alpinos cerca de la cima de los grandes volcanes. Para la realización de este trabajo sólo se tomaran en cuenta las zonas que presenten vegetación de bosque templado (Mapas 1 y 2).

Mapa 1. Delimitación del Eje Volcánico Transmexicano (Morrone 2005)

El Eje Volcánico Transmexicano comprende 631 municipios distribuidos en 9 estados, sin embargo, solamente 215 cuentan con vegetación templada que considera: bosque de oyamel, pino, pino-encino, encino, tésacate y mesófilo de montaña, lo que constituye el 30% de la superficie total del Eje Volcánico Transmexicano (Morrone 2005)



Mapa 2. Principales tipos de vegetación templada en el Eje Volcánico Transmexicano (Conabio 2008)

OBJETIVOS

OBJETIVO PRINCIPAL

- Efectuar la revisión taxonómica de *Multiclavula*, *Lepidostroma* y *Clavariadelphus* en la provincia biogeográfica del Eje Volcánico Transmexicano.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Realizar descripciones taxonómicas a través de la evaluación de los caracteres considerados tanto tradicionalmente como algunos otros observados en los ejemplares estudiados
- Realizar un análisis de la distribución de los taxones estudiados considerando los diferentes tipos de vegetación, climas, precipitación anual y subprovincias geológicas entre otros factores, del Eje Volcánico Transmexicano con la finalidad de evidenciar algún patrón.
- Evaluar los caracteres observados y definir aquellos que sean diacríticos para la elaboración de claves de los taxones encontrados

METODOLOGÍA

Se revisaron 188 ejemplares de *Clavariadelphus* provenientes de los herbarios IZTA, FEZA, FCME, MEXU, IBUG, TLX, ENCB, XAL y EBUM; 13 ejemplares de *Lepidostroma* depositados en los herbarios FCME, MEXU, TLX e IBUG y 1 ejemplar de *Multiclavula* procedente de FCME.

La descripción de los colores en el material fresco, está basada en las claves de Methuen (Kornerup y Wanscher 1978). En el caso de *Clavariadelphus* KOH al 5% fue aplicado en la superficie de basidiomas deshidratados.

El material se revisó siguiendo las técnicas y características taxonómicas propuestas por Petersen (1972), Petersen *et al.* (1974), Ertz *et al.* (2008) y Methven (1990).

La observación de caracteres microscópicos se realizó de acuerdo con las técnicas propuestas por Largent *et al.* (1977) y Basso (1999), las medidas de las estructuras microscópicas fueron efectuadas con al menos 30 repeticiones para el caso de esporas y basidios y 15 en el caso de los tipos de hifas observados. Para el caso de las esporas se consideraron los siguientes estadísticos: E = rango entre la relación del largo y el ancho; E^m = cociente medio entre largo y ancho; L^m = media de largo y A^m = media del ancho. Para los fotobiontes se tomaron como base las descripciones de Silva (1980). Komárek y Anagnostidis (1999) y Komárek y Fott (1983).

RESULTADOS

1. TAXONES DE *MULTICLAVULA* Y *LEPIDOSTROMA*

Clave para las especies estudiadas

A. Talo en forma de glomérulos embebidos en una matriz gelatinosa con *Chroococcopsis* sp. como el fotobionte asociado. Basidiomas blanquecinos de 5-7x1 mm, con urnobasidios y esporas de 6.3-10.5 x 2.8-4.9 µm. Lignícolas…… *Multiclavula mucida* var. *macrospora*

B. Talo en forma de escuámulas de hasta 10 mm de diámetro con *Myrmecia* sp. como fotobionte asociado. Basidiomas con coloraciones en tonos amarillos a anaranjado-rojizos, basidios cilíndricos y esporas de 6.3-10.5 x 2.8-5.6 µm. Terrícolas……..……. ……. *Lepidostroma calocerum*

DESCRIPCIONES DE LOS TAXONES.

Multiclavula mucida var. *macrospora* J. Pérez-Trejo *et* Villegas *var. nova*

Figs. 1 A-E

Basidiomas simples, cilíndricos, con una longitud de 5-7 x 1mm de ancho, ápices agudos, coloración blanco cremosa y en algunos casos los ápices de color pardo claro. Consistencia cartilaginosa- correosa (Fig. 1-A). Olor y sabor inapreciables.

Hifas del contexto monomíticas, aglutinadas, paralelas aunque en ocasiones entrelazándose, fibuladas, de pared delgada, con un grosor de hasta 4 µm; subhimenio bien diferenciado, hifas entrelazadas no aglutinadas con un grosor de hasta 3 µm, paredes delgadas, no refringentes.

Urnobasidios, de 17.2-25.4 x 4.2-6.2 µm, con cuatro esterigmas de hasta 4µm de largo (Fig. 1-B). Esporas de 6.3-10.5 x 2.8-4.9 µm (E = 1.67-3.75 µm, Em = 2.5 µm, Lm =

8.28 µm, Wm = 3.31µm) elipsoides a subsigmoides, lisas, de pared delgada, con una a dos gútulas (Fig. 1-C).

Talo homómero en forma de glomérulos compuestos por hifas generativas, de pared engrosada, escasamente fibuladas de 2.1-3.5 µm de diámetro, las cuales se agregan laxamente para formar bulbos en donde encierran hasta 8 colonias (Fig. 1-D).

Fotobionte asociado: *Chroococcopsis* sp. Con talo colonial formado por células de hasta 8 µm de diámetro reunidas por un mucílago común, las vainas individuales son delgadas e incoloras. Las células son esféricas a subesféricas. La división celular es por fisión binaria y no se observó la formación de baeocitos. La ausencia de células formadoras de estas últimas células no permitió asignar un nombre específico. El fotobionte muestra un arreglo radial por la formación de hileras de células (Fig. 1-D).

Hábito y hábitat: gregario, Se desarrollan en bosque de *Abies*, sobre corteza de troncos caídos. Altitud de 2680 m.

Material revisado. Estado de México, Municipio de Zempoala, Laguna de Quila, Villegas Ríos, 16-Agosto-2008, (FCME 23386).

Comentarios: De acuerdo a los trabajos de Oberwinkler (1984) y Ertz (2008) este taxón reúne las características del género *Multiclavula* el cual morfológicamente es diferenciado por la presencia de un talo costroso-gelatinoso con presencia de glomérulos y microscópicamente el basidioma presenta urnobasidios tetraspóricos. Dentro de las especies de este género con hábitat lignícola, el material aquí revisado únicamente presenta similitud con *M. mucida* en caracteres como: forma y coloración del basidioma, así como en tamaño de basidios y medidas de las hifas presentes en el contexto. Sin embargo, existe una notable diferencia en cuanto a la dimensión de las esporas ya que para *M. mucida* han sido

registradas de 4.5-7.7 x 1.8-3.2 μm, lo cual es considerablemente menor en comparación con lo encontrado en el ejemplar aquí revisado (6.3-10.5 x 2.8-4.9 μm). Ninguna de las especies hasta hora descritas con hábitat lignícola, llegan a presentar este tamaño de esporas. Por lo anterior se propone a este taxón como una nueva variedad de *M. mucida*

El estudio de los fotobiontes presentes en la asociación mostró dificultades debido a que el proceso de secado afecta al bionte presente en la asociación, y no fue posible obtener material fresco durante el periodo en que se efectuó el estudio. La observación de la autofluorescencia de ficobilinas confirmó que el fotobionte asociado era una Cyanoprokaryota (Fig. 1-E) del género *Chroococcopsis*, (Chroococcales, Xenococcaceae). Hasta ahora no existen registros que ubiquen a miembros de este género participando en este tipo de asociación. Además fueron observados los bulbos característicos del género lo que confirma su identidad (Oberwinkler 2001).

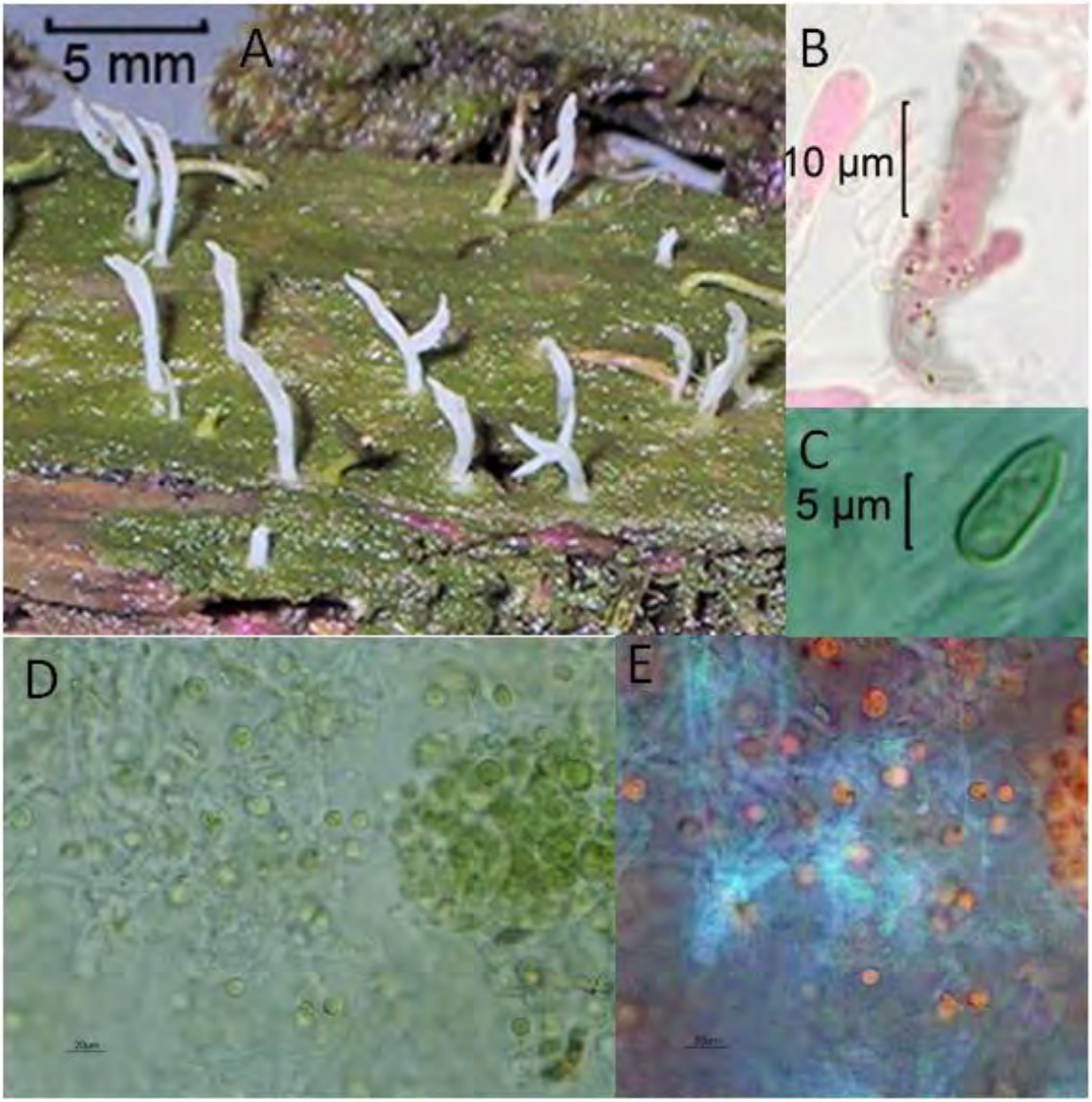


Fig. 1 *Multiclavula mucida* var. *macrospora* A: Basidiomas y talo, B: Basidio C: Espora, D: Fotobiontes asociados en el talo, E: Autofluorescencia de la ficobilina. (FCME 23386)

Lepidostroma calocerum (G.W. Martin) Oberwinkler 1984. *Nova Hedwigia, Beih.* 79: 773.

Basónimo: *Clavaria calocera* G.W. Martin 1940. *Lilloa* 5: 196.

≡ *Clavulinopsis calocera* (G.W. Martin) Corner 1950. *Ann. Bot. Mem.* 1: 360.

≡ *Multiclavula calocerum* (G.W. Martin) R.H. Petersen 1967. *Amer. Midl. Naturalist* 77: 219.

Figs. 2 A-E

Basidiomas de 10 a 33 x 1-3 mm, clavados, simples o raramente bifurcados, ápices redondeados, blanquecinos con tonos amarillos (2A2) a amarillos con tonos rojizos (4A6) a amarillo con tonos anaranjados en la parte media a superior (4A7) y anaranjados (6A6) hacia la parte apical, contexto concoloro a la superficie. Superficie lisa; consistencia cartilaginosa (Fig. 2-A). Olor y sabor no definidos.

Hifas del contexto monomíticas, aglutinadas, paralelas, de 0.7 a 9.2 µm en diámetro, hialinas, de pared delgada, con fíbulas frecuentes. Hifas del subhimenio de hasta 7µm en diámetro, de pared delgada, hialinas.

Urnobasidios de 17.2-36.6 x 4.2-6.2µm, hialinos, fibulados en la base, con pared delgada, tetraspóricos, esterigmas de hasta 4 µm de longitud (Fig. 2-B). Esporas elipsoides a subsigmoides de 6.3-10.5 x 2.8-5.6 µm (E = 1.67-3.75 µm; Em = 2.5 µm; Lm = 8.28 µm; Wm = 4.50 µm) hialinas, ocasionalmente uni a bigutuladas (Fig. 2-C).

Talo heterómero, escuamuloso con escuámulas circulares a cóncavas en las más jóvenes a aplanadas y lobuladas al encontrarse completamente abiertas y extendidas, de hasta 5 mm de diámetro, con una coloración blanquecina en la parte externa y verde olivo pardo (4E6, 4E5) en la interna o superficial (Fig. 2-A). Su estructura microscópica consiste de un córtex superior e inferior pseudoparénquimatoso de hasta 252 µm en la parte inferior y de 23.8 µm a 126 µm en diámetro en su parte superior, compuesto por células

redondeadas a poligonales, irregulares estrechamente imbricadas entre sí y que envuelven a los fotobiontes (Fig. 2-D). La parte central presenta hifas monomíticas, con pared engrosada, fibuladas, de 2.1-4.2 µm en diámetro entre las que se encuentran distribuidos de manera irregular abundantes Chlorophytas determinadas como pertenecientes al género *Myrmecia*;

Fotobionte asociado: Células aisladas sin formar colonias. Células elipsoides de 8-12 µm de diámetro, con una pared celular gruesa, en ocasiones con un engrosamiento polar, un cloroplasto parietal en forma de urna el cual en ocasiones es muy cerrado pero con dos o tres divisiones. Reproducción observada por 4 autosporas. No se observaron zoosporas. (Fig. 2-D y E).

Hábito y hábitat: gregario, Se desarrollan en suelo dentro de un bosque de *Juniperus*, *Pinus*-*Quercus* y Bosque mesófilo de montaña a una altitud de 1202-2698 m.

Ejemplares examinados: Tlaxcala, municipio de Ixtacuixtla, Departamento de Agrobiología de la UAT, Km 10.5 carr. Tlaxcala – Texmelucan, Estrada-Torres 3197 (TLMX), Estrada-Torres 2824 (TLMX), Estrada-Torres 2770 (TLMX), Estrada-Torres, 3303 (TLMX), Estrada-Torres 3269 (TLMX), Estrada-Torres 2708 (TLMX), Estrada-Torres 3304 (TLMX). Veracruz, Municipio de Coatepec, Calzada La Pitaya casi esquina con Loma Escondida La Pitaya, Congregación Zoncuantla, Gándara, E.1707 (XAL); Veracruz, Municipio de Coatepec, Campo San Jerónimo, "Ejido El Grande", Jarvio D. 855 (XAL). Jalisco, Municipio de Arandas, Brecha San Ignacio Cerro Gordo, Microondas, J. J. Reinoso (IBUG). Jalisco, Municipio de Zapopan, Km 14 de la Brecha Bosque de Santa Anita al cerro Planillas, Bosque de La Primavera, Guzmán-Dávalos 9705 (IBUG). Estado de México, Municipio de Avándaro, Km 4.5 desviación Manantiales – Avándaro, Villegas

1862 (FCME 9190). Municipio de Valle de Bravo, Km 21.5 carr. San Francisco Oxtotilpan – Valle de Bravo, García-Sandoval II-48 (FCME 16527).

Comentarios: El epíteto de esta especie hace alusión a la forma del basidioma que típicamente tiene forma de cuerno; la coloración anaranjado-oscuro o brillante y el tamaño de esporas ≤ a 11 µm también son característicos. Esta es una especie que sólo se encontraba registrada para Colombia y Costa Rica (Fischer *et al.* 2007, Nelsen *et al*. 2007), en vegetación tropical (Fischer *et al*. 2007) como *Multiclavula calocera;* sin embargo, Oberwinkler (1984) al revisar un material de Colombia, transfiere este taxón a *Lepidostroma calocerum* considerando las diferencias morfológicas respecto a las de *Multiclavula*.

En México esta especie fue registrada para el estado de Veracruz por Ertz *et al*. (2008), por lo que en este trabajo se amplía su descripción tanto en las características del fotobionte como en las del micobionte y la distribución hacia zonas subtropicales, mostrando la amplia distribución que puede presentar el taxón.

Fischer y colaboradores (2007) destacan la importancia de los fotobiontes presentes en la asociación y su relevancia en la delimitación de taxones; en el caso de los especímenes que ellos estudiaron de Ruanda, aunque la morfología del micobionte es similar a *M. calocera*, fueron considerados como un nuevo taxón (*M. rugaramae*) debido a la presencia de un fotobionte chlorococoide, el cual, de acuerdo a los autores, es diferente al coccomyxoide presente en *M. calocera*, sin embargo; la hipótesis filogenética obtenida por Ertz *et al*. (2008) plantea que el tipo de fotobionte es un carácter para diferenciar géneros y no especies, de esta manera, *Lepidostroma* presenta fotobiontes chlorococoides y *Multiclavula* coccomyxoides. El estudio presentado aquí muestra que para el caso de *L. calocerum* es un chlorococoide correspondiente al género *Myrmecia*, siendo este el primer

reporte de esta clorofita asociada a *Lepidostroma* sin embargo; debido a las técnicas de preservación de los ejemplares y a que no fue posible contar con material fresco, la determinación sólo pudo efectuarse a nivel genérico. Es una práctica común asignar el nombre de *Coccomyxa* a los fotobiontes de *Multiclavula*, sin embargo, es necesario contar con abundante material fresco y de preferencia vivo para lograr una identificación adecuada.

Anteriormente este género había sido reportado como fotobionte facultativo en ascolíquenes del orden Lecanorales (Ahmandjian, 1993). En el caso de basidiolíquenes, futuros estudios podrán indicarnos si la especificidad es genérica o específica.

En este estudio se observaron también protonemas de musgos cercanos al talo de *L. calocerum* sin encontrarse evidencia de asociación entre ellos. Al respecto, Petersen (1967) mencionó la asociación de *Multiclavula pogonati* y *M. vernalis* con protonemas de musgos pero Joneson y Lutzoni (2009) mostraron que es posible que hifas del micobionte puedan crecer sobre protonemas de musgo sin desarrollar talos conjuntos, por lo que no se establece ningún tipo de asociación entre ellos, lo que nos permite plantear que las especies de *Multiclavula* descritas con asociación a protonemas deben de tener otro fotobionte involucrado.

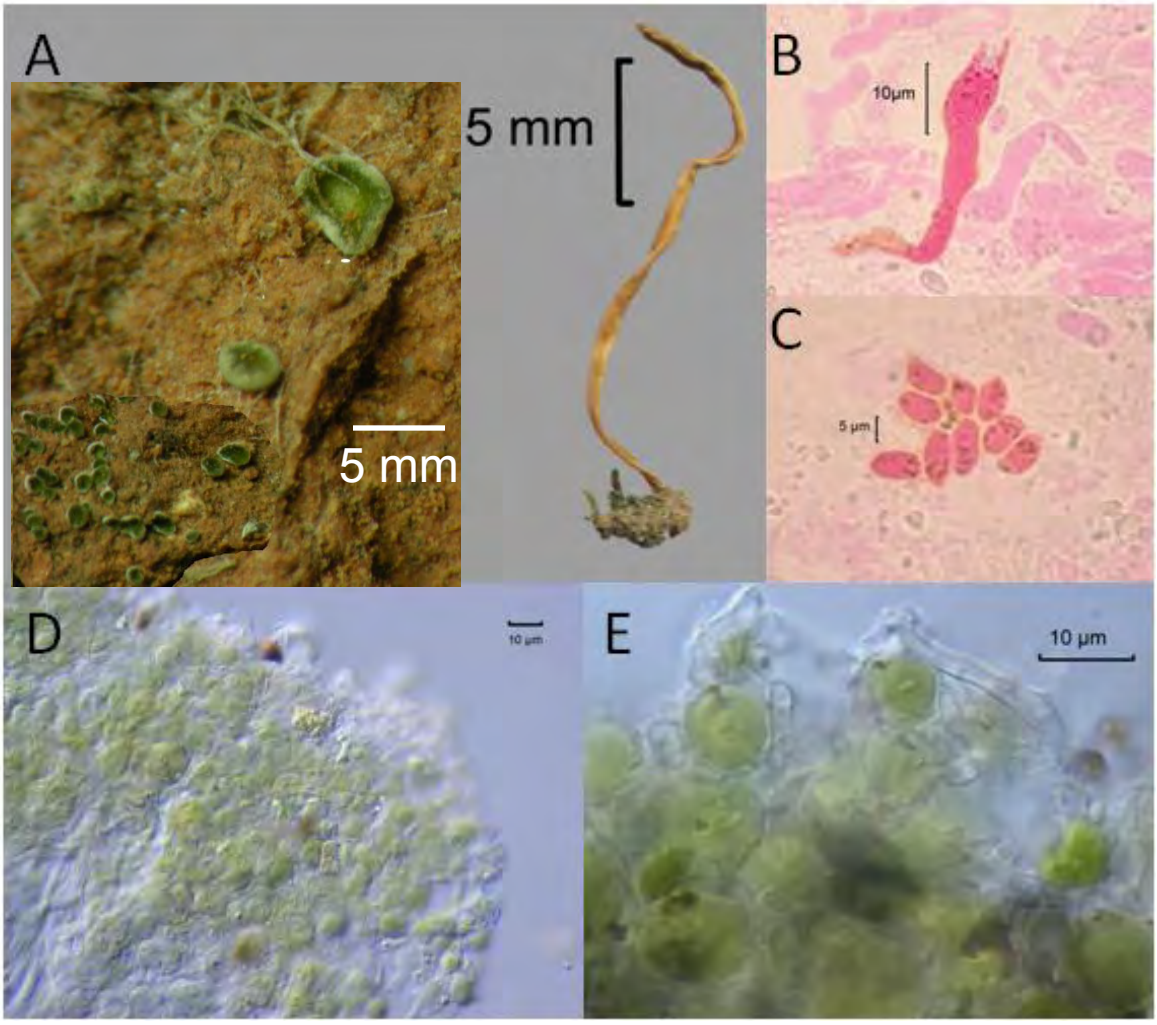


Fig. 2. *Lepidostroma calocerum* A: Basidiomas y talo, B: Basidio, C: Esporas, D y E: Fotobiontes asociados en el talo. (TLMX Estrada-Torres 2824)

2. *CLAVARIADELPHUS*

Fueron diferenciados 10 taxones de los cuales 9 pertenecen al subgénero *Clavariadelphus* y aunque fue evidenciado un taxón del subgénero *Ligulus* no pudo ser determinado puntualmente ya que se contaba sólo con un ejemplar el cual se encontraba muy deteriorado.

