

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE BIOLOGIA

ALGUNAS ESPECIES DE HONGOS ENTOMOGENOS
DE COSTA RICA

PRACTICA DIRIGIDA

SONIA RAMIREZ ARIAS

1985

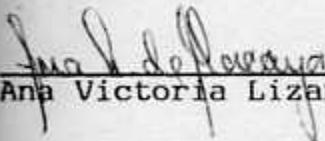
ALGUNAS ESPECIES DE HONGOS
ENTOMOGENOS DE COSTA RICA

PRACTICA DIRIGIDA

Práctica Dirigida presentada a la Escuela de Biología,
Facultad de Ciencias de la Universidad de
Costa Rica para optar al grado de Licenciatura
en Biología con especialidad en Botánica


Marysía Nassar, Lic.

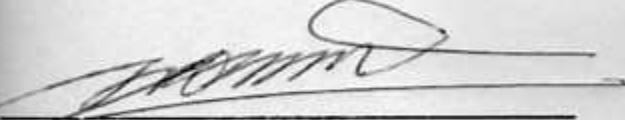
Directora de la práctica


Ana Victoria Lizano, Ph.D.

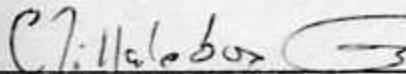
Miembro del Tribunal.


María Isabel Morales, M.Sc.

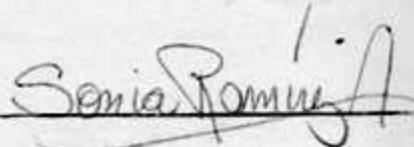
Miembro del Tribunal.


Luis Fournier O., Ph.D.

Miembro del Tribunal.


Carlos Villalobos, M.Sc.

Miembro del Tribunal.



DEDICATORIA

A la Srta. Guayana Vence, directora de la práctica por su valiosa dedicación y apoyo, sugerencias, revisión y colaboración en esta investigación.

A la Srta. Ana Lizano, a la M.Sc. María Isabel Vázquez y a la Srta. Lourdes Fournier, por su ayuda, revisión y colaboración en esta investigación.

A la Srta. María Corini, por su valiosa ayuda y colaboración en las técnicas microscópicas.

A los Sres. Andrés, César Corrales, Carlos López y el Sr. Ricardo Coto, por su ayuda en el trabajo técnico de laboratorio. A Betty Vázquez, por la colaboración en el montaje de las preparaciones.

A la Srta. Guayana Vence y personal del Museo de Entomología por su ayuda en la identificación de las especies.

A Antero por su confianza en mí y su paciencia.

A mis padres por su cariño, ayuda y apoyo durante mi carrera.

A la Srta. Rita Alfaro por su colaboración en la

AGRADECIMIENTO

A la Lic. Maryssia Nassar, directora de la práctica por su constante dedicación y apoyo, sugerencias, revisión y conclusión de esta investigación.

A la Ph.D. Ana Lizano, a la M.Sc. María Isabel Morales y al Ph.D. Luis Fournier, por su ayuda, revisión y sugerencias en esta investigación.

A la Lic. Doris Gorini, por su valiosa ayuda y sugerencias en las técnicas microscópicas.

A Ethel Sánchez, Daisy Corrales, Carlos Jiménez y el Sr. Ricardo Soto, por su ayuda en el trabajo técnico de fotografías. A Nelly Vásquez, por la colaboración en el corte de las preparaciones.

Al Sr. Fernando Lezama y personal del Museo de Entomología por su ayuda en la identificación de los insectos.

Al Ph.D. Robert Lichtwardt y al Sr. Luis Diego Gómez, por facilitarme la obtención de parte de la bibliografía.

A la bachiller Rita Alfaro por su colaboración en la

INDICE DE CONTENIDO

ubicación de las localidades de recolección y a don Misael Boza, por su valiosa ayuda en la recolección de muestras.