El esquema clasificatorio de subgéneros y secciones que se empleó es el propuesto por Petersen *et al*. (1974) y complementado por Methven (1990).

CLAVE PARA LAS ESPECIES DE *CLAVARIADELPHUS*

1a. Esporas con un valor de Em ≥ 2.5 µm. Basidiomas completamente epigeos ……..……...… 2a

1b. Esporas con un valor de Em < 2.5 µm. Basidiomas con la parte inferior inmersa en el sustrato ……..….. 2b

2a. Subgénero *Ligulus*

Basidiomas lisos con ápice redondeado; esporas elipsoides de 8.4-18.2x4.2-5.6 µm y Em = 2.63 µm ……..……..…….. *Clavariadelphus. sp.*

2b. Subgénero *Clavariadelphus*

1. Ápice del basidioma estéril. Basidiomas clavados a turbinados, ápice truncado a truncado umbonado; hifas del micelio con cristales aciculares. ……. Sección *Cantharellopsis*
1. Ápice del basidioma fértil. Basidiomas clavados, ápice subagudo, obtuso o redondeado y fértil, hifas del himenio con cristales equinulados. ……..…….. Sección *Clavariadelphus*

Sección *Cantharellopsis*

1. Superficie de los basidiomas con reacción positiva al KOH en tonos rojizos, esporas con Am >5.5 µm ……..……..…. 2
1. Superficie de los basidiomas con reacción positiva a KOH en tonos amarillos, esporas con Am <5.5 µm ……. *C. unicolor*

2. Basidiomas color amarillo con tonos pardos a anaranjado, superficie con reacción positiva al KOH en tonos rojo cereza, esporas con Em < 1.9 µm ……... 3

3. Basidioma turbinado con el centro del ápice recto, esporas con Lm=11.63µm ……...…..….. *C. truncatus* var. *truncatus*

3. Basidiomas turbinados, parte central del ápice umbonado, esporas con Lm= 9.70µm ……..…….. *C. truncatus* var. *umbonatus*

2. Basidiomas con coloraciones rojizas con tonos pardos, superficie con reacción al KOH en tonos rojo vináceo, esporas con Em > 1.9 µm …… *C. truncatus* var. *lovejoyae*

Sección *Clavariadelphus*

1. Basidiomas con coloración pardo a rojizo, hábito de crecimiento ramificado, cespitoso o fasciculado ….……...…….…….2

1. Basidiomas con coloración en tonos crema o ante, habito de crecimiento de disperso a gregario ……...…….…….. 4

2. Basidiomas con coloración pardo con tonos amarillos, con habito de crecimiento cespitoso, promedio del largo de las esporas menor a 10µm, de forma ovada a subsigmoide. ……..*C. caespitosus*

2. Basidiomas con coloración ocrácea a tonos ante o rojizos, ramificados o con crecimiento fasciculado, promedio del largo de las esporas mayor a 10µm, de forma elipsoide a subsigmoide ……...…..…… 3

3. Basidiomas con coloraciones de anaranjado a pardo claro, con crecimiento fascicular, esporas hasta 13.5µm en longitud ……..... *C. fasciculatus*

3. Basidiomas con coloraciones en tonos rojizos en ocasiones ramificándose, esporas hasta 12µm en longitud..……...…… *C. cokeri*

4. Promedio del largo de las esporas mayor a 11µm. Basidiomas de hasta 170 mm en longitud y reacción negativa al KOH ……..……. *C. occidentalis*

4. Promedio del largo de las esporas menor a 11µm. Basidiomas hasta 100 mm reacción positiva KOH en tono verde olivo ……..…… *C. subfastigiatus*

DESCRIPCIONES DE LOS TAXONES.

Subgénero *Clavariadelphus*.

Sección Cantharellopsis

Clavariadelphus truncatus var. *truncatus* (Wells & Kempton) Corner. 1970. Nova. Hedw. 33: 105.

Fig. 1 A-D

Basidiomas clavados cuando jóvenes y turbinados al madurar, con una longitud de hasta 145 mm (Fig. 1-A). Superficie de la base lisa y parte media lisa a rugosa. Ápice truncado, liso, en ocasiones perforado, con un diámetro de hasta 25mm. Color amarillo pálido (4A4) a anaranjado pálido (5A3) en la base, amarillo melón (5A7) a amarillo dorado (5B5) en la parte media y amarillo mantequilla (4A5) a anaranjado (6A7) en el ápice. Cordones rizomórficos evidentes en la base con un grosor de hasta 1 mm., blanquecinos. Olor inapreciable, sabor dulce.

Superficie del basidioma con reacción positiva al KOH dando una coloración rojo cereza tanto en ejemplares frescos como en deshidratados.

Hifas del micelio de 2.8-4.9 µm entrelazadas con fíbulas simples, en ocasiones se observan fíbulas infladas de hasta 11.9 µm, paredes delgadas a ocasionalmente hasta en 1µm, lisas. Abundantes cristales aciculares de 2.1-7.7 µm de longitud, hialinos (Fig. 1-B).

Hifas del subhimenio de 2.1-5 µm de ancho, entrelazadas, fibuladas, de pared delgada y lisa. Hifas del contexto con un grosor de 2.1-12 µm, paralelas, ramificadas, fibuladas, de pared delgada a ocasionalmente engrosada, se observan escasas fíbulas ampuliformes de hasta 11.9 µm. Hacia la parte basal del basidioma se observan de manera poco abundante hifas gloeopleróticas con un grosor de 2.1-4.9 µm.

Basidios 77-109.2x8.4-11.9µm, clavados, fibulados en la base, multigutulados, con 4 esterigmas de 6.3-9.8 µm de longitud. Leptocistidios poco abundantes de 35-63x2.1-4.2µm, cilíndricos, fibulados en la base. Esporas de 9.8-13.5 x 5.6-7µm (E= 1.5-2.13µm, Em= 1.81µm, Lm= 11.63µm, Am= 6.42µm), elipsoides a amigdaliformes, de pared delgada, hialinas, en ocasionalmente uni a bigutuladas (Fig. 1-D).

Ápice con elementos estériles de forma subcilíndricos a clavados, de 28-63x4-9.8, fibulados en la base, de pared delgada, ocasionalmente se observan basidiolos de medidas similares a los basidios y escasos leptocistidios (Fig. 1-C).

Se desarrollan en bosque de *Pinus, Pinus–Quercus* y *Pinus-Abies*. Terrícolas, con crecimiento gregario.

Ejemplares Revisados: Ver Anexo II.

Comentarios: Aunque otras variedades de esta especie (*C. truncatus* var. *umbonatus, C. truncatus* var. *lovejoyae*) e incluso otras especies como *C. unicolor, C. occidentalis, C. subfastigiatus* pueden presentar el ápice del basidioma truncado, es característico en *C. truncatus* var. *truncatus* que además del ápice truncado, el basidioma sea turbinado e incluso tan amplio que se llega a nombrar cantarelide. La variedad típica de esta especie, reacciona de manera evidente con KOH virando a una coloración rojo cereza, además de presentar un tamaño de esporas diferenciable de las otras variedades (9.8-13.5 x 5.6-7 µm). Aunque se observaron leptocistidios, estos no son frecuentes y presentaron medidas similares a las reportadas por Methven (1990).

En cuanto a los caracteres empleados para diferenciar a las variedades se observó a través de un análisis de la distribución estándar que el promedio del largo de las esporas presenta una discrepancia con el que presentan *C. truncatus* var. *umbonatus* y *C. truncatus*

var. *lovejoyae* (ver Tabla 5 y Tabla 6). Esta diferencia aunada a la variación de caracteres macroscópicos permite delimitar de manera más clara al taxón.

Este es el taxón que mejor se conoce para el género debido a su frecuencia de fructificación, lográndose revisar tan sólo para el EVTM 77 ejemplares.

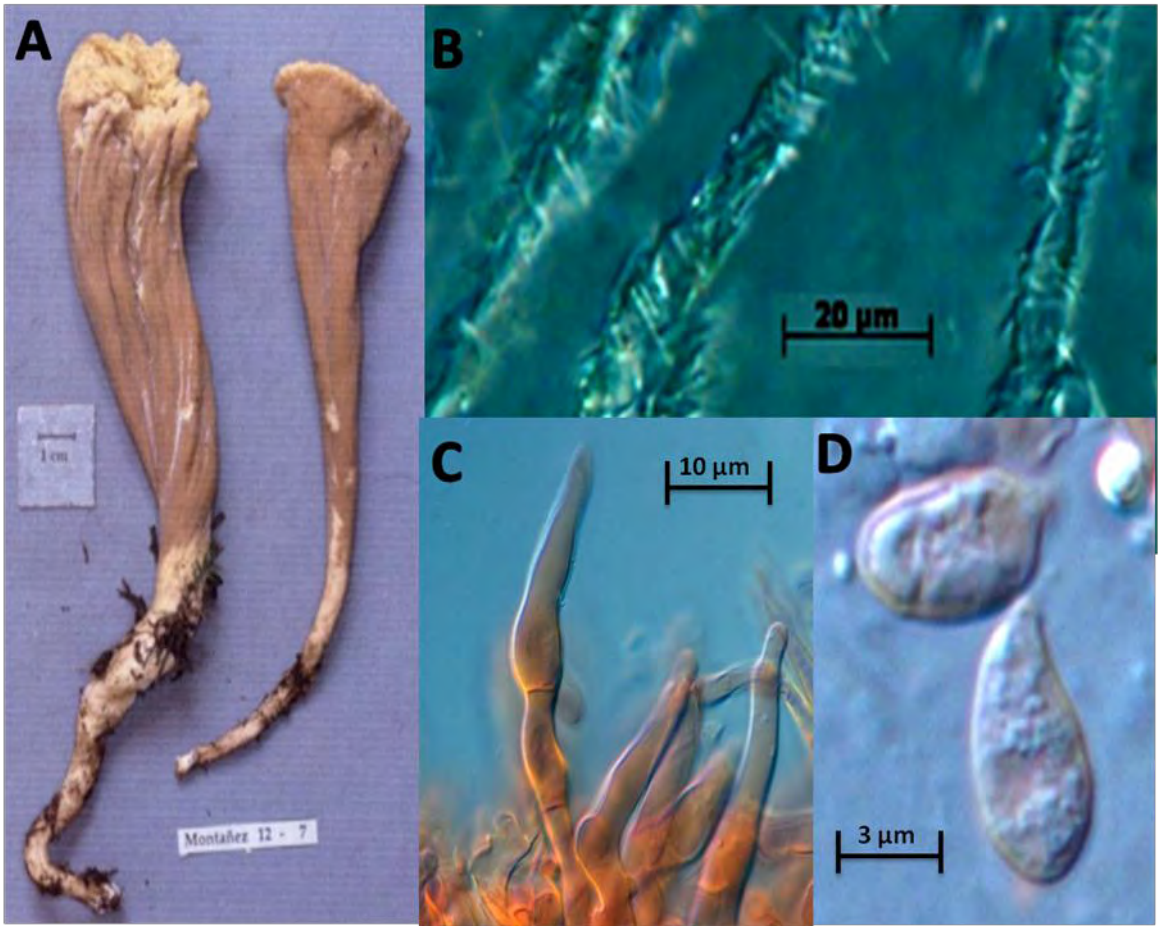


Fig. 3. *Clavariadelphus truncatus* var. *truncatus*. A: Basidioma, B: Hifas del micelio con cristales aciculares, C: Elementos estériles del ápice, D: Esporas, (FCME 15668).

Clavariadelphus truncatus var. *umbonatus* (Peck) Methven, 1990, Biblioth. Mycol. 138: 70

Figs. 2 A-C

Basidiomas clavados cuando jóvenes a truncados con el centro umbonado al madurar de 80-100 mm de longitud por un diámetro de hasta 10 mm en la base y 12 mm en el ápice (Fig. 2-A). Base con superficie lisa, blanco amarillento a gris amarillento (4A2, 4B2); parte media con superficie rugulosa, amarillo grisáceo (4B3, 4B4) amarillo ante a anaranjado grisáceo (4B5, 5B6); ápice con superficie lisa, anaranjado amarillento (4A7) cuando joven y pardo a pardo obscuro (7E7, 7F4) al madurar. Abundante micelio blanquecino en la base con cordones rizomórficos evidentes, blanquecinos. Olor inapreciable y sabor de inapreciable a ligeramente dulce.

Superficie del basidioma con reacción positiva al KOH, dando una coloración rojo cereza en ejemplares frescos y la reacción se observa también en ejemplares deshidratados.

Hifas del micelio de 2.8-4.9µm entrelazadas con fíbulas simples, en ocasiones se observan fíbulas infladas de hasta 11.9µm, paredes delgadas a ocasionalmente hasta en 1µm, lisas. Con cristales aciculares escasos de 2.1-7.7µm de longitud, hialinos (Fig. 2-C).

Hifas del subhimenio de 2.1-5.6µm de ancho, entrelazadas fibuladas, de pared delgada y lisa. Hifas del contexto con un grosor de 2.8-9.1 µm paralelas, ramificadas, fibuladas, de pared delgada a ocasionalmente engrosada, se observan escasas fíbulas ampuliformes de hasta 11.9 µm. Hacia la parte basal del basidioma se observan de manera poco abundante hifas gloeopleróticas con un grosor de 2.1-3.5 µm.

Ápice con elementos estériles de forma cilíndrica a clavada, de 28-50.4x3-6, fibulados en la base (Fig. 2-B).

Basidios 84-109.2x8.4-10.5 µm, clavados, fibulados en la base, contenido multigutulado, con 4 esterigmas de 8.4-11.2 µm. Leptocistidios poco abundantes de 29.4-63x2.8-5.6 µm, cilíndricos, fibulados en la base. Esporas de 9.1-11.2 x 4.9-7µm (E= 1.3-2.29µm, Em= 1.67µm, Lm= 9.70µm, Am= 5.81µm), elipsoides a amigdaliformes, de pared delgada, hialinas, en ocasiones multigutuladas con gútulas refringentes.

Se desarrollan en bosque de *Pinus* y *Pinus-Abies*. Terrícolas, con hábito de crecimiento gregario.

Ejemplares Revisados: Ver Anexo II

Comentarios: Este taxón se diferencia de *C. truncatus* var. *truncatus* por presentar el centro del ápice umbonado con una coloración en tonos pardos, los basidiomas son más delgados y pequeños con abundante micelio blanquecino en la base. El análisis de la distribución estándar muestra que el promedio de la longitud de las esporas lo diferencia de *C. truncatus* var. *truncatus* y el ancho de *C. truncatus* var. *lovejoyae*, cabe señalar que se lograron observar esporas aun en basidiomas jóvenes lo cual es poco frecuente en *C. truncatus* var. *truncatus*. Es importante notar que aun cuando se observan cristales aciculares en las hifas del micelio estos no son tan abundantes como en el caso de la variedad *truncatus*. Las diferencias que presenta este taxón con dicha variedad son evidentes no sólo a nivel macroscópico sino también en caracteres microscópicos como las diferencias en el ancho de las esporas así como la ausencia de elementos estériles en el ápice. Methven (1990) reporta que la reacción al KOH en ejemplares frescos se torna rojo con tonos rosas después de la reacción inicial, esta reacción no se registró en los datos de campo de los ejemplares que contaban con esta información. Este taxón fue registado para México por Methven (1990).

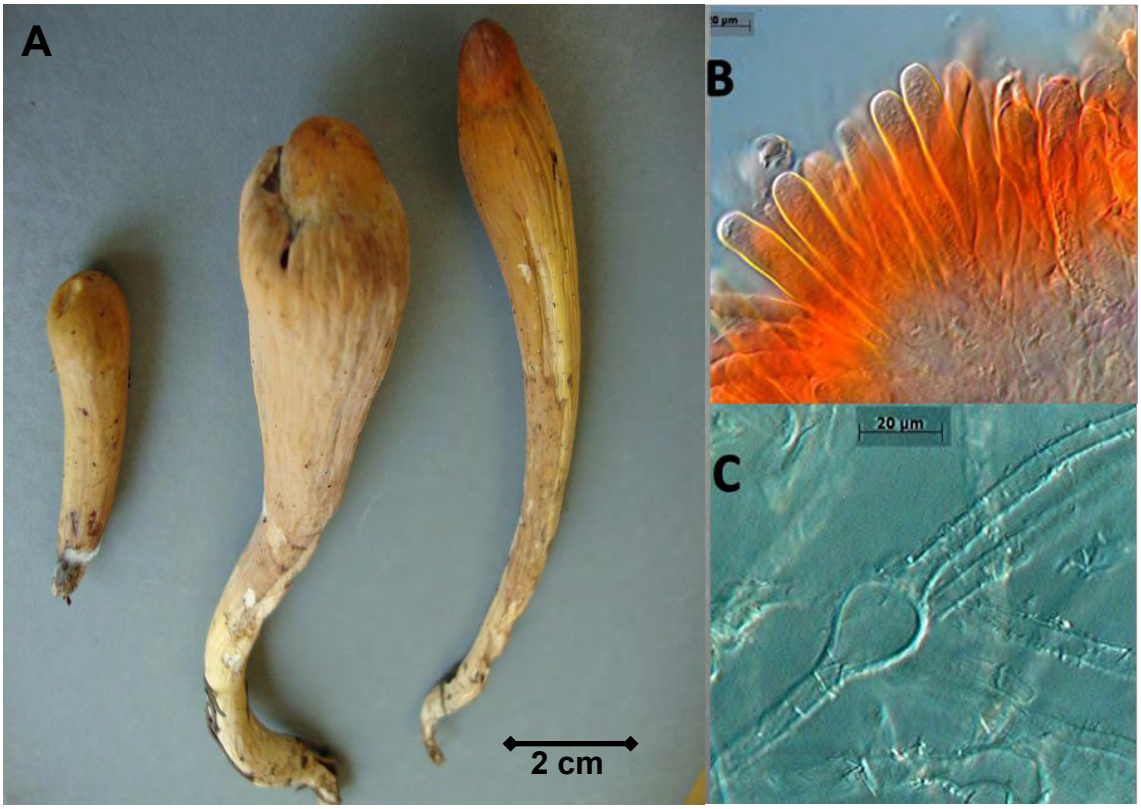


Fig. 4. *Clavariadelphus truncatus* var. *umbonatus*. A: Basidioma (FCME Villegas Ríos 2840), B: Elementos estériles del ápice teñidos con floxina, C: Hifas del micelio con cristales aciculares escasos y fíbulas infladas abundantes (TLMX Montoya Esquivel 231)

Clavariadelphus truncatus var. *lovejoyae* (V.L. Wells & Kempton) Corner, 1970, Nova Hedwigia, Beih. 33: 105

Fig. 3 A-C

Basidiomas clavados con una longitud de 85 mm a 100 mm x 13 mm a15 mm, ápice truncado-redondeado (Fig. 3-A). Coloración en basidiomas deshidratados: base de color pardo rojizo (8E4, 8F5); parte media parda (7E5) a parda obscura (8F6, 6F6); punta de color pardo obscuro (7F6, 7F7) con zonas gris parduzca (6F8), cordones rizomórficos evidentes en la base.

Superficie del basidioma con reacción positiva al KOH dando una coloración en tonos rojo vináceo la cual fue registrada a partir de ejemplares deshidratados.

Hifas del subhimenio de 2.5-4.6 µm de ancho, entrelazadas y fibuladas, de pared delgada y lisa. Himenio ausente en el ápice. Hifas del contexto con un grosor de 2.8-11.2 µm paralelas, ramificadas, fibuladas, de pared delgada, en ocasiones engrosada, se observan escasa fíbulas ampuliformes de hasta 11.9 µm de ancho. Hacia la parte basal del basidioma se observan de manera poco abundante hifas gloeopleróticas con un ancho de 2.8-7.7 µm.

Hifas del micelio de 2.8-4.9 µm entrelazadas con fíbulas simples, en ocasiones se observan fíbulas infladas de hasta 11.9 µm, paredes delgadas a ocasionalmente hasta en 1µm, lisas. Abundantes cristales aciculares de 2.1-7.7 µm de longitud, hialinos (Fig. 3-B).

Ápice con elementos estériles de forma subcilíndrica a ventricosos en el ápice y estrecha en la parte basal de 36.4-77x4-8, fibulados en la base, de pared delgada ocasionalmente se observan basidiolos de medidas similares a los basidios (Fig. 3-C).

Basidios 77-112x8.4-11.9 µm, clavados, fibulados en la base, multigutulados, con 4 esterigmas de 6.3-9.8 µm de longitud. Leptocistidios poco abundantes de 77-105x2.1-4.2 µm, cilíndricos, fibulados en la base. Esporas de 9.8-11.9x4.9-5.6 µm (E= 1.75-2.14 µm,

Em= 1.94 µm, Lm= 10.78 µm, Am= 5.55 µm), ovaladas a amigdaliformes, de pared delgada, hialinas, con una a varias gútulas, refringentes.

Se desarrollan en bosque de *Quercus y Pinus-Abies*. Terrícolas con un hábito de crecimiento gregario.