A mi hermana, Ing. Lilliam Ramírez, por su apoyo y ayuda. A mi abuelita, mi sobrina Paula y mi hermano Marcos, por su cariño.

Y a toda aquella persona que contribuyó en alguna forma para la realización de esta investigación.

1. <i>Spizella socialis</i>	15
2. <i>Spizella socialis</i>	16
3. <i>Spizella socialis</i>	17
4. <i>Spizella socialis</i>	18
5. <i>Spizella socialis</i>	19
6. <i>Spizella socialis</i>	20
7. <i>Spizella socialis</i>	21
8. <i>Spizella socialis</i>	22
9. <i>Spizella socialis</i>	23
10. <i>Spizella socialis</i>	24
11. <i>Spizella socialis</i>	25
12. <i>Spizella socialis</i>	26
13. <i>Spizella socialis</i>	27
14. <i>Spizella socialis</i>	28
15. <i>Spizella socialis</i>	29
16. <i>Spizella socialis</i>	30
17. <i>Spizella socialis</i>	31
18. <i>Spizella socialis</i>	32
19. <i>Spizella socialis</i>	33
20. <i>Spizella socialis</i>	34
21. <i>Spizella socialis</i>	35
22. <i>Spizella socialis</i>	36
23. <i>Spizella socialis</i>	37
24. <i>Spizella socialis</i>	38
25. <i>Spizella socialis</i>	39
26. <i>Spizella socialis</i>	40
27. <i>Spizella socialis</i>	41
28. <i>Spizella socialis</i>	42
29. <i>Spizella socialis</i>	43
30. <i>Spizella socialis</i>	44
31. <i>Spizella socialis</i>	45
32. <i>Spizella socialis</i>	46
33. <i>Spizella socialis</i>	47
34. <i>Spizella socialis</i>	48
35. <i>Spizella socialis</i>	49
36. <i>Spizella socialis</i>	50
37. <i>Spizella socialis</i>	51
38. <i>Spizella socialis</i>	52
39. <i>Spizella socialis</i>	53
40. <i>Spizella socialis</i>	54
41. <i>Spizella socialis</i>	55
42. <i>Spizella socialis</i>	56
43. <i>Spizella socialis</i>	57
44. <i>Spizella socialis</i>	58
45. <i>Spizella socialis</i>	59
46. <i>Spizella socialis</i>	60
47. <i>Spizella socialis</i>	61
48. <i>Spizella socialis</i>	62
49. <i>Spizella socialis</i>	63
50. <i>Spizella socialis</i>	64
51. <i>Spizella socialis</i>	65
52. <i>Spizella socialis</i>	66
53. <i>Spizella socialis</i>	67
54. <i>Spizella socialis</i>	68
55. <i>Spizella socialis</i>	69
56. <i>Spizella socialis</i>	70
57. <i>Spizella socialis</i>	71
58. <i>Spizella socialis</i>	72
59. <i>Spizella socialis</i>	73
60. <i>Spizella socialis</i>	74
61. <i>Spizella socialis</i>	75
62. <i>Spizella socialis</i>	76
63. <i>Spizella socialis</i>	77
64. <i>Spizella socialis</i>	78
65. <i>Spizella socialis</i>	79
66. <i>Spizella socialis</i>	80
67. <i>Spizella socialis</i>	81
68. <i>Spizella socialis</i>	82
69. <i>Spizella socialis</i>	83
70. <i>Spizella socialis</i>	84
71. <i>Spizella socialis</i>	85
72. <i>Spizella socialis</i>	86
73. <i>Spizella socialis</i>	87
74. <i>Spizella socialis</i>	88
75. <i>Spizella socialis</i>	89
76. <i>Spizella socialis</i>	90
77. <i>Spizella socialis</i>	91
78. <i>Spizella socialis</i>	92
79. <i>Spizella socialis</i>	93
80. <i>Spizella socialis</i>	94
81. <i>Spizella socialis</i>	95
82. <i>Spizella socialis</i>	96
83. <i>Spizella socialis</i>	97
84. <i>Spizella socialis</i>	98
85. <i>Spizella socialis</i>	99
86. <i>Spizella socialis</i>	100

INDICE DE CONTENIDO

	pag.
Introducción	3
Revisión de Literatura	6
Materiales y Métodos	12
Resultados	18
1. <u>Cordyceps capitata</u>	21
2. <u>C. ignota</u>	23
3. <u>C. amazonica</u>	25
4. <u>C. tricentrus</u>	27
5. <u>C. nipponica</u>	29
6. <u>C. curculionum</u>	31
7. <u>C. melolonthae</u>	34
8. <u>C. polyarthra</u>	36
9. <u>Akanthomyces aculeata</u>	39
10. <u>Insecticola pistillariaeformis</u>	40
11. <u>Hirsutella stylophora</u>	42
12. <u>Stilbum burmense</u>	44
I. <u>Cordyceps</u> sp. (α)	45
II. <u>Cordyceps</u> sp. (β)	46
III. <u>Cordyceps</u> sp. (γ)	47
IV. <u>Cordyceps</u> sp. (δ)	

	pag.
<u>Cordyceps dipterigena</u>	49
<u>C. puiqqarfi</u>	51
<u>Hirsutella saussurei</u>	52
Clave de las especies del género <u>Cordyceps</u> y Deuteromycetes relacionadas en Costa Rica	54
Discusión y conclusiones	63
Resumen	66
Bibliografía	67.

INTRODUCCION

En la naturaleza existen muchos tipos de relaciones interespecíficas, una de ellas es el parasitismo, relación entre dos organismos, donde uno de ellos vive a expensas del otro. Usualmente lo invade y en algunos casos le causa enfermedades (Alexopoulos y Mims, 1979).

Hay hongos que viven parasíticamente en muchos miembros del filum Arthropoda, tanto en arácnidos (arañas, garrapatas, escorpiones y otros) como en diplópodos, quilópodos y casi todos los órdenes de insectos (Fawcett, 1944; Bridge, 1979). Los hongos que parasitan insectos son llamados entomógenos (Fawcett, 1944). En muchos casos estos parásitos eventualmente matan al hospedante, aunque hay otros que sólo causan pequeñas infecciones y lo mantienen vivo (Bridge, 1979). Es por esta razón que se han hecho investigaciones sobre la utilidad de estos hongos como control biológico de plagas entomológicas de cultivos de importancia económica (Hall y Bell, 1963; Young et al., 1973).

Existen hongos entomógenos que son endoparásitos, y se desarrollan dentro del cuerpo del artrópodo vivo, como algunos Entomophilhorales (Zygomycetes) y Ecrinales (Trichomycetes) que viven en el intestino de miriápodos, insectos y crustáceos (Alexopoulos y Mims, 1979); o como en los géneros de

Cordyceps (Fr.) Link. y Torrubiella Boud. (Ascomycetes), que penetran la cutícula de su hospedante, desarrollan el micelio dentro de su cuerpo y éste se transforma en un esclerocio del que se origina el estroma peritecial. Estos géneros son ampliamente conocidos, especialmente Cordyceps (Hall y Bell, 1963; Webster, 1970).