Ejemplares Revisados: Ver Anexo II

Comentarios: Se decidió determinar los ejemplares revisados como parte de este taxón debido a la forma de los basidiomas, la reacción positiva al KOH y a las medidas microscópicas de esporas y basidios, sin embargo, desafortunadamente no contaban con notas de campo por lo que el patrón de coloración es con sólo una nota de campo. Los ejemplares aquí estudiados presentan una diferencia menor a un micrometro con respecto a los valores de las esporas registrados por Methven (1990): Lm=11.3µm contra Lm=10.78µm de este trabajo, la cual no se consideró significativa ya que puede deberse al número de esporas medido o condiciones de las mismas. Cabe señalar que el estudio de la distribución estándar en el tamaño de las esporas permitió establecer diferencias entre las esporas de *C. truncatus* var. *lovejoyae* con respecto a las otras variedades (ver tabla 5). Otros caracteres analizados tanto macro como microscópicamente no presentaron diferencias con respecto a la variedad *truncatus*. Si bien el tipo de vegetación en el que se encontraron desarrollando estos ejemplares (*Pinus-Abies* y *Quercus*) varia respecto a la registrado por Methven (1990) quien lo ubica asociado a *Picea* y *Abies*, estos resultados muestran que quizás sus afinidad sea mayor con los *Abies* aun así, la reacción positiva al KOH virando a una coloración rojo vináceo ubica al taxón como una variante de *C. truncatus.*

Se registra como comestible en el municipio de Villas del Carbón, Edo. Mex. en donde se les nombra como dedos de muerto o clavos (Aguilar-Cruz y Villegas 2010).

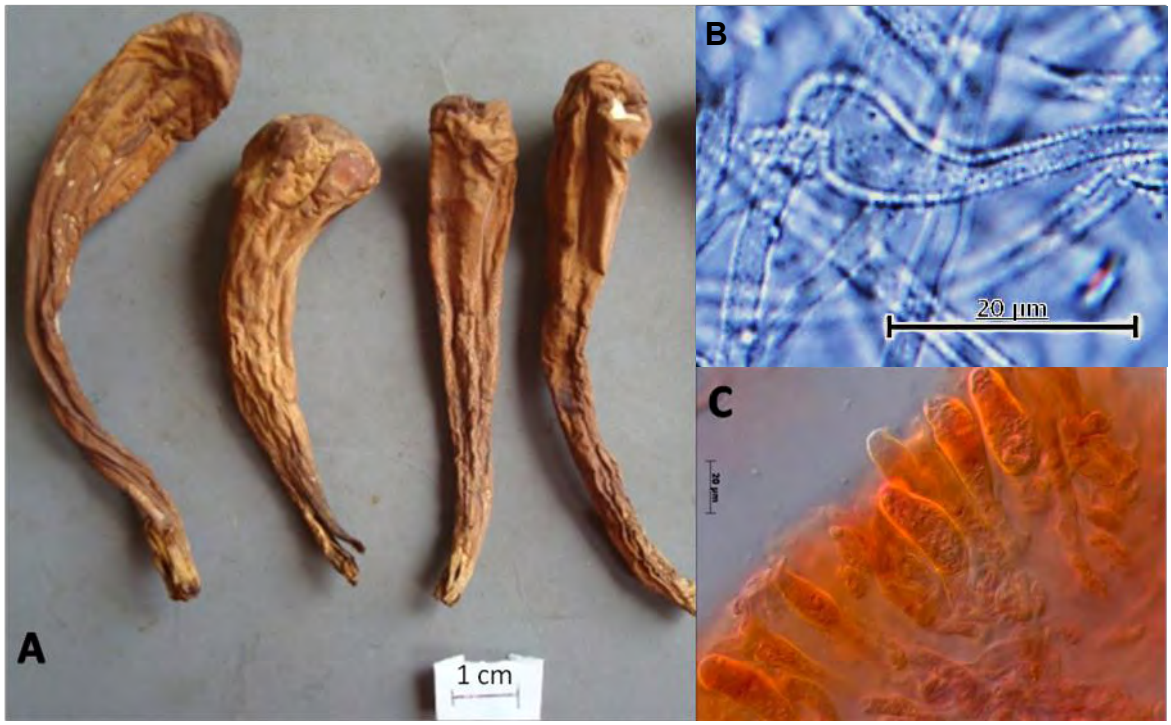


Fig. 5. *Clavariadelphus truncatus* var. *lovejoyae*. A: Basidioma (ENCB Y. Aguilar-Cruz 117), B: Hifas del micelio con cristales aciculares (IZTA Ibarra Navarra 3), C: Elementos estériles del ápice (ENCB Y. Aguilar-Cruz 117)

Clavariadelphus unicolor Berkeley & Ravenel, 1873, Grevillea 1(10): 148

Fig. 4 A-C

Basidiomas subcilíndricos o clavado-turbinados de hasta 170 mm de longitud por a 3mm de ancho en el ápice, a truncado con un diámetro de 22-45 mm, superficie lisa a ocasionalmente rugosa (Fig. 4-A); base de color anaranjado con tonos blanquecinos a anaranjado con tonos beige (5A2-5A3, 6C5), parte media anaranjado con tonos grisáceos a rojo grisáceo (6B5, 7B5) y ápice pardo claro a pardo con tonos rojizos (7D6, 8D6).

No se cuenta con registros de reacción al KOH en ejemplares frescos, sin embargo, en material herborizado se observa una reacción amarillo muy tenue en la superficie del basidioma.

Hifas del subhimenio de 2.5-5 µm de ancho, entrelazadas, fibuladas, de pared delgada y lisa. Hifas del contexto con un grosor de 2.8-11.2 µm paralelas, ramificadas, fibuladas, de pared delgada, en ocasiones engrosada y se observan escasa fíbulas ampuliformes de hasta 11.9 µm de ancho. Hacia la parte basal del basidioma se observan de manera poco abundante hifas gloeopleróticas con un grosor de 2.1-6.3 µm.

Ápice con elementos estériles de forma clavada de 36.4-80.5 x 4-8 µm, fibulados en la base, de pared delgada. Ocasionalmente se observan basidiolos de medidas similares a los basidios.

Basidios de 63-100.1x8.4-11.9 µm, clavados, fibulados en la base, multigutulados, con 4 esterigmas de 6.3-9.8 µm (Fig. 4-B). Leptocistidios poco abundantes de 65.1-105x2.1-4.2 µm, cilíndricos y fibulados en la base. Esporas de 8.4-11.9 (12.6) x 4.2-6.3 µm (E= 1.63-2.5 µm, Em= 2.04 µm, Lm= 10.29 µm, Am= 5.04 µm), elipsoides a amigdaliformes, de pared delgada, hialinas (Fig. 4-C).

Se desarrollan en bosque de *Pinus–Quercus* y *Abies-Pinus*. Terrícolas, con hábito de crecimiento gregario.

Ejemplares Revisados: Ver Anexo II

Comentarios: En la descripción presentada por Methven (1990) para este taxón se describe la presencia de basidios junto a elementos estériles en el ápice, sin embargo, es característico del subgénero *Cantharellopsis* al que pertenece este taxón, presentar el ápice estéril. La revisión de los ejemplares aquí estudiados mostró solo la presencia de basidiolos dato que concuerda con un material de referencia revisado y determinado por Methven (ENCB A. M. Pascoe 248, ENCB R. Nava 416) Estos elementos estériles son similares a los que se observan en *C. truncatus* var. *truncatus*. Macroscópicamente es de resaltar la diferenciación del ápice el cual tiene un diámetro mayor en comparación con el estípite.

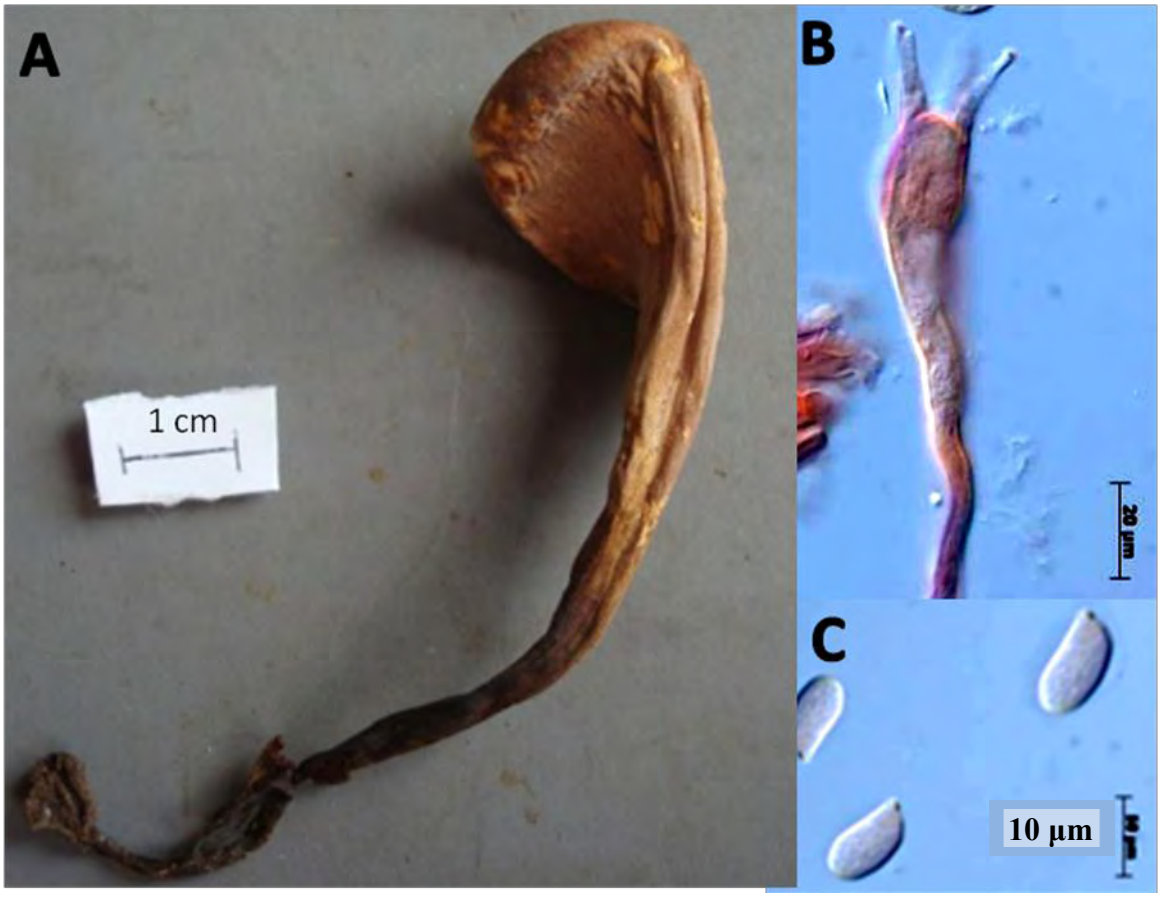


Fig. 6. *Clavariadelphus unicolor*. A: Basidioma, B: Basidio, C: Esporas. (ENCB R. Nava 416)

Subgénero *Clavariadelphus*

Sección *Clavariadelphus*

Clavariadelphus subfastigiatus V.L. Wells & Kempton, 1968, Michigan Bot. 7: 45

Figs. 5 A-D

Basidiomas con una longitud de hasta 100 mm, y 6-10mm de ancho basal y 20mm hacia el ápice (Fig. 5-A); de coloración anaranjado-grisáceo (6B3) en la base, pardo (6E7) hacia la parte media y pardo obscuro (8F8) en la parte apical; contexto blanco amarillento (1A2); parte central del ápice obtusa a ampliamente redondeada. Olor inapreciable, sabor ligeramente amargo.

Superficie del basidioma con reacción positiva al KOH, dando una coloración en tonos verdes la cual fue registrada en algunos ejemplares en fresco. Esta reacción no se observa en ejemplares deshidratados.

Hifas del subhimenio de hasta 4.6 µm de ancho, entrelazadas, fibuladas, de pared delgada y lisa. Contexto con hifas generativas con un grosor de 2.8-8.4 µm, en disposición paralela, ramificadas, fibuladas, de pared delgada a ocasionalmente engrosada, se observan escasas fíbulas ampuliformes de hasta 14 µm de ancho. Hacia la parte basal del basidioma se observan de manera poco abundante hifas gloeopleróticas con un grosor de 2.1-7.7 µm.

Hifas del micelio con un grosor de 2.8-8.4 µm con abundantes cristales en forma de quinulas de menos de 1 µm de longitud (Fig. 5-D).

Himenio extendiéndose hacia el ápice del basidioma. Basidios 56-91x7-11.2 µm, clavados, fibulados en la base, contenido multigutulado, frecuentemente con 4 esterigmas aunque en ocasiones 2 o 3, de 7-10.5 µm de longitud (Fig. 5-C). Leptocistidios poco abundantes de 23.8-60.2x2.1-4.2 µm, cilíndricos, fibulados en la base. Esporas de 8.4-11.2

x 4.2-6.3 µm (E= 1.63-2.67µm, Em= 2.02µm, Lm= 10.36µm, Am= 5.13µm). Elipsoides a ovoides, de pared delgada, hialinas, con una a varias gútulas refringentes (Fig. 5-B).

Se desarrollan en bosque de *Quercus*, *Pinus-Quercus y Pinus-Abies*. Terrícolas con un hábito de crecimiento gregario.

Ejemplares Revisados: Ver Anexo II

Comentarios: La característica más distintiva de este taxón es la reacción positiva en material fresco al KOH en una coloración verde en material fresco y que sólo ha sido observada en esta especie. Algunos de los ejemplares revisados, habían sido determinados por los colectores como afines a *C. subfastigiatus*, sin embargo en dos de ellos se trataba de taxones que corresponden a *C. cokeri* y *C. occidentalis*. Los cristales equinulados presentes en las hifas no fueron registrados por Methven (1990) en sus descripciones, a pesar de que en sus comentarios desataca la diferencia de la forma de los cristales de *C. fasciculatus* con este taxón. La revisión microscópica de un mayor número de esporas aunado a la morfología del basidioma, permitieron establecer que ejemplares que no contaban con la reacción de KOH en fresco, pudiesen ser determinados como *C. subfastigiatus*. El ápice obtuso a redondeado es similar al observado en *C. occidentalis* además de compartir el hábito de crecimiento sin embargo; las diferencias en el tamaño de esporas además de la reacción al KOH, permite diferenciar ambos taxones.

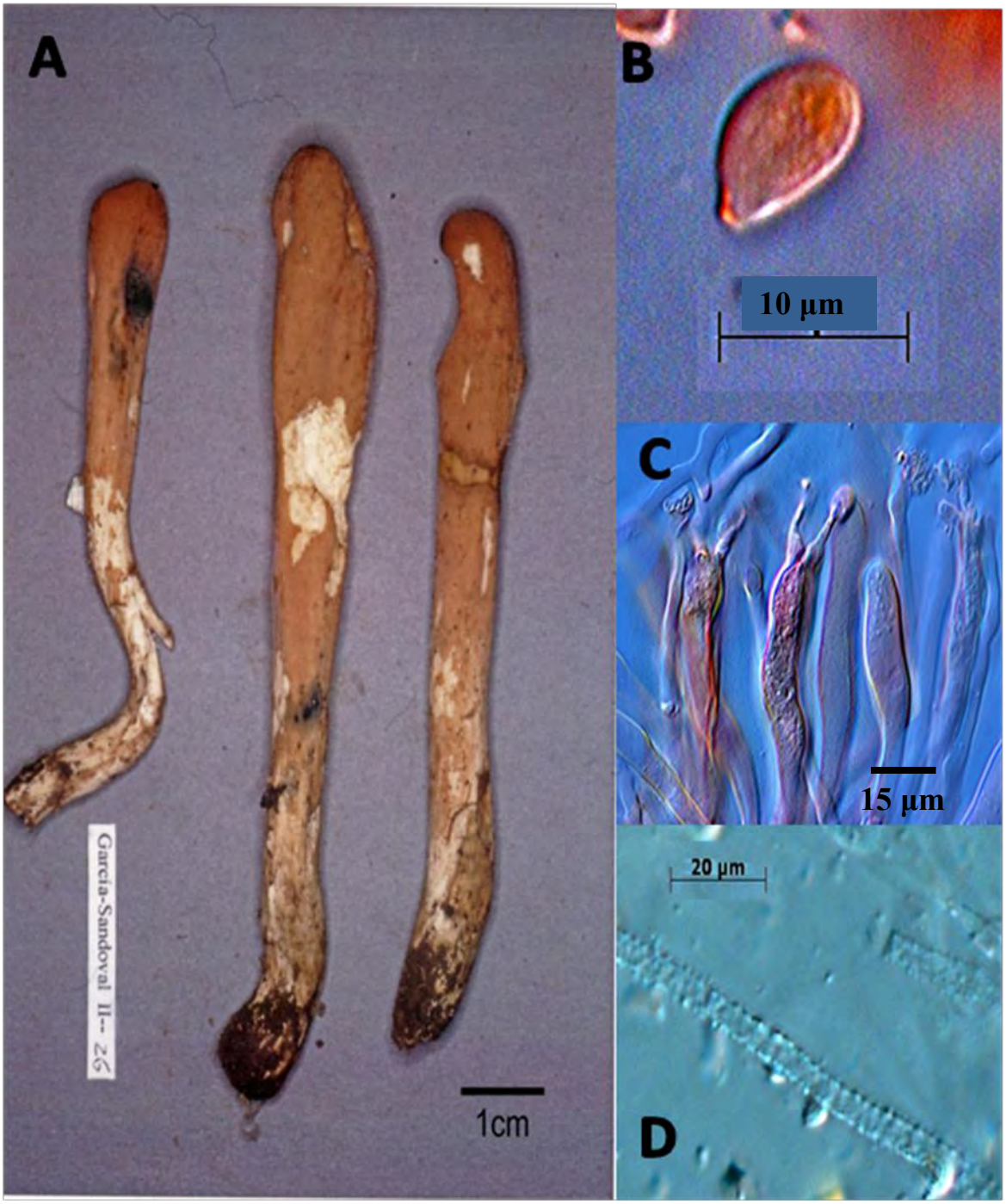


Fig. 7. *Clavariadelphus subfastigiatus*. A: Basidiomas, B: espora, C: Basidios, D: Hifas del micelio con cristales equinulados (FCME 8466)

Clavariadelphus occidentalis Methven, 1989, Mycotaxon 34(1): 169

Figs. 6 A-D

Basidiomas de 50-170 x 5-10 mm en la base y 10-30mm en el ápice, fusiforme en la base a clavado hacia la parte superior (Fig. 6-A); coloraciones de naranja claro, naranja con tonos grisáceos (5A4, 5B4) o marrón claro (7D5) en la base; naranja con tonos grisáceos (5B3) en la parte media y ante a naranja con tonos grisáceos (6B3-5) en el ápice. Estípite no claramente diferenciado y ápice subagudo. Olor y sabor inapreciables.

Superficie del basidioma con reacción negativa al KOH.

Hifas del micelio con un grosor de 2.8-4.6 µm, fibuladas con la presencia de cristales equinulados con una longitud menor a 1µm, refringentes (Fig. 6-D).

Subhimenio con hifas generativas de hasta 4.6 µm de ancho, entrelazadas fibuladas, de pared delgada y lisa. Hifas del contexto con un grosor de 2.8-12.6 µm, paralelas, ramificadas, fibuladas, de pared delgada a ocasionalmente engrosada, se observan escasas fíbulas ampuliformes de hasta 14 µm de diámetro. Hacia la parte basal del basidioma se observan de manera poco abundante hifas gloeopleróticas con un grosor de 2.8-7.7 µm.

Himenio cubriendo todo el ápice del basidioma. Basidios 70-123.2 x 9-13.3 µm, clavados, fibulados en la base, contenido multigutulado, con 4 esterigmas, en ocasiones 2 o 3, de 7-10.5 µm de longitud (Fig. 6-C). Leptocistidios poco abundantes con medidas de 56-80.5x2.1-4.2 µm, cilíndricos, fibulados en la base. Esporas de 8.4-14 x 4.2-7 µm (E= 1.44-2.67µm, Em= 2.02µm, Lm= 12.3µm, Am= 5.82µm), ovadas a amigdaliformes, con una a dos gútulas, de pared delgada, hialinas (Fig. 6-B).

Se desarrollan en bosque de *Pinus*-*Quercus* y *Quercus*. Terrícolas con un hábito de crecimiento gregario.

Ejemplares Revisados: Ver Anexo II

Comentarios: Este taxón contó con material de referencia (ENCB D. Ramírez Noya 162, ENCB A. Rojas 12) el cual fue examinado por Methven (1990) lo cual permitió una determinación más precisa, con el material aquí registrado se amplía el conocimiento de la distribución en nuestro país. El ápice de *C. occidentalis* es ampliamente redondeado y macroscópicamente es muy similar a *C. truncatus* var. *lovejoyae*, sin embargo, las diferencias microscópicas, así como la ausencia de la reacción positiva al KOH permiten diferenciar a ambos taxones.

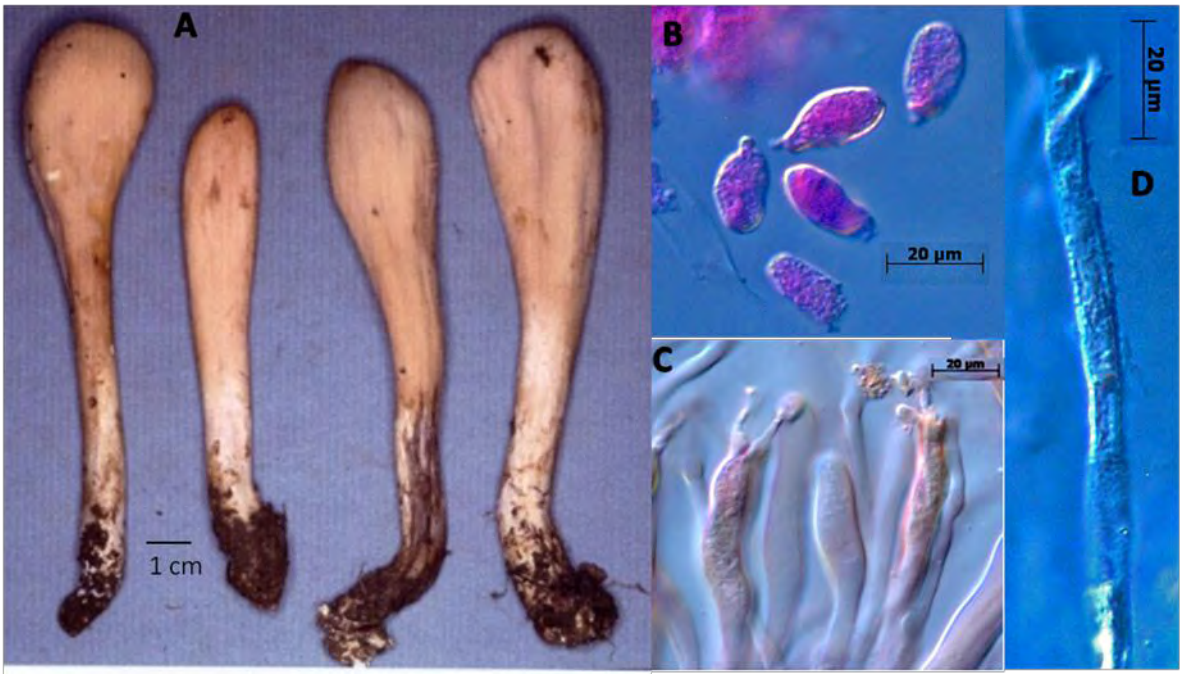


Fig. 8. *Clavariadelphus occidentalis*. A: Basidiomas, B: Esporas, C: Basidios, D: Hifas con cristales equinulados (FCME 11657)

Clavariadelphus caespitosus Methven, 1989, Mycotaxon 34(1): 162

Figs. 7 A-D

Basidiomas subcilíndricos en la base y fusiformes a clavados en la parte superior, con una longitud de 30-150 mm por un diámetro apical de hasta 50 mm (Fig. 7-A); base con coloración pardo obscuro a pardo rojizo (8F6, 8E6, 9F7, Y 2.5 YR, 2.5/2), parte media anaranjado con tonos grisáceos o anaranjado pálido (6B5, 6A3); Ápice subagudo a mucronado, anaranjado con tonos grisáceos a anaranjado con tonos pardos (6B5, 6C5, 9F7). Estípite no claramente diferenciado. Olor y sabor inapreciables.