El género Cordyceps es comúnmente clasificado en la familia Hypocreaceae del orden de los Hypocreales (Ascomycetes: Pyrenomycetes). Como Mains (1958) anota en su artículo "North American entomogenous species of Cordyceps", Lindau (1897) incluye este género en la subfamilia Clavicipiteae. Seavers (1911) lo coloca en la tribu Cordycipiteae. Miller (1949) lo transfiere al orden Sphaeriales y la familia Clavicipitaceae, por sus ascósporas filiformes y ascos capitados los separa de otras familias. Diehl (1950), citado también por Mains (1958) en su artículo, propone tres subfamilias, colocando a Cordyceps con Torrubiella, Poroniopsis y Ophiocordyceps en la Cordycipitoideae. Sin embargo, Dennis (1968) incluye este género en el orden Clavicipitales, hecho que ya había sido rechazado por Mains (1958) por considerar que no estaba justificado, dejando este género en el orden Sphaeriales en la familia Clavicipitaceae. Alexopoulos y Mims (1979) colocan a Cordyceps en la misma familia, pero lo transfieren al orden Clavicipitales nuevamente.

REVISIÓN DE LITERATURA

Mains (1958) y Covington (1980) mencionan varias especies de Cordyceps recolectadas en nuestro país: Cordyceps dipterigena, C. polyarthra, C. pittierii y C. puiggarii.

Existen en los Herbarios de la Escuela de Biología de la Universidad de Costa Rica y Herbario Nacional varios especímenes que se creía pertenecían a este género; es importante que sean identificadas sus especies y reconocidos sus hospedantes, ya que esto sería una base para posteriores investigaciones.

En este trabajo se identifican hasta especie los ejemplares de Cordyceps disponibles en los herbarios, así como las nuevas colecciones hechas durante la investigación. También se identifican los órdenes y familias, hasta donde fue posible de los hospedantes.

La publicación del nombre genérico Cordyceps se atribuye a Frisch, Svensk Veg. Handb. p. 381 (1847) (Noms.

REVISION DE LITERATURA

Han sido propuestas más de 280 especies de este género distribuidas en Asia, Africa, Europa, Australia y América (Kobayasi, 1982). No obstante se han dado problemas en cuanto al nombre genérico. Rogers (1954) en su artículo "The genus Cordyceps and Fries observations" nos refiere como Masee (1895) excluye las especies micógenas de este género, y sugiere se coloquen en uno distinto que llamó Cordylia. Petch (1931) pasa las especies que tienen ascos claviformes y ascósporas no fragmentadas al género Ophiocordyceps; y como Mains cita en su artículo "North American entomogenous species of Cordyceps", Moureau (1949) incluye el género Torrubiella, basándose en sus ascósporas fragmentadas. Mains (1958) coloca estos dos géneros junto con otros en el género Cordyceps; mientras que Dennis (1968; 1970) excluye a Torrubiella por no poseer un estroma estipitado, sino que los peritecios salen de masas de micelio que se forman sobre el hospedante, cuando describe las especies de este género para Inglaterra y Venezuela. Kobayasi (1982) al describir las especies de Cordyceps y Torrubiella lo hace en igual forma que Dennis (1968, 1970).

La publicación del nombre genérico Cordyceps ha sido acreditada a Fries, Suma Veg. Scand. p. 381 (1849) (Mains,

1958; Dennis, 1970). Roger's (1954) discutió la nomenclatura ya que el género Cordylia Fr. ex Ficinus & Schubert (1823) y Cordyceps Link. (1833) fueron previamente publicados para el género, pero que Cordylia Fr. es un homónimo posterior de Cordylia Pers. (1807), el género de una angiosperma.

El género en esta investigación será tratado como sigue:

Cordyceps (Fries) Link. (Handbuck zur Erkennugdes
..Gewächse, 3: 347. 1833).

Estroma estipitado, originado de masas de micelio en el hospedante, parte superior fértil en forma de clava, ovoide o subglobosa, cilíndrica o capitada, carnosa; estípites simple o algunas veces ramificado, de color blanco, amarillo, anaranjado, rojo, café, ocráceo, gris, azul, verde o negro; algunas veces bicoloreado. Peritecios más o menos inmersos en el estroma o en ocasiones superficiales, subgloboides, ovoides, claviformes o cónicos. Ascosporas cilíndricas, fusoides, subfusoides o estrechamente claviformes. Ascósporas filiformes o estrechamente fusoides, hialinas, multiseptadas y rompen algunas veces en segmentos unicelulares, cilíndricos; esto puede ocurrir dentro del asco o después de ser descargadas (Mains, 1958; Dennis, 1968).