Superficie del basidioma con reacción positiva al KOH dando una coloración amarilla la cual fue registrada en algunos ejemplares en fresco. Esta reacción no se observa en ejemplares deshidratados.

Hifas del micelio con un grosor de 2.8-4.6 µm, fibuladas con la presencia de cristales equinulados con una longitud menor a 1 µm, refringentes (Fig. 7-D).

Hifas del subhimenio de hasta 4.6 µm de ancho, entrelazadas, fibuladas, de pared delgada y lisa. Hifas del contexto con un grosor de 2.8-5 µm, paralelas, ramificadas, fibuladas, de pared delgada, en ocasiones engrosada, se observan escasa fíbulas ampuliformes de hasta 14 µm de diámetro. Hacia la parte basal del basidioma se observan de manera poco abundante hifas gloeopleróticas con un grosor de 2.8-7.7 µm.

Himenio extendiéndose hacia el ápice; basidios 70-123.2 x 8.4-13.3 µm, subclavados, fibulados en la base, contenido multigutulado, con 4 esterigmas de 7-10.5 µm de longitud (Fig. 7-C). Leptocistidios intercalares a los basidios, poco abundantes de 61.6-112x2.1-4.2 µm, cilíndricos, fibulados en la base. Esporas de 8.4-11.2 x 4.2-5.6 µm (E=

1.50-2.50µm, Em= 1.89µm, Lm= 9.73µm, Am= 5.16µm) ovaladas a ovoides o subsigmoides, de pared delgada, hialinas, en ocasiones con una o dos gútulas (Fig. 7-B).

Se desarrollan en bosque de *Quercus* y *Pinus* - *Quercus*. Habito de crecimiento gregario a cespitoso.

Ejemplares Revisados: Ver Anexo II

Comentarios: Dentro de la sección *Clavariadelphus* existen varios taxones con hábito de crecimiento cespitoso o fasciculado, por lo que *C. caespitosus* puede resultar muy similar a *C. subfastigiatus* o *C. fasciculatus*, sin embargo, es fácil diferenciar a *C. caespitosus* macroscópicamente por la forma del ápice fusiforme a clavado, así como por la coloración que tiende hacia tonos rojizos; microscópicamente se distingue por la forma ovada de sus esporas y medidas de Lm= 9.73µm. Este taxón se registra por primera vez para México.

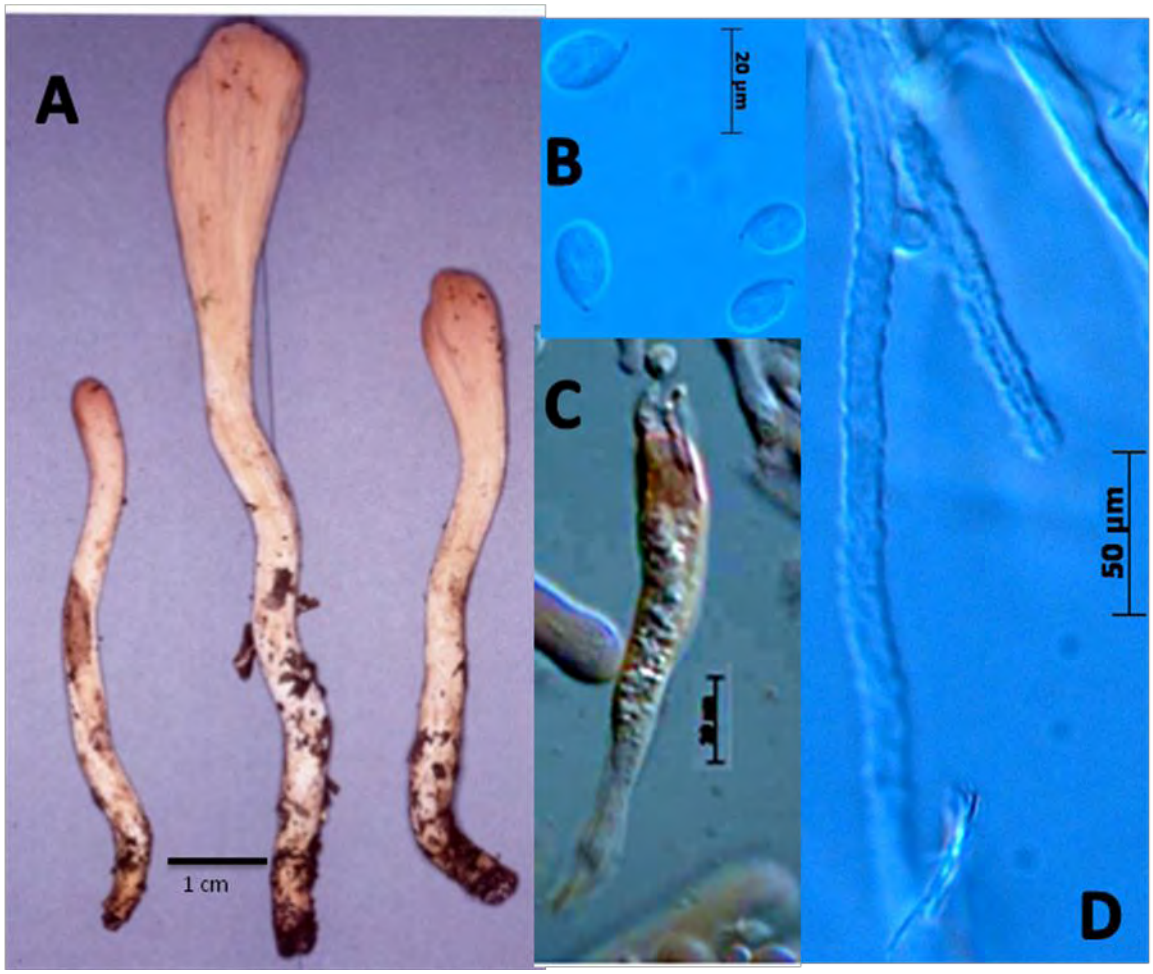


Fig. 9. *Clavariadelphus caespitosus*. A: Basidiomas, B: Esporas, C: Basidio, D: Hifas del micelio con cristales equinulados. (FCME 3554)

Clavariadelphus fasciculatus Methven & Guzmán, 1989, Micologia 80(6): 866

Figs. 8 A-C

Basidiomas subcilíndricos en la base y fusiformes a clavados en la parte superior, con una longitud de 30-120 mm y un diámetro apical de 5-10 mm, irregularmente sinuosos (Fig. 8-A). Coloración base: anaranjada clara (5A4), anaranjada grisácea a parda clara (5B4 a 7D5); parte media anaranjada clara (5B4), y punta anaranjada grisácea (6B3, 6B5). Estípite no diferenciado. Olor y sabor inapreciables.

Superficie de los basidiomas con reacción negativa al KOH en ejemplares deshidratados, no se tiene registro en ejemplares frescos.

Hifas del subhimenio de hasta 4.6 µm de ancho, entrelazadas, fibuladas, de pared delgada y lisa. Hifas del contexto con un grosor de 2.8-4.2 µm, paralelas, ramificadas, fibuladas, de pared delgada, en ocasiones engrosada, se observan escasa fíbulas ampuliformes de hasta 16 µm en diámetro. Hacia la parte basal del basidioma se observan de manera poco abundante hifas gloeopleróticas con un grosor de 2.8-4.9 µm.

Hifas del micelio con un grosor de 2.8-4.6µm, fibuladas con la presencia de cristales aciculares con una longitud de hasta 8.4µm, refringentes (Fig. 8-C **)**

Himenio extendiéndose hacia el ápice, basidios 70-112x8.4-13.3 µm, clavados, fibulados en la base, contenido multigutulado, con 4 esterigmas de 7-10.5 µm. Leptocistidios poco abundantes de 63-91x2.1-4.2 µm, cilíndricos, fibulados en la base, de pared delgada. Esporas de 11.2-13.5 x 5.6-7 µm (E= 1.82-2.35 µm, Em= 2.1 µm, Lm= 12.3 µm, Am= 5.82 µm), elipsoides, de pared delgada, hialinas (Fig. 8-B).

Se desarrollan en bosque de *Abies, Abies-Pinus y Pinus-Quercus,* humícolas con un hábito de crecimiento fasciculado.

Ejemplares Revisados: Ver Anexo II

Comentarios: Este taxón es muy similar a *C. caespitosus* y *C. occidentalis* debido al tamaño de esporas, sin embargo; *C. fasciculatus* presenta basidiomas más delgados que en el caso de *C. caespitosus* y *C. occidentalis*, además de la coloración y forma de las esporas. Aunque el tamaño de esporas es similar con estos últimos taxones, el valor mayor de Lm permite diferenciar claramente a esta especie. Es de resaltar que *C. fasciculatus* presenta cristales aciculares en las hifas del micelio, de manera similar a las que presentan las especies de la sección Cantharellopsis, sin embargo; la presencia de himenio en el ápice, las esporas elipsoides y el tipo de crecimiento fasciculado la ubican dentro de la sección Clavariadelphus. Para este taxón se contó con material de referencia estudiado por Methven (ENCB Fanti 178, Guzmán-Dávalos 193, Estrada Torres 1245, 893), de las que cabe señalar que en un ejemplar de los revisados en este trabajo (Estrada-Torres 1245) el hábitat es distinto al que el mismo Methven registra en su trabajo de 1990 ya que ubica a la especie en asociación sólo con *Abies* mientras que Estrada-Torres reporta al ejemplar colectado en bosque de *Quercus-Pinus*, por lo que es necesario considerar que *C. fasciculatus* puede también desarrollarse en Bosques Mixtos.

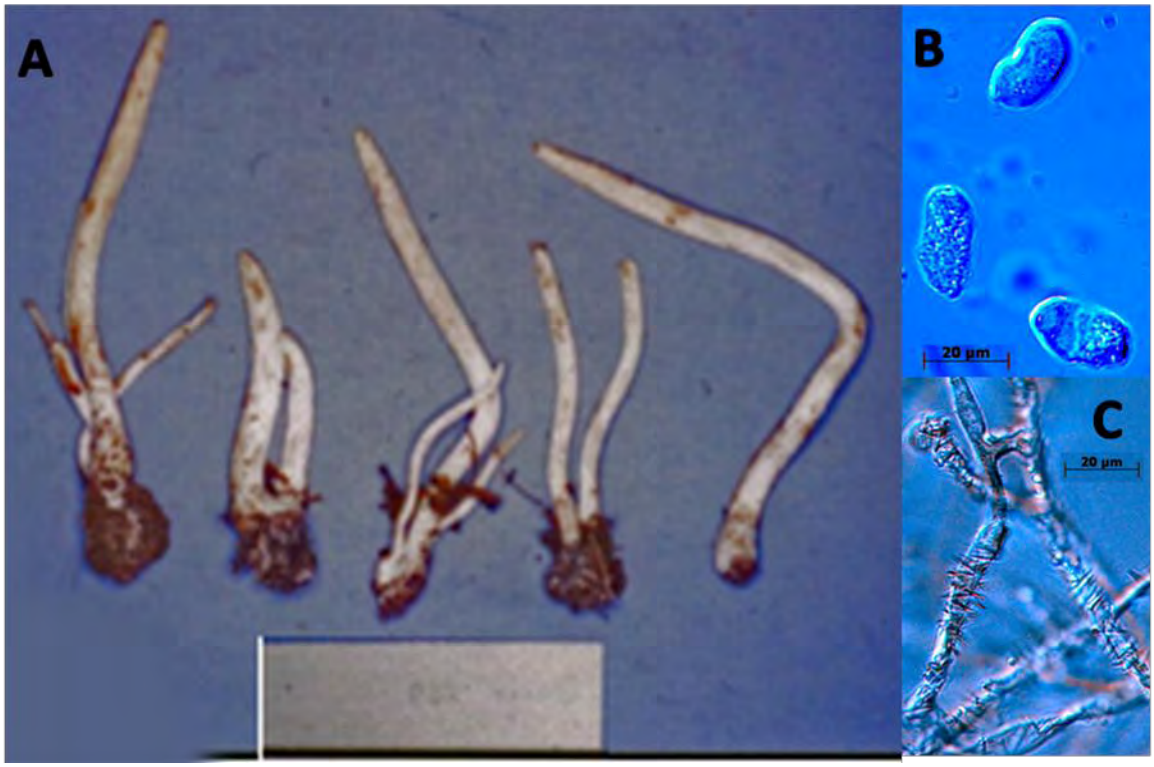


Fig. 10. *Clavariadelphus fasciculatus*. A: Basidiomas, B: Esporas, C: Hifas del micelio con espículas aciculares (FCME 6090 basidiomas; ENCB Guzmán-Dávalos 193 estructuras microscópicas)

Clavariadelphus cokeri V.L. Wells & Kempton

Figs. 9 A-D

Basidiomas de hasta 170 mm de longitud por 2-3 mm de ancho; forma clavada en ocasiones ramificándose (Fig. 9-A); coloración parda o roja con tonos pardos (7E5, 8C6, 8B6) en la base, parte media anaranjado pálida a roja pálida o roja pastel (5A3, 7A3, 8A4) y ápice rojo con tonos pardos (9C8). Estípite no claramente diferenciable. Olor fúngico y sabor inapreciable.

Superficie del basidioma con reacción negativa al KOH tanto en material fresco como deshidratado.

Hifas del subhimenio de 2.5-5 µm de ancho, entrelazadas, fibuladas, de pared delgada y lisa. Hifas del contexto con un grosor de 4.2-7.7 µm paralelas aunque entrelazadas mientras hacia el subhimenio, ramificadas, fibuladas, de pared delgada a ocasionalmente engrosada. Hacia la parte basal del basidioma se observan de manera poco abundante hifas gloeopleróticas con un grosor de 2.1-4.2 µm.

Hifas del micelio con un grosor de 2.8-8.4 µm, con cristales equinulados de menos de 1 µm de longitud, abundantes (Fig. 9-D**)**

Himenio extendiéndose en toda la parte apical del basidioma. Basidios 51.8-77x7-10.5µm, clavados, fibulados en la base, multigutulado, con 4 esterigmas de 7-10.5 µm. Leptocistidios abundantes de 30.1-63x2.1-4.2 µm, cilíndricos, fibulados en la base, en ocasiones se ramifican (Fig. 9-B). Esporas de 8.4-11.9 (12.6) x 4.2-6.3 µm (E= 1.63-2.5 µm, Em= 2.04 µm, Lm= 10.29 µm, Am= 5.04 µm) elipsoides a amigdaliformes, de pared delgada, hialinas (Fig. 9-C).

Se desarrollan en bosque de *Pinus*-*Quercus* y *Abies*-*Pinus*. Terrícolas, con hábito de crecimiento gregario.

Ejemplares Revisados: Ver Anexo II

Comentarios: Este taxón se caracteriza por su coloración en tonos rojizos. Es de resaltar la reacción negativa al KOH que permitió diferenciar un ejemplar que había sido descrito como afín a *C. caespitosus* pero al no presentar reacción al KOH en las notas de campo no podía ser considerado como ese taxón. Adicionalmente, la presencia de leptocistidios en el himenio los cuales son más abundantes en comparación con los observados en otros taxones y el tamaño y forma de los basidios, permitió delimitar de manera más clara a este taxón y confirmar que se trata de *C. cokeri*.

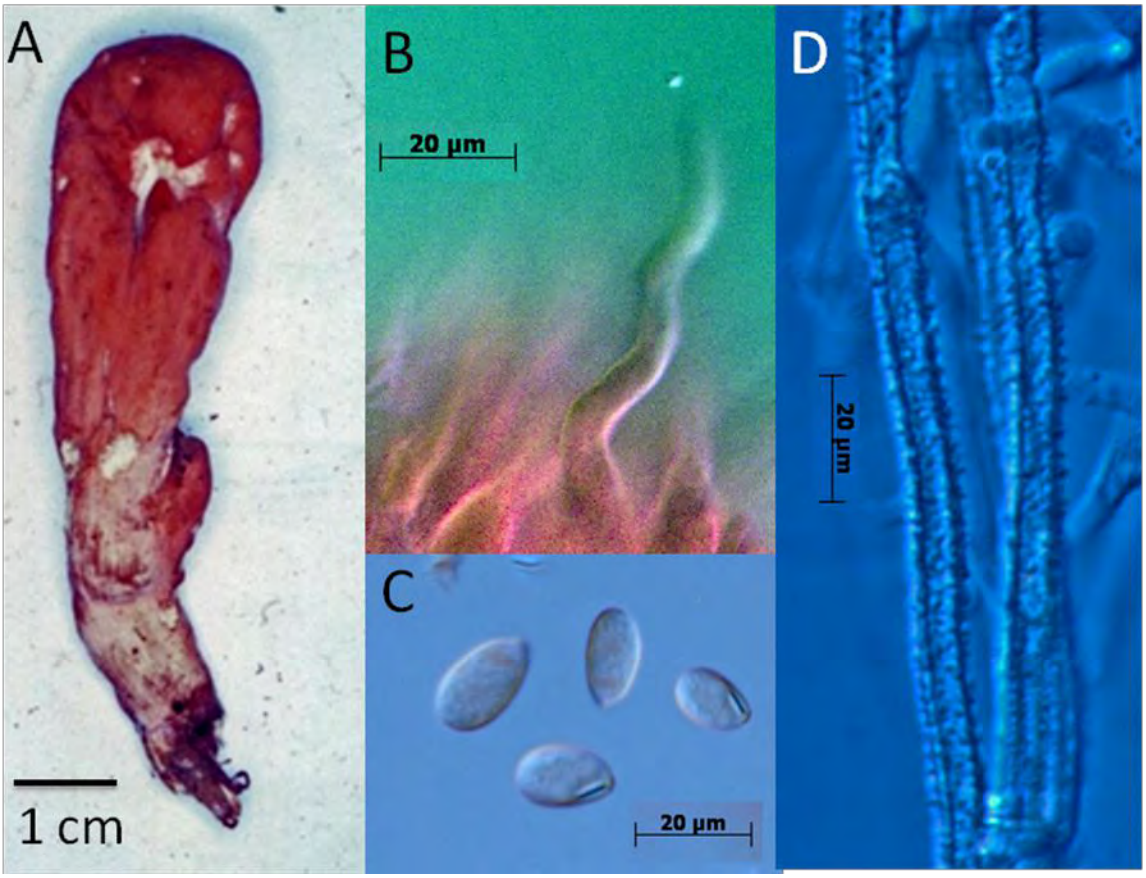


Fig. 11. *Clavariadelphus cokeri*. A: Basidioma, B: Leptocistidios, C: Esporas, D: hifas del micelio con espículas equinuladas (FCME 4912)

Subgénero *Ligulus*

Clavariadelphus sp.

Figs. 10 A-C

Basidioma de 98 x 21mm en la base en material deshidratado, ápice redondeado (Fig. 10-A). Coloración en material deshidratado: base parda clara con tonos amarillos (5D4, 6D4); parte media parda clara a pardo antiguo (6D5, 6D4); ápice parduzco a ante (5D3, 6D6-6E6). Estípite no diferenciado.

Superficie del basidioma con reacción negativa al KOH en el ejemplar deshidratado, no existen datos de la reacción en fresco.

Hifas del subhimenio de 4.2 µm de ancho, entrelazadas, fibuladas, de pared delgada y lisa. Hifas del contexto 4.2-12.6 µm, leptocistidios ausentes, no se observaron hifas gloeopleróticas.

Parte apical completamente fértil. Basidios con una longitud de 44.8-86.8x8.4-11.2 µm clavados, fibulados (Fig. 10-C). Esporas de 8.4-18.2 x 4.2-5.6 (6.3) µm (E= 1.5-4.3µm, Em= 2.65µm, Lm= 12.2, Am= 5.47µm), elipsoides, muy angostas, hialinas (Fig. 10-C).

Se desarrollan en bosque *Pinus-Abies*. Terrícola.

Ejemplares Revisados: Ver Anexo II

Comentarios: Desafortunadamente esta colecta presenta sólo un ejemplar, el cual consiste de un basidioma muy deteriorado, sobre todo en la parte basal además de haber sido atacado por una plaga seguramente en la colección, por lo que no se puede determinar su forma de crecimiento con respecto al sustrato. Aunado a esto, la falta de datos en fresco fueron los principales factores que no permitieron determinarlo puntualmente, no obstante, tomando en cuenta la forma y tamaño de las esporas que presenta, es evidente que se trata de un ejemplar del subgénero *Ligulus*, donde es característico el tipo de esporas con un

valor de Em >2.5 μm lo que muestra esporas largas y angostas como las observadas en este ejemplar sin embargo los datos microscópicos obtenidos del ejemplar no son suficientes para determinar a este taxón. Es necesario la revisión de una mayor cantidad de material lo cual nos permitiría saber si este ejemplar es parte de un nuevo taxón o contando con una mayor cantidad de características nos permita ubicarlo en alguno de los ya descritos.

Fig. 12. *Clavariadelphus sp*. A: Basidioma, B: Espora, C: Basidios. (MEXU 17924)

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS ESPORAS EN LAS VARIEDADES DE *C. TRUNCATUS*

La relevancia de las medidas de esporas es muy marcada para la diferenciación de especies en la sección *Cantharellopsis* sin embargo, en el caso particular de las variedades de *Clavariadelphus truncatus* son diferenciadas por caracteres macroscópicos como tipo de ápice, coloración, tamaño y consistencia del basidioma (ver tabla 4). Particularmente, con respecto a las variedades estudiadas en este trabajo (*C. truncatus* var. *truncatus, C. truncatus* var. *lovejoyae* y *C. truncatus* var. *umbonatus*) aunque hay ligeras diferencias en las dimensiones de las esporas, no es posible establecer un límite claro que permita diferenciarlas entre sí, por lo que la separación de estos taxones se realizó con base en caracteres macroscópicos como la forma, coloración, tipo de ápice del basidioma, así como la micromorfología de los cristales observados en el himenio y los elementos estériles del ápice, tal como se muestra en la tabla 4.

Taxón	***C. truncatus* var. *truncatus***	***C. truncatus* var. *umbonatus***	***C. truncatus* var. *lovejoyae***
Forma del ápice	Truncado	Umbonado	Redondeado
Coloración	En tonos pardo-amarillentos	En tonos pardo-amarillentos	En tonos pardo- rojizos
Reacción KOH	Positiva, cambiando a rojo cereza	Positiva, cambiando a rojo cereza	Positiva, cambiando a rojo vináceo
Elementos estériles del ápice	Subcilíndricos a clavados o ventricosos	Cilíndricos a clavados	Subcilíndrica a clavados
Longitud esporas	9.8-13.5 µm	9.1-11.2 µm	9.8-11.9 µm
Ancho esporas	5.6-7 µm	4.9-7 µm	4.9-5.6µm
Cristales del micelio	Aciculares, abundantes	Aciculares, escasos	Aciculares, escasos

Tabla 4. Diferencias morfológicas entre las variedades de *C. truncatus*

Methven (1990) propone el uso del estadístico Lm de las esporas como una medida para diferenciar a las variedades de *C. truncatus*, sin embargo; la separación no es clara ya

que los rangos se sobrelapan. En la búsqueda de saber si existe una diferencia significativa entre el tamaño de las esporas de *C. truncatus* var. *truncatus, C. truncatus* var. *lovejoyae* y *C. truncatus* var. *umbonatus* se realizó un análisis de varianza de tipo empleando cien esporas de cada una de las variedades correspondientes a los ejemplares revisados.

Para el largo de las esporas en el análisis de varianza se observó que el valor de F calculada fue menor que el valor de la F de tablas a los dos niveles de significancia (α = 0.05 y 0.01) lo que indicó que no existe diferencia significativa en el largo de las esporas de las tres variedades de *C. truncatus* estudiadas (tablas 5 y 6).

Por su parte para el ancho de las esporas se realizó un análisis de varianza en bloques (considerando el efecto de las variedades y de las repeticiones), donde se observó que el valor de F calculada para el ancho de las variedades fue mayor que el de F de tablas a los dos niveles de significancia (α = 0.05 y 0.01) lo que indicó que existe diferencia altamente significativa en el ancho de las esporas de las tres variedades de *C. truncatus* estudiadas (tabla 7). Para las repeticiones se observó que el valor de F calculada fue menor que el valor de la F de tablas a los dos niveles de significancia (α = 0.05 y 0.01) lo que indicó que el número de repeticiones realizadas fue el adecuado para este tipo de estudio.

Para identificar las diferencias entre las variedades se utilizó la prueba de Duncan y como resultado se observó que la variedad *C. truncatus* var. *lovejoyae* es la que presenta menor dimensión en el ancho de las esporas y las variedades *C. truncatus* var. *truncatus* y *C. truncatus* var. *umbonatus* presentan entre ellas el mismo ancho, pero mayor a la variedad *C. truncatus* var. *lovejoyae* (tabla 8).

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculada	F tablas (α)		Interpretación
					0.05	0.01	
Largo de las variedades	6.007	2	3.004	**2.926**	3.03	4.68	NS
Error	304.932	297	1.027				
Total	310.939	299					

NS = No existe diferencia significativa

Tabla 5. Análisis de varianza de tipo aleatorio para el largo de las esporas de las tres variedades de *C. truncatus*

Variedad	x ± σ
C. truncatus var. *truncatus*	11.05 ± 0.93
C. truncatus var. *umbonatus*	10.72 ± 0.97
C. truncatus var. *lovejoyae*	10.98 ± 1.13

Tabla 6: Valores promedio del largo de las esporas de las tres variedades de *C. truncatus*

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculada	F tablas (α)		Interpretación
					0.05	0.01	
Variedad	34.996	2	17.498	**58.964**	3.04	4.71	**
Repeticiones	33.338	99	0.337	**1.135**	1.32	1.48	NS
Error	58.758	198	0.297				
Total	127.091	299					

** Hay diferencia altamente significativa

NS = No existe diferencia significativa

Tabla 7. Análisis de varianza en bloques para el ancho de las esporas de las tres variedades de *C. truncatus*

Variedad	x ± σ	Clasificación según Duncan
C. truncatus var. *lovejoyae*	5.54 ± 0.48	a
C. truncatus var. *umbonatus*	6.26 ± 0.60	b
C. truncatus var. *truncatus*	6.27 ± 0.58	b

Tabla 8: Valores promedio del ancho de las esporas de las tres variedades de *C. truncatus*

Esta evidencia muestra que no es posible delimitar a los taxones contenidos dentro de *C. truncatus* empleando las dimensiones de las esporas, por lo que no podemos plantear que se trate de especies distintas a pesar de las diferencias macro morfológicas en el

basidioma las cuales seguramente se deben a la plasticidad fenotípica que una misma especie pueda presentar en respuesta a factores intrínsecos o extrínsecos.

DISTRIBUCIÓN DE *CLAVARIADELPHUS*

El análisis de la distribución de *Clavariadelphus* se realizó georreferenciando las localidades de colecta de cada uno de los 161 taxones estudiados, de acuerdo al Manual de procedimientos de Georreferenciación de localidades de colecciones biológicas (CONABIO 2008a) donde se recurrió al empleo de criterios de exclusión de localidades repetidas. Se corrigieron localidades que presentaban distinto nombre pero se trataban del mismo sitio, excluyéndose además aquellas que no resultaban informativas como lo son el caso de ejemplares provenientes de mercados o que no contaban con datos de la localidad. Para la asignación de coordenadas geográficas no se emplearon puntos decimales a los segundos, lo que nos permite tener un radio de aproximadamente 250 metros a partir del punto establecido, permitiéndonos así manejar cierto grado de error en el establecimiento de los puntos de colecta. Finalmente, se obtuvo un total de 159 materiales correctamente georreferenciados (ver Anexo I)

Los mapas de la primera parte del análisis se obtuvieron de la mapoteca digital de CONABIO (2008b) con una resolución de 1:1000,000. La distribución de los taxones se visualizó en mapas generados en Arcview 3.2 (ESRI 1999) empleando los datos abióticos de clima, suelo y vegetación.

Se observó de manera cualitativa la diversidad y abundancia de los taxones en cada una de las tres regiones en la cual Ferrari (2000) divide al Eje Volcánico Transmexicano. Esta división emplea como limites internos el rift de Colima para la región I, el rift de

Taxco-Querétaro para la región II y la región III hasta el límite oriental del Eje Volcánico Transmexicano y se contrastaron los resultados de cada una de ellas.

Los datos muestran que en la primera región se distribuyen *C. occidentalis, C. truncatus* var. *truncatus* y *C. caespitosus*. En el caso de la segunda región *C. caespitosus*, *C. fasciculatus*, *C. unicolor*, *C. truncatus* var. *lovejoyae*, *C. truncatus* var. *truncatus* *C. cokeri* y *C.* sp., y en la región tres todas los taxones exceptuando *C. cokeri* y *C. sp* siendo esta zona la más diversa y abundante (ver Mapa 1).

Los taxones con un mayor número de localidades fueron *C. truncatus* var. *truncatus* y *C. truncatus* var. *umbonatus*, mientras que *C. truncatus* var. *truncatus* y *C. caespitosus* fueron los únicos taxones distribuidos en las tres regiones (ver Mapa 1).

En cuanto a las variedades de *C. truncatus*, la variedad *umbonatus* sólo se encuentra en la región tres, la variedad *lovejoyae* se ubica en la región II y III y la variedad *truncatus* presenta una distribución más amplia al estar presente en las tres regiones (ver Mapa 1).

Este patrón de distribución puede estar influenciado por la intensidad de colectas en cada región, pues es evidente que un mayor muestreo ha sido efectuado en la zona tres. No obstante, es interesante la presencia del subgénero *Ligulus* sólo en la región central y que taxones como *C. caespitosus* tengan una amplia distribución con poca abundancia de esporomas. Una mejor exploración de localidades poco estudiadas dentro de la zona del Eje Volcánico Transmexicano permitirá tener un panorama más claro acerca de la distribución de los taxones de *Clavariadelphus* y no limitarlos únicamente a zonas cercanas a los principales centros de investigación micológica de la zona.

ASPECTOS BIÓTICOS Y ABIÓTICOS DE LA DISTRIBUCIÓN

Los mapas de vegetación para el país desarrollados tanto por INEGI (2007) como por CONABIO (2008b) no son puntuales en cuanto a las especies que se encuentran en las

zonas, para las zonas templadas sólo se reconocen bosques de coníferas (que básicamente incluyen bosques mixtos de coníferas con otros elementos) y bosques de pino sin mezcla alguna, (ver Mapa 4). Hacer una aproximación sobre la distribución a partir de estos datos resulta en generalizaciones, por lo que para plantear la vegetación presente se utilizó la información sobre el tipo de vegetación contenida en las etiquetas de los ejemplares.

Los datos hasta ahora obtenidos, nos muestran que la mayoría de los taxones se desarrollan en bosques de *Abies*, *Pinus* y *Quercus* y sólo esporádicamente en bosque de *Abies-Juniperus*. En algunos casos, las localidades registradas no se ubican dentro de algún tipo de vegetación, esto se debe a que se cuentan con ejemplares que datan desde 1956 por lo que es probable que la vegetación presente haya sido eliminada por la mancha urbana (ver Mapa 4).

El clima en la que se desarrollan oscila entre semicálido subhúmedo a semifrío subhúmedo aunque también se considera templado subhúmedo (ver Mapa 5). La precipitación durante el verano oscila entre valores que van de los 40 a los 55 mm (ver Mapa 5) y los suelos en los cuales se desarrollan son: feozem, vertisol, cambisol, andosol, regosol y en menor medida arenosol (ver Mapa 6).

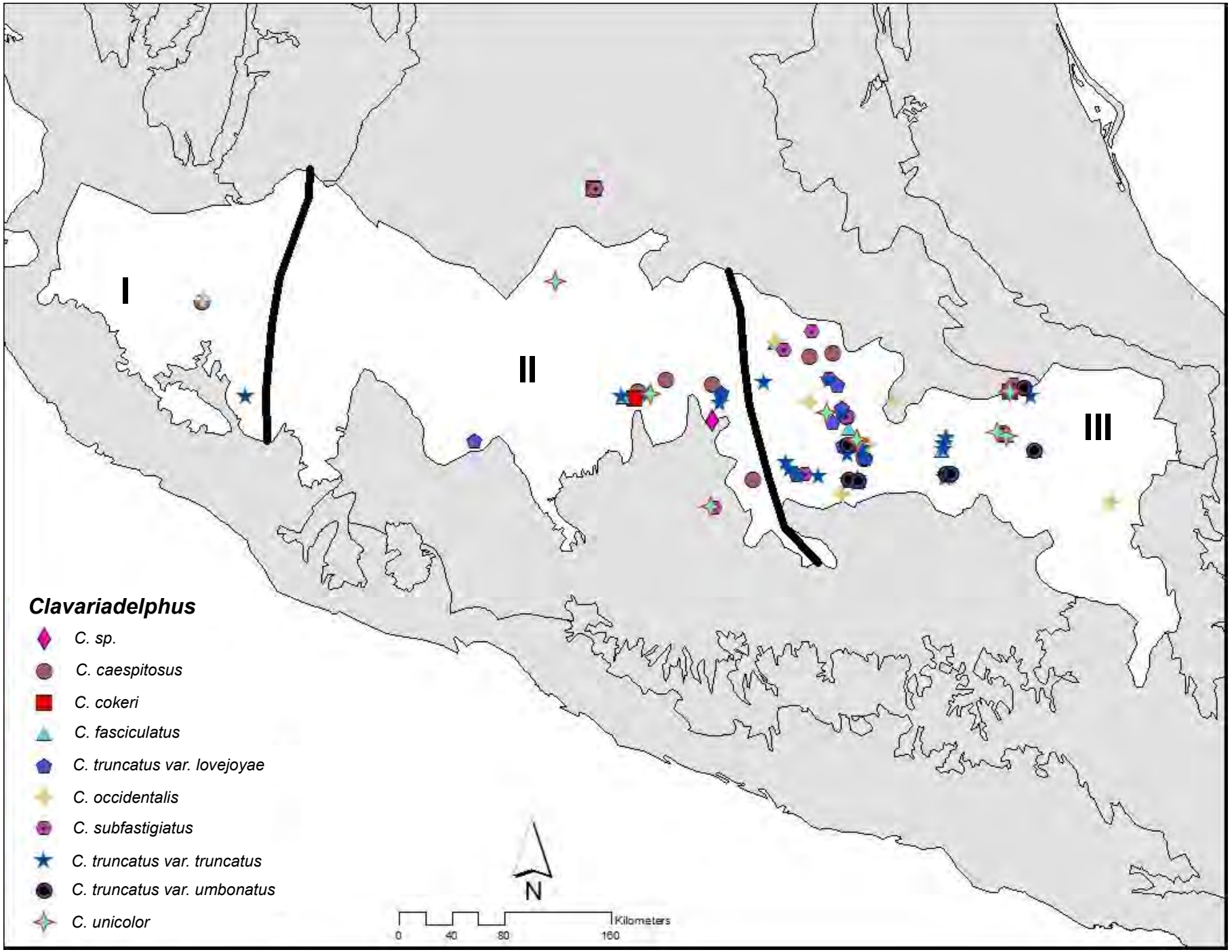
Se observa, por lo tanto, una preferencia del género por ambientes semihúmedos con un régimen de lluvias en verano de hasta 40 mm desarrollándose en bosques de *Abies*, *Pinus*, principalmente de *Pinus* en suelos ricos en materia orgánica.

Las condiciones bióticas y abióticas del Eje Volcánico Transmexicano son propicias para una amplia distribución de los taxones a lo largo de esta provincia biogeográfica, aunado a esto las 7 especies observadas además de dos variedades y un taxón sin determinar de un subgénero distinto a las demás especies nos muestra una alta diversidad del género en esta provincia.

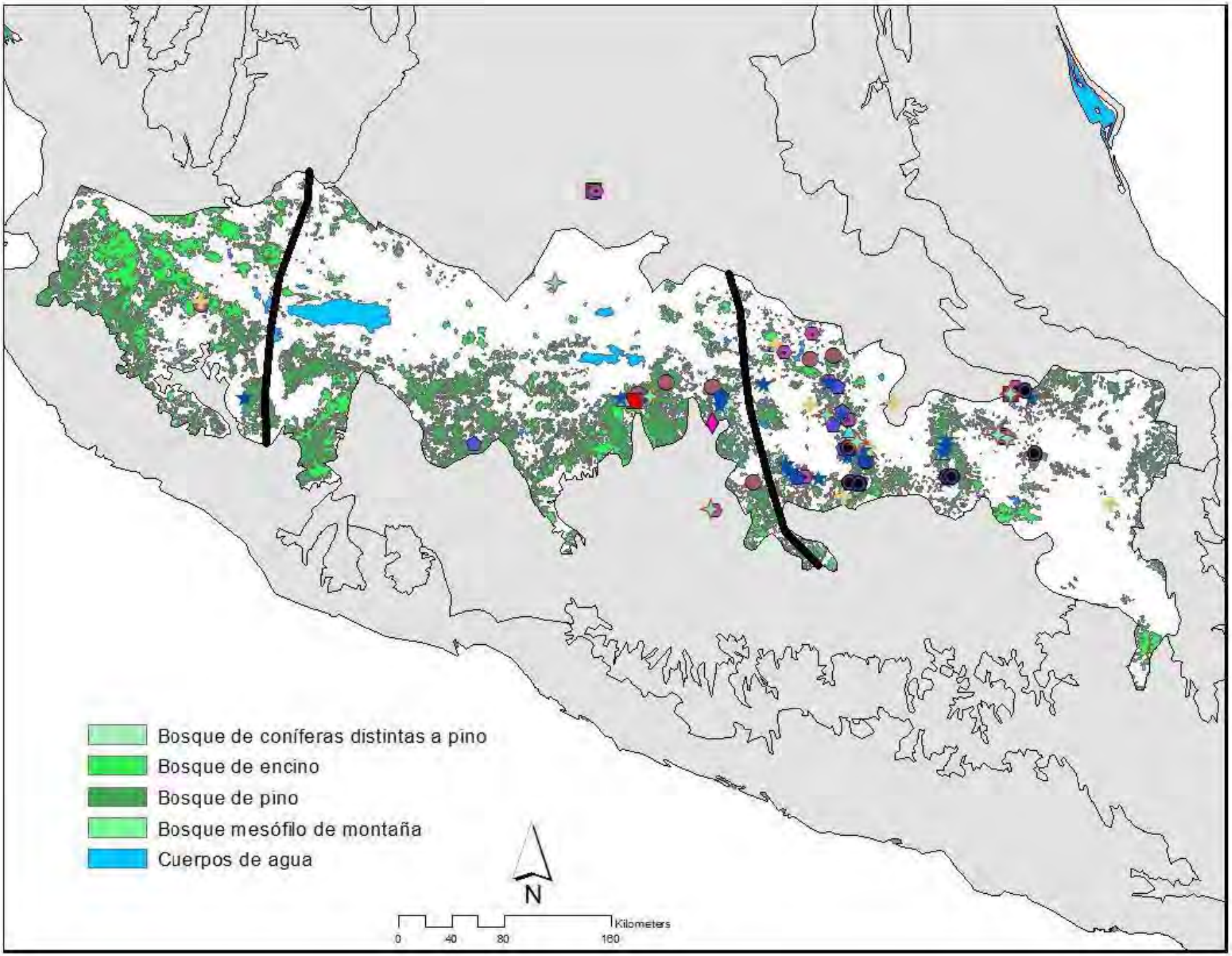
Esta primera aproximación a la distribución de *Clavariadelphus* en el EVTM, aporta elementos útiles para la realización de estudios biogeográficos.

Para la elaboración de este trabajo se realizaron 6 salidas al campo a los estados de México, Veracruz, Michoacán y Distrito Federal. El deterioro de las localidades debido a las actividades humanas modificó las condiciones ambientales provocando que el desarrollo de fructificaciones sea escaso por lo que durante las temporadas de lluvias que abarcaron el desarrollo del presente trabajo no fue posible colectar más que un ejemplar de este género. La pérdida de zonas boscosas dentro del Eje Volcánico Transmexicano debido a actividades como la tala y su incidencia en el cambio de las condiciones climáticas muestran no sólo la necesidad de protegerlas si no la de estudiar a la diversidad que la compone con el fin de conocer, comprender y proponer mejores formas de protegerla y usarla.

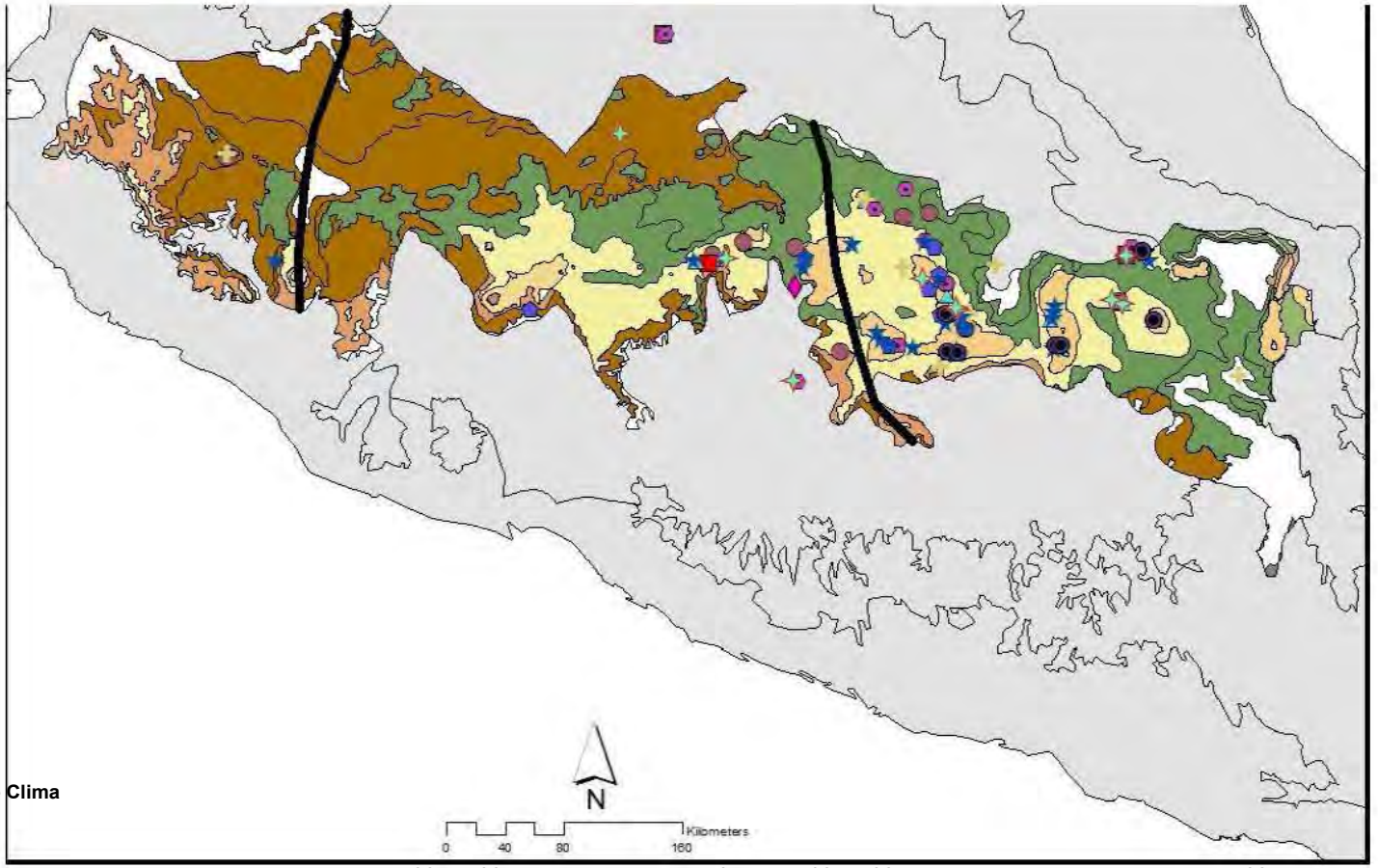
Mapa 3. Distribución de los taxones de *Clavariadelphus*