Existen muchas especies de este género en las cuales se

ha descrito el estadio conidial; en la mayoría los conidios son producidos sobre sinemas consistentes de ramas de hifas semejantes a la estructura básica del estroma. Hay especies de hongos imperfectos de la familia Stilbaceae pertenecientes a los géneros Isaria, Hirsutella, Hymenostilbe, Stilbum y Akanthomyces que se ha comprobado son la fase imperfecta de especies del género Cordyceps (Mains, 1950; 1958; Hall y Bell, 1963; Evans y Samson, 1982). La diferencia entre estos géneros es el hecho de que los conidios en unos casos están aglutinados y adheridos en clavos o globos de mucus y en otros son secos, así como la forma en que los conidios se encuentran sobre los conidióforos ya sea solos o en cadenas (Barnett y Hunter, 1972). Los estadios conidiales de algunos Cordyceps son del tipo Moniliaceae pertenecientes a los géneros Sporotrichum, Cephalosporium y Spicaria (Mains, 1958). Estos géneros se parecen a los de la familia Stilbaceae pero no presentan sinemas, sino que los conidióforos se producen sobre el micelio. Parece probable que algunas especies de Cordyceps puedan producir tanto la condición stilbacea como la moniliacea (Mains, 1958).

Las especies de este género son todas parásitas, ya sea de artrópodos, de fructificaciones de un hongo hipógeo del género Elaphomyces (Ascomycetes), o de los esclerocios del hongo parásito de cereales Claviceps (Ascomycetes) (Mains,

1958; Dennis, 1970; Candousau, 1976; 1979; Kobayasi, 1982). Kobayasi en sus claves sobre este género cita los siguientes órdenes de insectos como hospedantes de Cordyceps:

Orthoptera, Blattaria, Mantodea, Lepidoptera, Coleoptera, Isoptera, Odonata, Hemiptera, Hymenoptera y Diptera (Kobayasi, 1982).

Algunas de las especies de Cordyceps según su hospedante son:

Fungi (hongos). Elaphomyces sp.: C. rouxii, C. capitata, C. ophioglossoides, C. canadensis, C. japonica, C. fracta, C. tenuispora, C. valliformis (Mains, 1957a; Thiers, 1976; Candousau, 1976; 1979; Kobayasi y Shimizu, 1973).

Claviceps sp.: C. clavicipiticola, C. clavicipitis, C. sclerotium (Kobayasi, 1982).

Arachnida (arañas): C. thaxteri, C. engleriana, C. singeri, C. arachnicola, C. cylindrica, C. caloceroides (Mains, 1954; Kobayasi y Shimizu, 1976).

Insecta (insectos): O. Orthoptera (grillos y langostas): C. amazonica, C. monticola (Mains, 1958; Kobayasi, 1983).
O. Blattaria (cucarachas): C. amazonica (Mains, 1958).
O. Homoptera (insectos escama y chicharras): C. clavulata, C. sobolifera, C. hesleri (Hall y Bell, 1963; Kobayasi, 1982).

O. Coleoptera (abejones): C. acicularis, C. superficialis, C. michiganensis, C. subsessilis, C. martialis, C. peltata, C. macularis, C. melolonthae, C. salibrosa, C. curculionum, C. variabilis, C. entomorhiza, C. gracilis, C. stylophora, C. ravenelli, C. aemona (Kobayasi, 1937; Mains, 1957b; 1958).

O. Lepidoptera (mariposas y polillas): C. washingtonensis, C. paludosa, C. crinalis, C. tuberculata, C. venezuelensis, C. militaris, C. elongata, C. polyarthra, C. bifusispora, C. craigii, C. flabella (Mains, 1951a; 1954; 1958; Dennis, 1968; 1970; Pérez-Silva, 1977).