Mapa 4. Distribución de los taxones de *Clavariadelphus* con respecto a la vegetación de bosques templados



Mapa 5. Distribución de los taxones de *Clavariadelphus* con respecto al clima

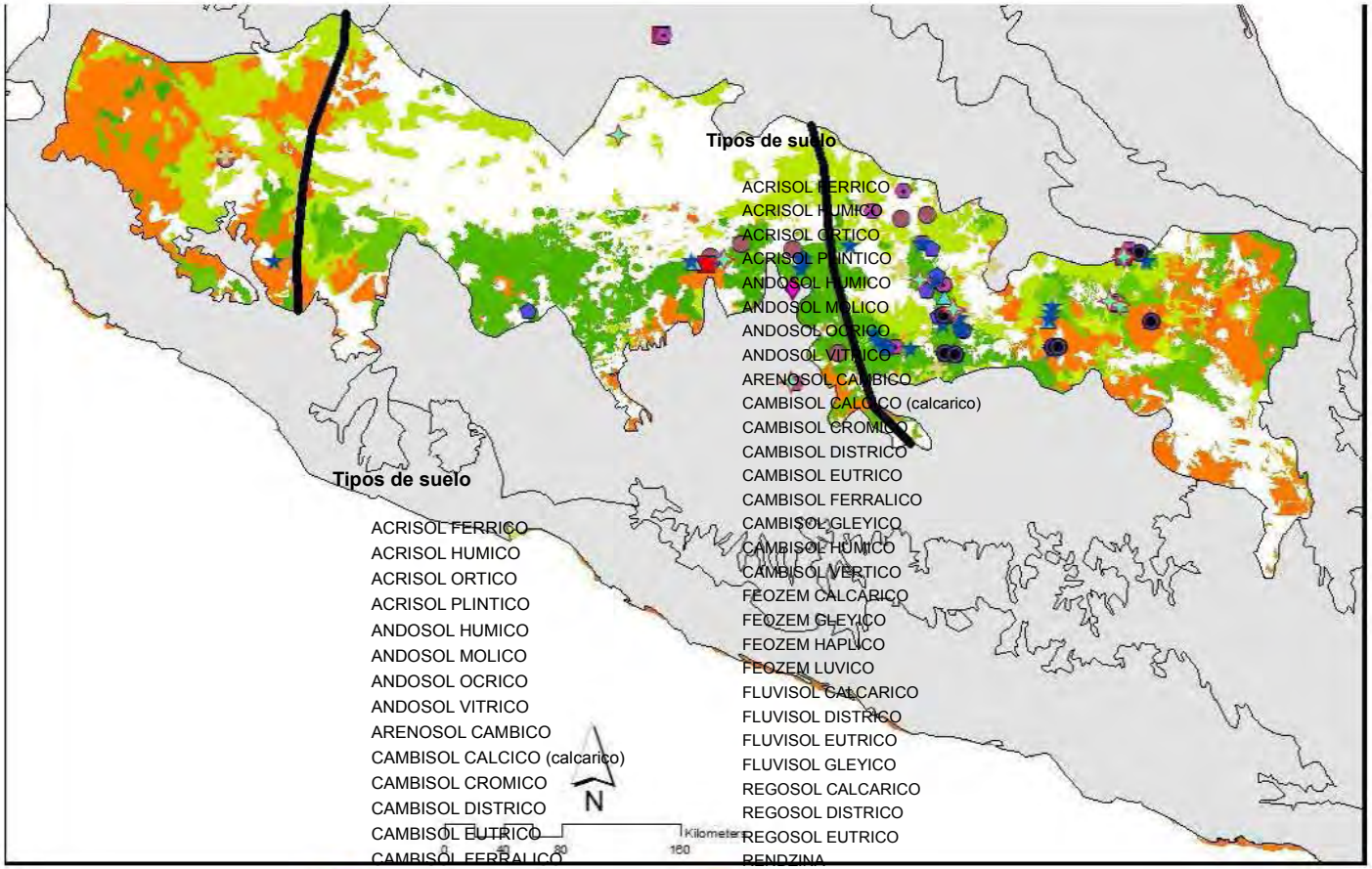


Tipos de Clima

Clima

- Templado,subhumedo, temperatura media anual entre 12§C y 18§C, temperatura del mes mas frio entre -3§C y 18§C y temperatura del mes mas caliente bajo 22§C.
- Templado,humedo, temperatura media anual entre 12§C y 18§C, temperatura del mes mas frio entre -3§C y 18§C y temperatura del mes mas caliente bajo 22§C.
- Templado, subhumedo, temperatura media anual entre 12§C y 18§C, temperatura del mes mas frio entre -3§C y 18§C y temperatura del mes mas caliente bajo 22§C.
- Templado, subhumedo, temperatura media anual entre 12§C y 18§C, temperatura del mes mas frio entre -3§C y 18§C y temperatura del mes mas caliente bajo 22§C.
- Templado, lluvias en invierno y temperatura media anual entre 12§C y 18§ C y temperatura del mes mas frio entre -3§C y 18§C, temperatura del mes mas caliente debajo de 22§C.
- Templado, humedo, temperatura media anual entre 12§C y 18§C, temperatura del mes mas frio entre -3§C y 18§C y temperatura del mes mas caliente bajo 22§C.
- Semifrio,subhumedo con verano fresco largo, temperatura media anual entre 5§C y 12§C , temperatura del mes mas frio entre -3§C y 18§C, temperatura del mes mas caliente bajo 22øC.
- Semifrio, subhumedo con verano fresco largo, temperatura media anual entre 5§C y 12§C , temperatura del mes mas frio entre -3§C y 18§C, temperatura del mes mas caliente bajo 22øC.
- Semifrio, subhumedo con verano fresco largo, temperatura media anual entre 5§C y 12§C , temperatura del mes mas frio entre -3§C y 18§C, temperatura del mes mas caliente bajo 22øC.
- Semifrio, humedo con verano fresco largo, temperatura media anual entre 5§C y 12§C, temperatura del mes mas frio entre -3§C y 18§C; temperatura del mes mas caliente bajo 22§C.
- Semifrio, humedo con verano fresco largo, temperatura media anual entre 5§C y 12§C , temperatura del mes mas frio entre -3§C y 18§C, temperatura del mes mas caliente bajo 22øC.
- Semicalido subhumedo del grupo C, temperatura media anual mayor de 18§C, temperatura del mes mas frio menor de18§C, temperatura del mes mas caliente mayor de 22§C.
- Semicalido subhumedo del grupo C, temperatura media anual mayor de 18§C, temperatura del mes mas frio menor de 18§C, temperatura del mes mas caliente mayor de 22§C.

Mapa 6. Distribución de los taxones de *Clavariadelphus* con respecto al tipo de suelo



Tipos de suelo

ACRISOL FERRICO
ACRISOL HUMICO
ACRISOL ORTICO
ACRISOL PLINTICO
ANDOSOL HUMICO
ANDOSOL MOLICO
ANDOSOL OCRICO
ANDOSOL VITRICO
ARENOSOL CAMBICO
CAMBISOL CALCICO (calcarico)
CAMBISOL CROMICO
CAMBISOL DISTRICO
CAMBISOL EUTRICO
CAMBISOL FERRALICO
CAMBISOL GLEYICO
CAMBISOL HUMICO
CAMBISOL VERTICO
FEOZEM CALCARICO
FEOZEM GLEYICO
FEOZEM HAPLICO
FEOZEM LUVICO
FLUVISOL CALCARICO
FLUVISOL DISTRICO
FLUVISOL EUTRICO
FLUVISOL GLEYICO
REGOSOL CALCARICO
REGOSOL DISTRICO
REGOSOL EUTRICO
RENDZINA
SOLONCHAK GLEYICO
SOLONCHAK MOLICO
SOLONCHAK ORTICO
SOLONCHAK TAKIRICO
SOLONETZ ALBICO
SOLONETZ ORTICO

DISCUSIÓN GENERAL

Multiclavula y *Lepidostroma*.

La morfología mostrada en los taxones descritos en este trabajo es relativamente simple, principalmente en lo que respecta a la forma del basidioma. Sin embargo, el estudio puntual de la forma del talo, la morfología y medidas de los basidios así como los fotobiontes asociados ha proporcionado información relevante la cual es congruente con la hipótesis filogenética mostrada por Ertz *et al*. (2008) para estos basidiolíquenes.

Una de las principales dificultades encontradas en este trabajo es la poca cantidad de ejemplares depositados en los herbarios nacionales, aun cuando se realizó una búsqueda exhaustiva en éstos revisando todo lo que se encontraba clasificado como clavarioides fue muy poco el material que se encontró. Ante la escasez de material se programaron 8 salidas al campo: tanto en zonas sin explorar como en las localidades en donde habían sido colectados los ejemplares con los que se contaba, dentro de la zona de estudio en búsqueda de material que no sólo permitiera ampliar la información de las descripciones sino que pudiera ayudar a realizar los análisis de los fotobiontes asociados a partir de material en fresco y de esta manera cultivar y observar su ciclo de vida, lo que hubiera permitido ubicarlos a nivel de especie. Sin embargo, no se encontraron basidiomas desarrollándose en las zonas revisadas, es importante señalar que las localidades registradas anteriormente presentaban un alto grado de deterioro en gran medida por actividades humanas (deforestación, campos de cultivo y construcciones cercanas los principales factores) y que influyen de manera determinante en las condiciones ambientales específicas para que se desarrollen los basidiomas.

La diversidad de estos taxones en los bosques templados del Eje Volcánico Transmexicano es limitada ya que no obstante la revisión de acervos de diferentes herbarios y exploraciones de campo, solo fueron localizados 14 ejemplares. Es evidente que al ser autótrofos, la relación puede estar presente de manera continua, sin embargo, el reconocimiento de los taxones depende de la formación de basidiomas los cuales sólo se desarrollan bajo determinadas condiciones, hasta ahora no claramente conocidas.

En este trabajo la identificación de los fotobiontes se realizó con un investigador especializado en ficología y que permitió obtener un punto de vista distinto de cómo abordar a los especímenes observados y las características más sobresalientes de los mismos. La consulta de un especialista no se encuentra reportada en ninguno de los trabajos consultados, lo cual es de llamar la atención ya que en trabajos como los de Fischer *et al.* (2007), Nelsen *et al.* (2007) y Obermayer (2001) se realizan descripciones de los fotobiontes sin reportar su fuente de información, las descripciones las realizan con base en observación y sin bibliografía o personal capacitado que brinde apoyo. Este problema reditúa en la mala identificación de los fotobiontes o en dar por hecho que la asociación liquénica en *Multiclavula* y *Lepidostroma* es específica y es incluso empleada como criterio para delimitar especies (Fischer *et al.* 2007). Lo reportado en este trabajo, si bien es un inicio debido a la problemática antes explicada con el material, se presenta con base en un argumento sólido confirmado por gente especializada en el área y por lo tanto las conclusiones que se presentan aquí cuentan con mayor sustento. Es por ello que se puede puntualizar que la asociación liquénica puede ser específica con un grupo en particular, sin embargo no con los grupos reportados en la literatura. De acuerdo a Honegger (1996) la asociación en líquenes entre el fotobionte y el micobionte se presenta de acuerdo a las condiciones ambientales propicias para el establecimiento de la asociación y no responden

necesariamente a un aspecto coevolutivo, el estudio de más ejemplares y especies de ambos géneros permitirá conocer si la asociación específica entre el fotobionte y el micobionte se mantienen en las demás especies y poder indagar más acerca de los aspectos ambientales y coevolutivos de la asociación.

Clavariadelphus

La diferenciación de basidiomas pertenecientes al género *Clavariadelphus* es relativamente simple respecto a otros clavarioides, ya que su tamaño (mayor a 40 mm) y forma (generalmente clavada) permiten diferenciarlos rápidamente. No obstante, la separación de subgéneros resulta un tanto complicada si no se cuenta con los datos del desarrollo de los basidiomas respecto al sustrato; la diferenciación de secciones resulta más clara ya que se considera caracteres microscópicos básicamente.

Es importante señalar que Methven (1990) relaciona el tipo de cristales presentes en hifas del micelio con los subgéneros y secciones: cristales angulares en el subgénero *Ligulus* y aciculares o equinulados en el subgénero *Clavariadelphus*. Para el caso de las dos secciones de este último subgénero describe cristales equinulados para sección *Clavariadelphus* y aciculares en *Cantharellopsis*. Este aspecto resulta contradictorio para el caso de *C. fasciculatus* ya que mis observaciones en el desarrollo de este trabajo, muestran que aunque la forma de los cristales es acicular, es ubicado en la sección *Clavariadelphus* por la continuidad del himenio en el ápice del basidioma, lo cual nos está indicando de lo poco importante que resulta la separación de secciones con base en la forma de los cristales.

En el caso de la sección *Clavariadelphus* para la diferenciación de especies, es evidente que el tamaño de las esporas no es un carácter tan relevante por lo que Methven (1990) empleó la coloración de los basidiomas como un dato importante. Este aspecto resulta problemático cuando no se cuenta con información del material en fresco. Mi

experiencia en este trabajo, permite mostrar que la forma del basidioma y el tipo de crecimiento que este presenta, aunado a los datos microscópicos permiten también delimitar de forma clara a las especies.

La reacción positiva al hidróxido de potasio (KOH), únicamente se manifiesta en el subgénero *Clavariadelphus* donde además hay una diferenciación entre las dos secciones: rojo a amarillo para *Cantharellopsis* y verde o naranja en *Clavariadelphus.* Este dato es evidente en material fresco. Sin embargo, el 30 % de los materiales revisados en este trabajo no contenían esta información. Al tratar de obtenerla a partir de material deshidratado fue evidente que sólo en un 70 % de los ejemplares pertenecientes a *C. truncatus* y sus variedades pudo ser observada el cambio de color, particularmente ejemplares con más de 50 años de haberse colectado no mostraron ninguna reacción; no obstante la temperatura a la cual se deshidratan los ejemplares también puede influir en que se lleve a cabo la reacción, esto se pudo observar sobre todo en el caso de *C. truncatus* var. *truncatus* cuyos ejemplares que presentaban daño evidente por el proceso de herborización, no mostraban la reacción y en algunos otros casos la reacción sólo se llevaba a cabo en el ápice o en algún costado del basidioma (quizás la de menor contacto con altas temperaturas), mientras que en otros colectados en años más recientes en los cuales se pudo constatar que se deshidrataron a temperaturas no mayores a 60^0C, no importaba en donde se aplicara el reactivo, la reacción siempre era positiva. Los principios activos no se conocen, pero probablemente se trata de compuestos sensibles a temperaturas mayores a 60^0C y que paulatinamente se degradan con el tiempo. Otro aspecto importante de resaltar, es el hecho de que la reacción con KOH, se presenta en cualquier parte del basidioma, lo cual nos muestra que no se encuentra asociada al himenio.

En la descripción de las variedades de *C. truncatus*, Methven (1990) emplea la definición de Largent *et al.* (1977) para describir a los cistidios, dicha definición se refiere a ellos como elementos estériles presentes en el himenio, sin embargo cuando Methven menciona los elementos estériles presentes en el ápice de especies de la sección *Cantharellopsis* no los nombra cistidios y simplemente los nombra elementos estériles. Desde mi punto de vista se deben nombrar como cistidios ya que se trata de estructuras estériles diferenciables morfológicamente y describirse de acuerdo a las características planteadas por Largent (1977).

Los taxones determinados de *Clavariadelphus* permiten presentar como nuevos registros para el país a *C. caespitosus* y *C. subfastigiatus*, un taxón que no pudo ser determinado por falta de material. Estos registros amplían la distribución del género a diez taxones en nuestro país lo cual representa a 7 especies y dos variedades de las 22 especies hasta ahora propuestas para el género solamente en el Eje Volcánico Transmexicano (ver Mapa 3).

En cuanto al género *Clavariadelphus*, fue evidente que su conocimiento en nuestro país se incrementó con la descripción de los taxones presentados en este trabajo. Esto se puede explicar por los factores bióticos y abióticos de la zona de estudio que representan el ambiente propicio para su desarrollo y distribución. El estudio se basó principalmente en los ejemplares depositados en las principales colecciones micológicas del país debido a que sólo se pudo contar con un ejemplar en fresco colectado durante el periodo en el que se desarrolló este trabajo y desafortunadamente no cuenta con fotografía en fresco. Este aspecto revela la importancia del material que se encuentra depositado en las colecciones y, que aun con falta de datos en fresco en muchos casos, es posible determinar de manera

clara los taxones encontrados. Cabe mencionar que en el caso de 8 ejemplares revisados, estos se encontraban en estado inmaduro por lo que fue imposible determinar el taxón al que pertenecían y aunque existen elementos para considerarlos a nivel se sección no se incluyeron en las descripciones presentadas ya que macroscópicamente eran similares a los taxones ya descritos. En el caso de *Clavariadelphus sp.* es importante señalar que aunque el estado del material no permitió determinar a qué taxón correspondía muestra que también es posible que en la zona se presenten las condiciones adecuadas para el desarrollo de especies del subgénero *Ligulus*.

Los caracteres empleados en la delimitación de taxones en *Clavariadelphus* no son discretos, por lo que es difícil señalar caracteres diagnósticos únicos sobre todo a nivel microscópico, ya que en muchos casos los rangos de las esporas se sobrelapan, caso que es más común en la sección *Clavariadelphus*, sin embargo el conjunto de características macro y microscópicas nos permiten delimitar claramente a cada uno de los taxones aquí estudiados. Los análisis filogenéticos realizados por Hosaka *et al*. (2008) plantean a la familia Clavariadelphaceae como un agrupamiento monofilético dentro del orden Gomphales y como clado hermano de la familia Lentariaceae. En el clado que se reconoce como Clavariadelphaceae aun cuando se emplearon 4 especies, se encuentran representados los dos subgéneros y las dos secciones del subgénero *Clavariadelphus* y se puede ver como se forman dos clados uno conteniendo al subgénero *Ligulus* y el otro conteniendo al subgénero *Clavariadelphus*, en este último se forman dos clados uno conteniendo al representante de la sección *Cantharellopsis* y el otro a dos ejemplares, sólo uno determinado como subgénero *Clavariadelphus*, aun cuando la representación del género no involucra toda la variabilidad presente en el mismo, este estudio aunado a los caracteres empleados en la literatura para la división infragenérica (Petersen *et al*. 1974 y Methven

1990) representan una clasificación natural del género que cuenta con soporte de caracteres morfológicos y moleculares. La clasificación propuesta en el trabajo de Hosaka *et al.* (2006) es actualmente validada por Hibbett *et al*. (2007).

Este antecedente nos muestra que un análisis filogenético a nivel infragenérico podría permitir determinar si las variedades propuestas para *C. truncatus* deben ser reconocidas como especies distintas.

CONCLUSIONES

- Se presenta el primer reporte del género *Multiclavula* para el país.
- Se propone a la variedad *Multiclavula mucida* var. *macrospora* como nueva para la ciencia
- Se amplía la información morfológica sobre *Lepidostroma calocerum* en México y su distribución al Estado de México y de Tlaxcala.
- Se reportan los géneros *Myrmecia* sp. y *Chroococcopsis* sp. como los fotobiontes presentes en la asociación liquénica de *Lepidostroma* y *Multiclavula* respectivamente y se reevalúa la propuesta de que la asociación se realiza con Chlorococcales para el caso de *Lepidostroma* y *Coccomyxa* en el caso de *Multiclavula* como los fotobiontes presentes en la asociación.
- Se amplía el conocimiento de la distribución del género *Clavariadelphus* en la República Mexicana con el registro de *C. caespitosus* y *C. subfastigiatus*
- El análisis estadístico de las esporas muestra que no existe diferencia significativa entre las dimensiones de las esporas de las variedades estudiadas de *C. truncatus*.
- Se observa de manera cualitativa que el Eje Volcánico Transmexicano presenta las condiciones adecuadas para la amplia distribución de *Clavariadelphus* así como una gran diversidad en donde encontramos 7 especies.

LITERATURA CITADA

Aguilar Cruz, Y., Villegas Ríos, M. 2010. **Especies de Gomphales comestibles en el municipio de Villa del Carbón Estado de México**. Revista Mexicana de Micología. 31:1 - 8.

Ahmandjian, V. 1993. **The lichen photobiont: what can it tell us about lichen systematics?** The Bryologist. 96 (3): 310-313

Ainsworth, G. C., 1976**. Introduction to the history of Mycology**. Cambridge University Press, Nueva York.

Andrade R. H., Marmolejo, J. Oacañas, F., Estrada Castillón, A. 2009. **Uso del programa Delta para el estudio de los hongos Aphyllophorales no poroides de México**. CIENCIA-UANL. 12: 2. 165-168

Arriaga, L., Aguilar, C., Espinosa-Organista, D. y Jiménez, R. 1997. **Regionalización ecológica y biogeográfica de México**. T. d. l. C. N. p. e. C. y. U. d. l. Biodiversidad. México, D.F., CONABIO.

Barreno, E. y Pérez-Ortega, S. 2003. **Líquenes de la Reserva Natural Integral de Muniellos, Asturias**. Serie naturaleza, Cuadernos de medio ambiente, 5. 522 pp. Ed. Consejería de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras del Principado de Asturias y KRK Ediciones. Oviedo.

Basso, M. T., Ed. 1999. **Manuale di microscopia dei funghi**. Librería Mykoflora, Alassio.

Beck A., T. Kasalicky and G. Rambold. 2002 **The myco-photobiontal selection in a Mediterranean cryptogam community with *Fulgensia fulgida* and considerations on research strategies focussing on the selectivity of lichen bionts.** New Phytologist 153: 317-326.

Cifuentes, J., Villegas, M., Pérez-Ramírez, L., Bulnes, M., Corona, V., González, M. R., Jiménez, I., Pompa, A. y Vargas, G. 1990. **Observaciones sobre la distribución, hábitat e importancia de los hongos de los Azufres, Michoacán**. Revista Mexicana de Micología 6: 133-149.

CONABIO. 2008a. **Manual de procedimientos para georreferenciar localidades de Colecciones Biológicas**. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.

CONABIO. 2008b. **Metadatos y cartografía en línea**. http://www.conabio.gob.mx/informacion/geo_espanol/doctos/cart_linea.html. Consultado

en Agosto 2008. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.

Corner, E. J. H. 1950. **A monograph of *Clavaria* and allied genera**. Londres, Dawsons of Pall Mall.

Corner, E. J. H. 1970. **Supplement to A monograph of *Clavaria* and allied genera**. Lehre, Verlag Von J. Cramer.

Donk, M. A. 1933**. Revision der Niederlandischen Homobasidiomycetae - Aphyllophoraceae II**. Bot. Mus. Rijksuniv 9: 1-278.

Donk, M. A., 1964. **A conspectus of the families of Aphyllophorales**. Persoonia 3 199-324.

Escalante, T., Rodríguez, G. y Morrone, J. J. 2004. **The diversification of Nearctic mammals in the Mexican transition zone**. Biological Journal of the Linnean Society 83: 327-339.

ESRI 1999. **ArcView 3.2**, ESRI.

Estrada-Torres, A., 1994**. La familia Gomphaceae (Aphyllophorales: Fungi) en el estado de Tlaxcala**. Tesis Doctoral. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, del IPN.

Ferrari, L. 2000. **Avances en el conocimiento de la Faja Volcánica Transmexicana durante la última década**. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana. VIII. 84-92p.

Fischer, E., Ertz, D., Killmann, D. and Serusiaux, E. 2007. **Two new species of *Multiclavula* (lichenized basidiomycetes) from savanna soils in Rwanda (East Africa).** Botanical Journal of the Linnean Society. 155: 457–465.

Funk, V. A. 1982. **The systematics of Montanoa (Asteraceae, Heliantheae)**. Memoirs of the New York Botanical Garden 36: 1-133.

García-Sandoval, R., Cifuentes B., J. Villegas R., M., 2004. **First record of *Scytinopogon* from Mexico, with notes on its systematics**. Mycotaxon 89 185-192.

García-Sandoval, R., Villegas R., M., Cifuentes B., J., 2002. **New records of *Ramariopsis* from Mexico**. Mycotaxon 82 323-333.

Gargas, A., De Priest, P. T., Grube, M. y Tehler, A. 1995. **Multiple origins of lichen symbioses in fungi suggested by SSU rDNA phylogeny**. Science 268: 1492-1495.

González-Avila P. A. 2006. **Contribución al conocimiento del género *Ramaria* subgénero *Echinoramaria* y *Ramaria* en México**. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. México

Guzmán G., 2003. **Los hongos del Edén**. Instituto de Ecología, A. C., México.

Guzmán, G.,. Bandala, V.M., Montoya, L., 1997. **An Overview on the Tropical Fungi from Mexico**. *In:* Watling, R., J.C. Frankland, A.M. Ainsworth, S. Isaac and C.H. Robinson (eds.) Tropical Mycology. CABI Publishing, Wallingford. 115-148 pp.

Hibbett, D. S. y Thorn, R. G. 2001. **Basidiomycota: Homobasidiomycetes**. *In:* The Mycota. D. J. McLaughlin, E. G. McLaughlin and P. A. Lemke, Springer. VII part B: 121-168.

Hibbett, D. S., Binder, M., Bischoff, J. F., Blackwell, M., Cannon, P. F., Eriksson, O., Huhndorf, S., James, T., Kirk, P. M., Lücking, R., Lumbsch, T., Lutzoni, F., Matheny, P. B., McLaughlin, D. J., Powell, M. J., Redhead, S., Schoch, C. L., Spatafora, J. W., Stalpers, J. A., Vilgalys, R., Aime, M. C., Aptroot, A., Bauer, R., Begerow, D., Benny, G. L., Castlebury, L. A., Crous, P. W., Dai, Y. C., Gams, W., Geiser, D. M., Griffith, G. W., Gueidan, C., Hawksworth, D. L., Hestmark, G., Hosaka, K., Humber, R. A., Hyde, K., Koljalg, U., Kurtzman, C. P., Larsson, K.-H., Lichtward, R., Longcore, J., Miadlikowska, J., Miller, A., Monclavo, J. M., Mozley- Standridge, S., Oberwinkler, F., Parmasto, E., Reeb, V., Rogers, J. D., Roux, C., Ryvarden, L., Sampaio, J. P., Schuessler, A., Sugiyama, J., Thorn, R. G., Tibell, L., Untereiner, W. A., Walker, C., Wang, Z., Weir, A., Weiss, M., White, M., Winka, K., Yao, Y. J. y Zhang, N. 2007. **A higher-level phylogenetic classification of the Fungi**. Mycological Research 111: 509-547.

Hibbett, D. S., Pine, E. M., Langer, E., Langer, G. y Donoghue, M. J. 1997. **Evolution of gilled mushrooms and puffballs inferred from ribosomal DNA sequences**. Proceedings of the National Academy of Sciences 94: 12002-12006.

Honegger, R. 1996. **Morphogenesis**. *In:* Lichen Biology. T. H. Nash III. Cambridge, Cambridge University Press: 65-87.

Hosaka, K., Bates, S. T., Beever, R. T., Castellano, M. A., Colgan III, W., Domínguez, L. S., Nouhra, E. R., Geml, J., Giachini, A. J., Kenney, S. R., Simpson, N. B., Spatafora, J. W. y Trappe, J. M. 2006. **Molecular phylogenetics of the gomphoid-phalloid fungi with an establishment of the new subclass Phallomycetidae and two new orders.** Mycologia 98(949-959).

Hulsey, C. D., García de León, F. J., Sánchez Johnson, Y., Hendrickson, D. A. y Near, T. J. 2004. **Temporal diversification of Mesoamerican cichlid fishes across a major biogeographic boundary.** Molecular Phylogenetics and Evolution 31: 754-764.

INEGI. 2007. **Aspectos generales del territorio Mexicano**. http://www.inegi.org.mx/inegi/default.aspx?s=geo&c=909 Consultado en Septiembre 2007. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

Joneson, S. and Lutzoni, F. 2009. **Compatibility and thigmotropism in the lichen symbiosis: A reappraisal**. Symbiosis. 47: 109-115.

Jülich, W. 1981. **Higer taxa of Basidiomycetes**. Lichstenstein, J. Cramer.

Katinas, L., Crisci, J. V., Wagner, W. L. y Hoch, P. C. 2004. **Geographical diversification of tribes Epilobieae, Gongylocarpeae, and Onagreae (Onagraceae) in North America, based on parsimony analysis of endemicity and track compatibility analysis.** Annals of the Missouri Botanical Garden 91: 159-185.

Kirk, P. M., Cannon, P. F., Minter, D. W. y Stalpers, J. 2008**. Ainsworth and Bisby's Dictionary of the Fungi.** Wallingford, CAB International

Komárek, J. und Fott, B. 1983. **Chlorophyceae (Grüalgen). Ordnung: Chlorococcales. Die Binnengewässer Band XVI**. E. Schwizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

Komárek, J., y Anagnostidis, K. 1999. **Cyanoprokaryota 1. Teil: Chroococcales**. Susswasser flora von Mitteleuropa 9/1. Gustav Fischer, Jena.

Kornerup, A. y Wanscher, J. H. 1978. **Methuen Handbook of colour**. Londres, Eyre Methuen.

Largent, D., Johnson, D. y Watling, R., Eds. 1977. **How To Identify Mushrooms to Genus III: Microscopic Features**. Eureka, Mad River Press.

Lutzoni, F. 1997. **Phylogeny of lichen- and non lichen-forming omphalinoid mushrooms and the utility of testing for combinability among multiple data sets**. Systematic Biology 46: 373-406.

Marshall, C. J. y Liebherr, J. K. 2000. **Cladistic biogeography of the Mexican transition zone**. Journal of Biogeography 27: 203-216.

Mateos, M., Sanjur, O. I. y Vrijenhoek, R. C. 2002. **Historical biogeography of the livebearing fish genus *Poeciliopsis*(Poeciliidae: Cyprinodontiformes)**. Evolution 56: 972-984.

Methven, A. S. 1990. ***Clavariadelphus* in North America**. Stuttgart, Cramer.

Methven, A. S. y Guzmán, G. 1989. **Notes on Clavariadelphus. II. *Clavariadelphus fasciculatus sp. nov*. from Mexico**. Mycologia 80: 866-869.

Moncalvo, J. M., Nilsson, R. H., Koster, B., Dunbam, S. M., Bernaruer, T., Matheny, P. B., Porter, T. M., Margaritescu, S., Weiß, M., Garnica, S., Danell, E., Langer, G., Langer, E., Larsson, E., Larsson, K. H. y Vilgalys, R. 2006. **The cantharelloid clade: dealing with**

incongruent gene trees and phylogenetic reconstruction methods. Mycologia 98(6): 937-948.

Morales, T. E. y Villegas, M. 2007. **Distribución del género Amanita en la Faja Volcánica Transmexicana**.

Morrone, J. J. 2005. **Hacia una síntesis biogeográfica de México**. Revista Mexicana de Biodiversidad 76(2): 207-252.

Nelsen, M. P., Lücking, R., Umaña, L., Trest, M. T., Will-Wolf, S., Chaves, J. L. y Gargas, A. 2007. ***Multiclavula ichthyiformis*** **(Fungi: Basidiomycota: Cantharellales: Clavulinaceae), a remarkable new basidiolichen from Costa Rica**. American Journal of Botany 94: 1289-1296.

Oberwinkler, F. 1984. **Fungus – alga interactions in basidiolichens**. Beiheft zur Nova Hedwigia. 79: 739-774.

Oberwinkler, F. 2001**. Basidiolichens**. *In:* B. Hock (ed.) The Mycota. Vol. IX. Fungal Associations. Springer Verlag: 211-225.

Pérez-Moreno, J., Villarreal, L., 1989. **First report of the clavarioid genera *Lachnocladium* and *Pterula* (Holobasidiomycetes) from the Mexican tropic**. Micología Neotropical Aplicada 2 123-130.

Pérez-Silva, E. y Aguirre-Acosta, E. 1985. **Micoflora del estado de Durango, México**. Revista Mexicana de Micología 1: 315-329.

Pérez-Trejo, J. A. 2005. **Revisión Texonómica de algunas especies del género *Lentaria* Corner en México.** Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. México

Petersen, R. H. 1967. **Notes on clavarioid fungi. VII. Redefinition of the *Clavaria vernalis C. mucida* complex**. American Midland Naturalist 77: 205-221.

Petersen, R. H. 1972. **Notes on clavarioid fungi. XII. Miscellaneous notes on *Clavariadelphus*, and a new segregated genus**. Mycologia 64: 137-152.

Petersen, R. H. 1988. **The clavarioid fungi of New Zealand**. Wellington, Science Information Pub. Centre, Dept. of Scientific and Industrial Research.

Petersen, R. H. y Kantvilas, G. 1986. **Three Lichen-Forming Clavarioid Fungi From Tasmania**. Australian Journal of Botany 34(2): 217-222.

Petersen, R. H., 1988. **The clavarioid fungi of New Zeland**. Departament of Scientific and Industrial Research Bulletin 263.,

Petersen, R. H., Rahm, E. y Schild, E. 1974. **Notes on Clavarioid fungi: Three new species of *Clavariadelphus***. Transactions of the British Mycological Society 63: 469-474.

Peveling, E. y Galun, M. 1976. **Electron-microscopical studies on the phycobiont *Coccomyxa* Schmidle**. New Phytologist 77: 713-718.

Pine, E. M., Hibbett, D. S. y Donoghue, M. J. 1999. **Phylogenetic relationships of cantharelloid and clavarioid Homobasidiomycetes based on mitochondrial and nuclear rDNA sequences**. Mycologia 91(6): 944-963.

Poelt, J. und Obermayer, W. 1990. **Lichenisierte Bulbillen als Diasporen bei der Basidiolichene *Multiclavula vernalis***. Spec. Coll. Herzogia 8: 289-294.

Silva, P. C. 1980. **Names of classes and families of living algae: with special reference to their use in the Index Nominum Genericorum (Plantarum)**. Regnum Vegetabile 103: 1-156.

Villarreal, L., Pérez-Moreno, J., 1989. **Los hongos comestibles silvestres de México, un enfoque integral**. Micología Neotropical Aplicada 2 77-114.

Villegas R., M., 2000. **Análisis taxonómico de la familia Gomphaceae (Fungi Basidiomycetes)**. Tesis Doctorado (Doctorado en Ciencias (Biología)), Facultad de Ciencias, UNAM, México.

Villegas R., M., Cifuentes B., J., 1988. **Revisión de algunas especies del género *Ramaria* subgénero *Lentoramaria* en México**. Revista Mexicana de Micología 4 185-200.

Villegas R., M., De Luna, E., Cifuentes, J., Estrada-Torres, A., 1999. **Phylogenetic studies in Gomphaceae sensu lato (Basidiomycetes)**. Mycotaxon 70 127-147.

Villegas, M., Cifuentes, J., Estrada-Torres, A., 2005. **Sporal characters in Gomphales and their significance for phylogenetics**. Fungal Diversity 18 157-175.

Welden, A. L. 1966. ***Stereum radicans*, *Clavariadelphus* and the Gomphaceae**. Brittonia 18: 127-131.

Zoller, S. y Lutzoni, F. 2003. **Slow algae, fast fungi: Exceptionally high nucleotide substitution rate differences between lichenized fungi *Omphalina* and their symbiotic green algae *Coccomyxa*.** Molecular Phylogenetics and Evolution 29: 629-640.

ANEXO I

Lista de Material revisado de *Clavariadelphus*

Clavariadelphus truncatus var. *truncatus*

Herbario	No de Herbario	Estado	Municipio	Localidad	Vegetación	Altitud	Colector	No colector	Mes	Día	Año
EBUM		Michoacán	Angangueo	Sierra Chimicua, Reserva de la Mariposa Monarca	bosque de pino-Abies	3200	R. Frías	8	Septiembre	21	1997
EBUM		Michoacán	Angangueo	Sierra Chimicua, Reserva de la Mariposa Monarca	bosque de pino-Abies	3200	S. Rangel	77	Septiembre	20	1997
ENCB		Distrito Federal	Cuauhtémoc	Mercado de la Merced			Velazquez	789	Septiembre	2	1973
ENCB		Estado de México		camino Amecameca-Tlamacas	bosque de Abies		A. Barrera Moreno	41	Septiembre	28	1970
ENCB		Jalisco		camino al Nevado de Colima lado NO	bosque de Abies	2800	D. García	434	Agosto	27	1970
ENCB		Estado de México		Parque Nacional Miguel Hidalgo y Costilla	bosque de Abies	2900	E. González	395	Septiembre	8	1963
ENCB		Estado de México		Barranca de Ameyalco, camino Amecameca-Tlamacas	bosque de Abies	3000	A. López		Septiembre		1969
ENCB		Estado de México		La Marquesa, Parque Nacional Miguel Hidalgo y Costilla	bosque de Abies	3000	A. Villamar	10	Octubre	6	1963
ENCB		Estado de México		Barranca de Ameyalco, camino Amecameca-Tlamacas	bosque de Abies	3000	G. Guzmán	5997	Julio	23	1967
ENCB		Estado de México		La Marquesa, Parque Nacional Miguel Hidalgo y Costilla	bosque de Abies	3000	S. de la Campa		Septiembre	6	1959
ENCB		Estado de México		Cueva del Negro, km 15 carretera Amecameca a Tlamacas, Volcán Popocatépetl	bosque de Abies	3250	A. González	103	Septiembre	26	1982

ENCB		Estado de México	Amecameca	Cueva del Negro, km 15 Carretera Amecameca a Tlamacas, Volcán Popocatépetl	bosque de Abies	3250	S. Sepúlveda		Septiembre	26	1982
ENCB		Distrito Federal	Magdalena Contreras	Contreras, Tercer dinamo	bosque de Abies		A. Salas	137	Septiembre	19	1967
ENCB		Distrito Federal	Magdalena Contreras	Cañada de Contreras	bosque de Abies		E. Hidalgo		Agosto	26	1962
ENCB		Estado de México	Ocuilan	Alrededores de la Laguna de Quila, Parque Nacional Lagunas de Zempoala	bosque de Abies		A. Estrada Torres	1418	Agosto	17	1985
ENCB		Estado de México	Ocuilan	Alrededores de la Laguna de Quila, Parque Nacional Lagunas de Zempoala	bosque de Abies	3015	A. Estrada Torres	1711	Agosto	23	1986
ENCB		Distrito Federal	Tlalpan	Falda sur del Pico del Águila, zona del Ajusco	bosque de Abies		A. Hernández Corzo		Septiembre	23	1957
ENCB		Estado de México	Zoquiapan	bosque de la Estación de Investigación Forestal de la Universidad de Agricultura de Chapingo en Aculco, zona de Zoquiapan	bosque de Abies	3300	G. Guzmán	19159	Octubre	10	1980
ENCB		Estado de México		Parque Nacional Lagunas de Zempoala, carretera laguna principal a Chalma	bosque de Abies-pino	3000	G. Guzmán	17815	Septiembre	9	1979
ENCB		Estado de México		Parque Nacional Llano Grande, cerca de Río Frío	bosque de coníferas	3000	Castro Ortiz	48	Septiembre	13	1970
ENCB		Estado de México		4 km al SE de Coajomulco	bosque de encino	2200	R. Garibay	27	Julio	27	1980
ENCB		Estado de México		Estación de Investigación Forestal de la Universidad Agrónoma de Chapingo, en Aculco, zona de Zoquiapan, México	bosque de pino	3200	F. Santoyo	18	Octubre	10	1980
ENCB		Estado de México		El Capulín, km 21 de la carretera Toluca a Sultepec	bosque de pino	3500	L. Colón	885	Septiembre	16	1984
ENCB		Estado de México		Cañada de Nexpayantla, carretera San Pedro Nexapa-Tlamacas (Amecameca a	bosque de pino-Abies		A. García	17	Octubre		1974

				Tlamacas)							
ENCB		Distrito Federal	Álvaro Obregón	La Venta, camino al Desierto de los Leones	bosque de pino-Abies	3000	G. Guzmán	2196	Agosto	27	1959
ENCB		Michoacán	Morelia	Puerto Garnica, 49 km de Ciudad Hidalgo, carretera Morelia México	bosque de pino-Abies-encino	3000	L. Guzmán Dávalos		Septiembre	6	1981
ENCB		Michoacán	Charo	carretera Morelia a Mil Cumbres, km 23, desviación a Pino Real	bosque de Pino-encino		G. Guzmán	18151	Agosto	8	1980
ENCB		Michoacán		Puerto Garnica, 49 km de Ciudad Hidalgo, carretera Morelia-México	bosque de pino-encino-Abies	3000	L. Guzmán Dávalos	255	Septiembre	6	1981
FCME		Estado de México		Nevado de Toluca			M. Villegas Ríos		Septiembre	9	2000
FCME	558	Estado de México	Zempoala	km 13 de la carretera Tres Marías-Chalma Laguna de Quila			N. Gutiérrez		Agosto	19	1978
FCME	7153	Estado de México	Ocuilan	Laguna de Quila	bosque de Abies	2490	M. Aguilar		Septiembre	21	1995
FCME		Estado de México	Zempoala	Quila	bosque de Abies		M. Villegas Ríos	1841	Septiembre	26	1996
FCME	15668	Michoacán	Angangueo	Llano de las Papas, REBMM	bosque de Abies-Juniperus		L. Pérez Ramírez	2540	Octubre	30	1998
FCME	12063	Michoacán	Ciudad Hidalgo	Parque Nacional Cerro Garnica	bosque de pino-encino	2990	E. Reza		Septiembre	8	1983
FCME	4926	Tlaxcala	Tlaxco	km 4-5 del Rosario, Parque recreativo El Rodeo	bosque de pino-encino	2700	Martínez Cornejo y L. Pérez Ramírez	1645	Septiembre	5	1992
FEZA	53	Estado de México		km 15 carretera Tlamacas			M.A. Hernández Muñoz	725			

IBUG		Estado de México	Amecameca	Paso de Cortés, Amecameca			E. Fanti		Octubre	2	1983
IZTA		Estado de México	Zempoala	Lagunas de Zempoala	bosque de Abies	2600	Suárez Corona	1	Junio	20	1981
IZTA		Estado de México	Zempoala	km 6 delante de Lagunas de Zempoala, carretera a Santa Martha	bosque de Abies	2950	R.E. Chío Achi	437	Septiembre	25	1982
IZTA		Estado de México	Ocoyoacac	San Pedro Atlapulco	bosque de coníferas		Gómez, Herrera, Rodríguez		Julio	20	1986
IZTA		Estado de México	Zempoala	Límite estatal del Estado de México y Morelos, Parque Nacional Lagunas de Zempoala	bosque de pino-encino	3000	A. Magaña Becerra	20			
MEXU		Estado de México		km 25 carretera Toluca-Temascaltepec			E. Pérez Silva	18277	Septiembre	23	1984
MEXU		Estado de México		Protimbos, km 23 carretera Naucalpan-Presa Iturbide			E. Pérez Silva	21206	Agosto	7	1988
MEXU		Estado de México		Laguna de Salazar			F. Cuevas	6268	Septiembre	6	1968
MEXU		Estado de México		Salazar, km 36 carretera a Toluca			I. Gaso	18228	Septiembre	6	1984
MEXU		Estado de México		Salazar			Lydia A. A. y N. Barrón	2651	Octubre	6	1960
MEXU		Estado de México		km 15 Amecameca-Tlamacas			R. Hernández	12125	Agosto	8	1977
MEXU		Estado de México		Salazar			R. Sánchez Sarabia	3518	Octubre	2	1960
MEXU		Estado de México		Salazar			R. Sánchez Sarabia	2654	Octubre	9	1960
MEXU		Estado de México		Mala punta			M. Souza		Septiembre	1	1959

MEXU		Estado de México		Cerro Cabezas			Lucila de Ruiz	5068	Agosto	24	1967
MEXU		Estado de México		3a Exposición Nacional de Hongos			R. Gutiérrez	12302	Agosto	15	1978
MEXU		Estado de México	Cuajimalpa	Desierto de los Leones			J.M. Ponce	1518	Agosto	25	1957
MEXU		Distrito Federal	Cuajimalpa	Desierto de los Leones			C. García y E. Martínez	2652	Septiembre	24	1961
MEXU		Distrito Federal	Cuajimalpa	Desierto de los Leones			J.M. Ponce	122	Agosto	25	1957
MEXU		Estado de México	Cuajimalpa	Desierto de los Leones		3060-3100	Lucila de Ruiz	6427	Agosto	24	1958
MEXU		Estado de México	Nicolás Romero	km 34 carretera Ixtlahuaca-San Mateo Nopala, 1 km desviación a cahuacán			E. Pérez Silva	18474	Septiembre	24	1983
MEXU		Estado de México	Tenango	Tenango del Valle			T. Herrera	3155	Septiembre	16	1956
MEXU		Estado de México	Tenango	Tenango del Valle			T. Herrera	5433	Septiembre	12	1965
MEXU		Estado de México	Tenango	Tenango del Valle			T. Herrera	4862	Septiembre	12	1965
MEXU		Estado de México	Tenango	Mercado de Tenango del Valle			T. Herrera	4958	Agosto	29	1965
MEXU		Estado de México	Zempoala	km 13 de la carretera Tres Marías Chalma-Laguna de Quila, Zempoala			N. Gutiérrez		Agosto	19	1978
MEXU		Estado de México	Zempoala	Lagunas de Zempoala			S. Caballero	13393	Agosto	19	1979
MEXU		Estado de México		Cerro Tierras Prietas	bosque de Abies	3200	T. Herrera	2653	Agosto	5	1956
MEXU		Estado de México		Cerro Cabezas			T. Herrera	2655	Septiembre	30	1956
MEXU		Distrito		Mala punta			Mario Souza	5329	Septiembre	1	1959

		Federal									
MEXU		Estado de México	Tenango	Mercado de Tenango del Valle			T. Herrera	3525	Septiembre	16	1956
MEXU		Estado de México	Tenango	Mercado de Tenango del Valle			T. Herrera	3930	Julio	24	1966
MEXU		Estado de México	Tenango	Mercado de Tenango del Valle			T. Herrera	4964	Agosto	29	1965
TLMX		Tlaxcala	Huamantla	Cañada grande, ladera este del volcán La Malintzi, parque nacional la malinche	Bosque de Abies - Pinus	3350	Nava	230791	Agosto	23	1991
TLMX		Tlaxcala	Huamantla	Cañada Grande, ladera Este del Volcán La Malintzi, Parque Nacional La Malinche	bosque de Abies-pino		A. Estrada Torres	3023	Julio	25	1990
TLMX		Tlaxcala	Huamantla	Cañada grande, ladera este del Volcán La Malintzi, Parque Nacional La Malinche	bosque de Abies-pino		A. Estrada Torres	3114	Septiembre	19	1990
TLMX		Tlaxcala	Huamantla	Cañada Grande, ladera este del Volcán La Malintzi, Parque Nacional La Malinche	bosque de Abies-pino		A. Estrada Torres	3254	Agosto	23	1991
TLMX		Tlaxcala	Huamantla	Cañada grande, ladera este del Volcán La Malintzi, Parque Nacional La Malinche	bosque de Abies-pino		A. Estrada Torres	3114	Septiembre	19	1990
TLMX		Tlaxcala	Huamantla	Cañada grande, ladera este del Volcán La Malintzi, Parque Nacional La Malinche	bosque de Abies-pino		A. Estrada Torres	2292	Septiembre	2	1988
TLMX		Tlaxcala	Huamantla	Cañada grande, ladera este del Volcán La Malintzi, Parque Nacional La Malinche	bosque de Abies-pino		A. Montoya Esquivel	524	Septiembre	15	1989
TLMX		Tlaxcala	Huamantla	Cañada grande, ladera este del Volcán La Malintzi, Parque Nacional La Malinche	bosque de Abies-pino		A. Montoya Esquivel	807	Agosto	8	1990
TLMX		Tlaxcala	Tlaxco	El Rodeo, Cerro El Peñón	bosque de Abies-pino		A. Estrada Torres	3424	Septiembre	4	1992
XAL		Tlaxcala	Tlaxcala	1a Exposición de hongos de Tlaxcala			L. Villarreal	2222	Septiembre	21	1985
XAL		Estado de México	Amecameca	carretera Amecameca a Tlamacas, Volcán Popocatépetl	bosque de Abies	3200	R. Ramírez	7	Septiembre	19	1980

XAL		Tlaxcala	Tlaxco	El Paraíso	bosque de Abies	2900	S. Chacón	3702	Septiembre	19	1986

Clavariadelphus truncatus var. *umbonatus*

Herbario	No de Herbario	Estado	Municipio	Localidad	Vegetación	Altitud	Colector	No colector	Mes	Día	Año
ENCB		Estado de México		Zona del Parque Nacional Lagunas de Zempoala, carretera a Chalma	bosque de Abies	2950	L. Guzmán Dávalos	191	Agosto	1	1982
ENCB		Estado de México		Cueva del Negro, km 15 carretera Amecameca a Tlamacas, Volcán Popocatépetl	bosque de Abies	3250	M.T. Olivera	291	Septiembre	26	1982
ENCB		Estado de México		Lado Oeste del paso de Cortés, Volcán Popocatépetl	bosque de pino	3600	S. Chacón	564	Septiembre	26	1982
IZTA		Estado de México	Zempoala	km 7.5 carretera Santa Martha	bosque de Abies-pino	3300	Reyes Castañeda		Agosto	17	1985
MEXU		Estado de México		La Marquesa			B. Ambriz	18362	Octubre	9	1983
MEXU		Estado de México		Salazar			E. Aviña	2660	Julio	30	1961
MEXU		Estado de México		Salazar			G. Palomino Hasbach	2657	Agosto	16	1964
MEXU		Estado de México		Salazar			M. Ruiz O.	4729	Agosto	15	1965
MEXU		Estado de México		km 15 Amecameca-Tlamacas			R. Hernández	12124	Agosto	8	1977
MEXU		Estado de México		Cruz Blanca			F. Hurtado	6604	Agosto	30	1959

TLMX		Tlaxcala	Huamantla	Cañada grande, ladera este del Volcán La Malintzi, Parque Nacional La Malinche	bosque de Abies		R. Nava		Agosto	23	1991
TLMX		Tlaxcala	Tlaxco	Rancho escondido, km 31 carretera Apizaco-Poza Rica, Sierra de Tlaxco	bosque de Abies		A. Estrada Torres	2656	Agosto	10	1989
TLMX		Tlaxcala	Huamantla	Cañada grande, ladera este del Volcán La Malintzi, Parque Nacional La Malinche	bosque de Abies-pino		A. Kong Luz	2110	Agosto	28	1991
TLMX		Tlaxcala	Huamantla	Cañada grande, ladera este del Volcán La Malintzi, Parque Nacional La Malinche	bosque de Abies-pino		A. Montoya Esquivel	231	Septiembre	15	1988
TLMX		Tlaxcala	Huamantla	Cañada grande, ladera este del Volcán La Malintzi, Parque Nacional La Malinche	bosque de Abies-pino	3520	A. Kong Luz	925	Septiembre	15	1988
TLMX		Tlaxcala	Tlaxco	Rancho escondido, km 31 carretera Apizaco-Poza Rica, Sierra de Tlaxco	bosque de Abies-pino		A. Estrada Torres	2780	Septiembre	8	1989
TLMX		Tlaxcala	Tlaxco	Rancho escondido, km 31 carretera Apizaco-Poza Rica, Sierra de Tlaxco	bosque de Abies-pino		A. Estrada Torres	2780	Septiembre	8	1989
FCME		Distrito Federal	Magdalena Contreras	Monte Alegre, Valle del Tezontle en la zona del Ajusco	Bosque de Abies		M. Villegas Ríos	2840			

Clavariadelphus truncatus var. *lovejoyae*

Herbario	No de Herbario	Estado	Municipio	Localidad	Vegetación	Altitud	Colector	No colector	Mes	Día	Año
EBUM		Michoacán	Angangueo	Sierra Chimicua, Reserva de la Mariposa Monarca	bosque de pino-Abies	3200	V.M. Gómez	7	Septiembre	21	1997
ENCB		Estado de México	Villa del Carbón	El Libramiento	bosque de encino-pino	2531	Y. Aguilar-Cruz	117	Agosto	21	2008
ENCB		Estado de México		Parque Nacional Nevado de Toluca	bosque de pino		R. Hirata	348	Septiembre	19	1982
FCME	713	Distrito Federal	Tlalpan	Faldas del Ajusco	bosque de pino	2450	Estudiantes F.C.		Septiembre	25	1977
IBUG		Michoacán	Uruapan	500 m antes de llegar a las			Hernández	159	Noviembre	3	1994

				cascadas La Tzararacua			Román				
IZTA		Estado de México	Zempoala	Zempoala	bosque de Abies		M. Gutiérrez	18	Agosto	1	1981
IZTA		Estado de México	Zempoala	km 6 carretera federal a Zempoala	bosque de Abies		Ortega Martínez		Julio	9	1980
IZTA		Estado de México	Isidro Fabela	Tlazala de Fabela	bosque de encino	2650	G. de la Cruz Guzmán	24	Agosto	16	1986
IZTA		Estado de México	Jilotepec	Las Peñas	bosque de encino		I. Frutis Molina	1592	Octubre	4	1986
IZTA		Estado de México	Jilotzingo	km 44 carretera México Toluca	bosque de encino	3200	Álvarez Neri	6	Agosto	24	1985
IZTA		Estado de México	Zempoala	km 7.5 carretera Santa Martha	bosque de pino	3030	Pérez Badillo	9	Agosto	27	1983
IZTA		Estado de México	Isidro Fabela	Tlazala de Fabela	bosque de pino-encino	2750	Gilberto	3	Agosto	16	1986
IZTA		Estado de México	Jilotzingo	km 44 carretera México Toluca	bosque de pino-encino	3200	Ibarra Navarra	3	Agosto	24	1985
MEXU		Estado de México		Cerro de Los Brujos, la Marquesa			M. Ruiz O.	2656	Septiembre	18	1960
XAL		Veracruz	Villa de Aldama	Cruz Blanca	Bosque de Pinus		Bandala - Muñoz	1266			

Clavariadelphus unicolor

Herbario	No de Herbario	Estado	Municipio	Localidad	Vegetación	Altitud	Colector	No colector	Mes	Día	Año
ENCB		Estado de México	Tejupilco	km 15 camino de terracería de Tejupilco a Nanchititla	bosque de encino		R. Nava	416	Octubre	8	1988
ENCB		Distrito Federal	Álvaro Obregón	La Venta, camino al Desierto de los Leones	bosque de pino-Abies		I. Martínez	45	Octubre	20	1963
ENCB		Distrito Federal	Cuajimalpa	Oeste de las Papas, 1 km de Cuajimalpa	bosque de pino-encino		A.M. Pascoe	248			
ENCB		Estado de México		San Martín Tichihuitlapilco, entronque a Calpulalpan, km 107 autopista México-	bosque de encino	2600	A. Galán	29	Octubre	6	1986

				Querétaro							
FCME	11660	Michoacán	Ciudad Hidalgo	km 170 carretera Toluca Morelia	bosque de pino-encino	2270	L. Márquez Valdelamar		Agosto	18	1983
FCME	6543	Guanajuato	Villa de Allende	Unidad de experimentación y monitoreo de la biodiversidad San Cayetano	bosque de pino-encino	2500	S. Sierra Galván	259	Agosto	26	1994
FCME	4910	Tlaxcala	Tlaxco	km 4-5 del Rosario, Parque recreativo El Rodeo	bosque de pino-encino	2700	L. Pérez Ramírez y C. Corona Torres	1578	Julio	17	1992
FCME	4911	Tlaxcala	Tlaxco	km 4-5 del Rosario, Parque recreativo El Rodeo	bosque de pino-encino	2700	M.A. Hernández Muñoz y Pedraza Casado		Agosto	15	1992
IZTA		Estado de México	Zacualpan	km 9 carretera Zacualpan-Mamatla	bosque mesófilo de montaña	2300	Guerrero Álvarez		Agosto	9	1987
IZTA		Estado de México	Temoaya	Centro ceremonial Otomí, km 7 carretera Temoaya al entronque Jiquipilco Atizapán de Zaragoza	bosque de Abies-Juniperus	3100	Ortiz Zepeda	4	Septiembre	1	1990
TLMX		Tlaxcala	Tlaxco	El Rodeo, Cerro El Peñón	bosque de Abies-pino		A. Estrada Torres		Julio	4	1992
TLMX		Tlaxcala	Panotla	km 2.5 camino San Mateo Huexoyucan-Cuajimala	bosque de encino		A. Montoya Esquivel	1363	Septiembre	29	1993
TLMX		Tlaxcala	Totolac	Cerro Tepeticpac	bosque de pino-encino		A. Estrada Torres	3099	Agosto	29	1990

Clavariadelphus subfastigiatus

Herbario	No de Herbario	Estado	Municipio	Localidad	Vegetación	Altitud	Colector	No colector	Mes	Día	Año

ENCB		Estado de México	Jilotepec	km 107 de la Autopista México-Querétaro	bosque de encino	2600	R. Nava	627	Septiembre	14	1989
ENCB		Estado de México		4.5 km delante de la estación climatológica, cerca del camino que baja a San Miguel Balderas, Parque Nacional Nevado de Toluca	bosque de pino	3800	R.E. Santillán	522	Octubre	9	1983
FCME	15136	Estado de México	Tejupilco de Hidalgo	km 12-14 carretera El Estanco-Nanchititla	bosque de pino-encino		M. Villegas Ríos	1990	Octubre	4	1998
FCME	7463	Guanajuato	Guanajuato	Cañada de Llano Largo, Sierra de Santa Rosa	bosque de encino	2400	G. Vázquez Marrufo	1	Agosto	26	1995
FCME	8438	Guanajuato	Guanajuato	brecha de Santa Rosa de Lima-San Nicolás	bosque de encino	2400	R. García Sandoval		Septiembre	21	1996
FCME	8466	Guanajuato	Guanajuato	camino viejo al Puerto de Santa Rosa	bosque de encino	2400	R. García Sandoval		Septiembre	22	1996
FCME	5825	Estado de México	Chapa de Mota	km 1 de la desviación al Observatorio	bosque de encino	2580	J. Gutiérrez Ruiz	309	Septiembre	10	1993
IZTA		Estado de México	Acambay	Acambay	bosque de Abies-encino		I. Frutis Molina	2120	Agosto	21	1987
IZTA		Estado de México	Jilotzingo	Las Manzanitas	bosque de pino-Abies	2900	A. Rabiela	4	Agosto	17	1985
TLMX		Tlaxcala	Tlaxco	El Rodeo, Cerro El Peñón	bosque de Abies-pino		A. Estrada Torres	3425	Septiembre	4	1992
TLMX		Tlaxcala	Tlaxco	El Peñón	bosque de pino-Abies-encino		A. Kong Luz	4378	Agosto	30	2003
TLMX		Tlaxcala	Panotla	1 km al este de San Francisco Temezontla	bosque de encino	2640	A. Kong Luz	2180	Septiembre	18	1991

Clavariadelphus occidentalis

Herbario	No de Herbario	Estado	Municipio	Localidad	Vegetación	Altitud	Colector	No colector	Mes	Día	Año
ENCB		Estado de México	Huixquilucan	1 km al NO de Santiago Yancuitlalpan	bosque de encino	2550	G. Calderón de Rzedowski		Septiembre	7	1975
ENCB		Estado de México	Ecatepec	4 km al NO de Santa Clara	bosque de encino	2850	A. Rojas	12	Septiembre	12	1979
ENCB		Estado de México		5 km al NO de Santa Clara	bosque de encino	2850	D. Ramírez Noya	162	Septiembre	12	1979
ENCB		Estado de México	Acambay	El Ermitaño	Bosque de encino		A. Estrada Torres	1231	Septiembre	30	1984
ENCB		Estado de México	Tejupilco	km 15 camino de terracería de Tejupilco a Nanchititla	Bosque de encino		R. Nava	417	Octubre	8	1988
ENCB		Estado de México		Parque Nacional Llano Grande, cerca de Río Frío		3000	Ruiz	3	Septiembre	19	1970
ENCB		Estado de México		Río Frío Cerca de Llano Grande	bosque de pino	3000	R.I. Ochoa	118	Septiembre	10	1967
FCME	11657	Michoacán	Ciudad Hidalgo	km 170 carretera Toluca-Morelia	bosque de pino-encino	2270	A. Arias Montes		Agosto	18	1983
IBUG		Jalisco		Km 17 antes de llegar a Mazamitla, por la carretera Guadalajara - Mazamitla	Bosque de Pinus-Quercus		O. Vargas	417	Agosto	9	1990
IBUG		Jalisco	Tecolotlán	km 18.5 carretera Tecolotlán-Quila	Bosque de pino-encino	2040	M.L. Fierros	694	Agosto	24	1994
IZTA		Estado de México	Ocuilan	Ocuilan	bosque de pino-encino	2200	A. Ramírez	16	Septiembre	3	1984
IZTA		Estado de México	Isidro Fabela	Presa Iturbide carretera Lomas Verdes - Toluca	Bosque de Abies	3230	García Pineda	89	Agosto	24	1985
MEXU		Estado de México		Parque de los Venados			E. Pérez Silva	20748	Agosto	28	1988
MEXU		Estado de México	Tenango	Tlazala			Sánchez Macías	21518	Agosto	16	1986

TLMX		Tlaxcala	Huamantla	Cañada grande, ladera este del Volcán La Malintzi, Parque Nacional La Malinche	bosque de Abies-pino		A. Montoya Esquivel	1794	Agosto	26	2003
TLMX		Distrito Federal	Cuajimalpa	San Miguel, Desierto de los Leones	bosque de Pinus hartwegii		A. Estrada Torres	3465	Octubre	3	1992
XAL		Puebla	María Candelaria	Sierra de María Candelaria, carretera Puebla a Xalapa, cerca de María Candelaria	bosque de pino-encino		G. Guzmán	24665	Septiembre	16	1984

Clavariadelphus caespitosus

Herbario	No de Herbario	Estado	Municipio	Localidad	Vegetación	Altitud	Colector	No colector	Mes	Día	Año
ENCB		Estado de México		3 km al NE de Villa del Carbón, desviación de Jilotepec a San Luis Toxhjnoy	bosque de pino		R. López	6	Agosto	20	1979
ENCB		Michoacán		carretera Zitácuaro a Morelia, pasando por Mil Cumbres, km 187 cerca Puerto Garnica	bosque de pino-Abies-encino	2800	G. Guzmán	22547	Septiembre	9	1982
FCME	3554	Estado de México	Valle de Bravo	km 10 desviación a Temascaltepec, carretera San José-Valle de Bravo	bosque mesófilo de montaña	2400	J. Gutiérrez Ruiz	120	Agosto	24	1989
FCME	13995	Michoacán	Zinapécuaro	desviación al balneario Eréndira, km 5.5 San Pedro Jacuaro-Los Azufres	bosque de pino-encino	2600	J. González y M. Villegas Ríos	925	Agosto	15	1987
FCME	5906	Estado de México	Chapa de Mota	km 75 de la carretera 77 federal libre a Jilotepec	bosque de encino	2650	G. Pérez Ordaz y L. Pérez Ramírez	1794	Septiembre	11	1993
IZTA		Estado de México	Jilotzingo	Las Manzanitas	bosque de pino-encino		L. Soyano Frías	3	Junio	3	1985
MEXU		Jalisco	San Martín Hidalgo	Cerro Huehuetón, ladera SE, por Lagunilla Sierra de Quila			M. Rodríguez		Octubre	3	1988
MEXU		Distrito	Tlalpan	Ajusco			E. Chinchilla	21608	Agosto	23	1981

		Federal									
MEXU		Michoacán		Senguio, cerca de Maravatío	bosque de pino-encino	2400	A. López López	4325	Agosto	8	1964
TLMX		Estado de México	Jilotepec	km 75 de la carretera federal a Jilotepec	bosque de encino		A. Montoya Esquivel	1390	Octubre	2	1993
TLMX		Tlaxcala	Panotla	1 km al este de San Francisco Temezontla	bosque de encino		A. Estrada Torres	3356	Julio	22	1992
TLMX		Tlaxcala	Panotla	1 km al este de San Francisco Temezontla	bosque de encino		Hernández Díaz	72	Agosto	14	1996
TLMX		Tlaxcala	Totolac	camino Huilopan-Totolac	bosque de encino		A. Estrada Torres	3865	Septiembre	5	1996

Clavariadelphus fasciculatus

Herbario	No de Herbario	Estado	Municipio	Localidad	Vegetación	Altitud	Colector	No colector	Mes	Día	Año
ENCB		Estado de México		Cerca de Puerto Guarda, Valle de Toluca, carretera Naucalpan a Toluca	bosque de Abies		B. Aguilar		Noviembre	10	1974
ENCB		Estado de México	Acambay	El Ermitaño	bosque de encino-pino		A. Estrada Torres	1245	Septiembre	30	1984
ENCB		Estado de México	Acambay	km 1 entronque carretera panamericana a Agostadero		2130	A. Estrada Torres	893	Octubre	2	1988
ENCB		Estado de México	Zempoala	Zona del Parque Nacional Lagunas de Zempoala, carretera a Chalma	bosque de Abies	2950	E. Fanti	178	Agosto	1	1982
ENCB		Estado de México	Zempoala	Zona del parque Nacional Lagunas de Zempoala, carretera a Chalma	bosque de Abies	2950	L. Guzmán Dávalos	193	Agosto	1	1982
ENCB		Estado de México	Ixtapaluca	Cañada de Temascatitla, cerca de la estación experimental de Zoquiapan	bosque de pino	3450	G. Calderón de Rzedowski		Septiembre	16	1980
FCME	6090	Estado de	Chapa de	Km 1 de la desviación al	Bosque de	2580	A. Montañez	1820	Octubre	1	1993

		México	Mota	Observatorio	Quercus		y L. Pérez Ramírez				
MEXU		Jalisco	Tapalpa	km 9 al Oeste de Tapalpa, delante de las piedrotas			L. Guzmán Dávalos	5865	Agosto	28	1994
TLMX		Tlaxcala	Huamantla	Cañada grande, ladera este del Volcán La Malintzi, Parque Nacional La Malinche	bosque de Abies-pino		A. Estrada Torres	2907	Octubre	20	1989
TLMX		Tlaxcala	Totolac	Cerro Tepeticpac	bosque de pino-encino		A. Estrada Torres	3087	Septiembre	29	1990
XAL		Michoacán	Morelia	km 23 carretera Morelia a México, vía Mil Cumbres	bosque de Abies-pino	2500	G. Guzmán	26015	Agosto		1984

Clavariadelphus cokeri

Herbario	No de Herbario	Estado	Municipio	Localidad	Vegetación	Altitud	Colector	No colector	Mes	Día	Año
FCME	7466	Guanajuato	Guanajuato	Cañada de Llano Largo, Sierra de Santa Rosa	bosque de encino		P. Pellicer González y L. Pérez Ramírez	2119	Septiembre	10	1995
FCME	11606	Michoacán	Charo	Parque Nacional Insurgente José María Morelos	bosque de pino-encino	2090	L. Márquez Valdelamar		Septiembre	9	1983
FCME	4912	Tlaxcala	Tlaxco	km 4-5 del Rosario, Parque recreativo El Rodeo	bosque de pino-encino	2700	M. Villegas Ríos	1511	Septiembre	5	1992

Clavariadelphus sp.

Herbario	No de Herbario	Estado	Municipio	Localidad	Vegetación	Altitud	Colector	No colector	Mes	Día	Año
MEXU		Michoacán	Morelia	km 103 carretera Zitácuaro-Morelia, Puerto el Gato		1920	E. Pérez Silva	17924	Octubre	2	1983