O. Diptera (moscas) : C. dipterigena, C. forquignoni, C. iriomotana, C. sakishimensis (Mains, 1958; Dennis, 1970; Kobayasi y Shimizu, 1982a).

O. Hymenoptera (hormigas y avispas) : C. sphecocephala, C. langosii, C. myrmecophila, C. unilateralis, C. bicephala, C. smitii, C. lloydii (Mains, 1958; Dennis, 1968; 1970; Kobayasi y Shimizu, 1983).

En Costa Rica se han hecho muy pocos trabajos científicos sobre hongos entomógenos, Jirón y Sancho (1983) citan dos de ellos; en el primero, Young y colaboradores hacen un estudio de Entomophthora echinospora, un zigomicete que parasita una cigarra del género Procolina. El otro trabajo fue hecho por Harrison y Stephens (1966), quienes al hacer

una investigación sobre la mariposa Epantheria icasia, plaga del cultivo de banano en Costa Rica, encontraron que los huevos y pupas eran parasitados por un hongo imperfecto llamado Beauveria bassiana.

La finalidad del material colectado en trabajo de campo, es preservarlo y fresco.

Material preservado:

Se envió por tres colecciones de material preservado, que están en tres frascos de vidrio. Estas colecciones fueron hechas en diferentes partes del país. Dos de ellas se encontraron en la escuela de Biología y una en el Jardín Botánico del departamento de Historia Natural del Museo de Costa Rica.

En una de las colecciones se determinó el hospedador y para identificar la especie del hongo se realizaron cultivos microscópicos y macroscópicos:

1. Determinación del hospedador:

Se determinaron los frutos y familia de éste.

2. Germinación del parásito:

3. Características macroscópicas:

MATERIALES Y METODOS

Este trabajo se realizó en los laboratorios de Micología y Microtécnicas de la Escuela de Biología.

Para la identificación del material colectado se trabajó con material preservado y fresco.

(A) Material preservado:

Se contó con trece colecciones de hongos del género Cordyceps, que tenían sus cuerpos fructíferos completos. Estas colecciones fueron hechas en diferentes localidades del país, doce de ellas se encontraban en el herbario de la Escuela de Biología y una en el Herbario Nacional, en el Departamento de Historia Natural del Museo Nacional de Costa Rica.

Para cada una de las colecciones se determinó el hospedante y para identificar la especie del hongo se evaluaron características macroscópicas y microscópicas:

I. Determinación del hospedante:

Se determinaron los órdenes y familias de éste.

II. Determinación del parásito:

1. Características macroscópicas:

Se observaron mediante estereoscopio y a simple vista: forma, dimensiones, textura y color de los estromas y sinemas con sus estípites (Fig. 1)

2. Características microscópicas:

Por ser el material preservado muy duro para hacer los cortes sobre los cuerpos fructíferos, fue necesario tratar los especímenes de la siguiente forma:

- a) Ablandamiento: se puso el material a remojar por un período de 15 minutos aproximadamente, en solución de hidróxido de potasio al 5% para ablandar los estromas (Dennis, 1968).
- b) Fijación: se utilizó el fijador standar F.A.A.
- c) Deshidratación: se usó el método de deshidratación en serie de alcohol butílico terciario.
- d) Infiltración: se utilizó el método de parafina corriente.
- e) Corte y montaje: se hicieron cortes longitudinales y transversales de 10 μ en micrótopo rotatorio. Se montaron en portaobjetos con adhesivo de Haupt y solución flotadora. Se secaron en estufa a 40°C.
- f) Tinción: se procedió a hacer pruebas para la tinción de los cortes con los métodos de safranina-verde rápido, de Hematoxilina de hierro de Heindenhain y una mezcla de ambos. Los dos primeros fueron propuestos por Johansen (1940)

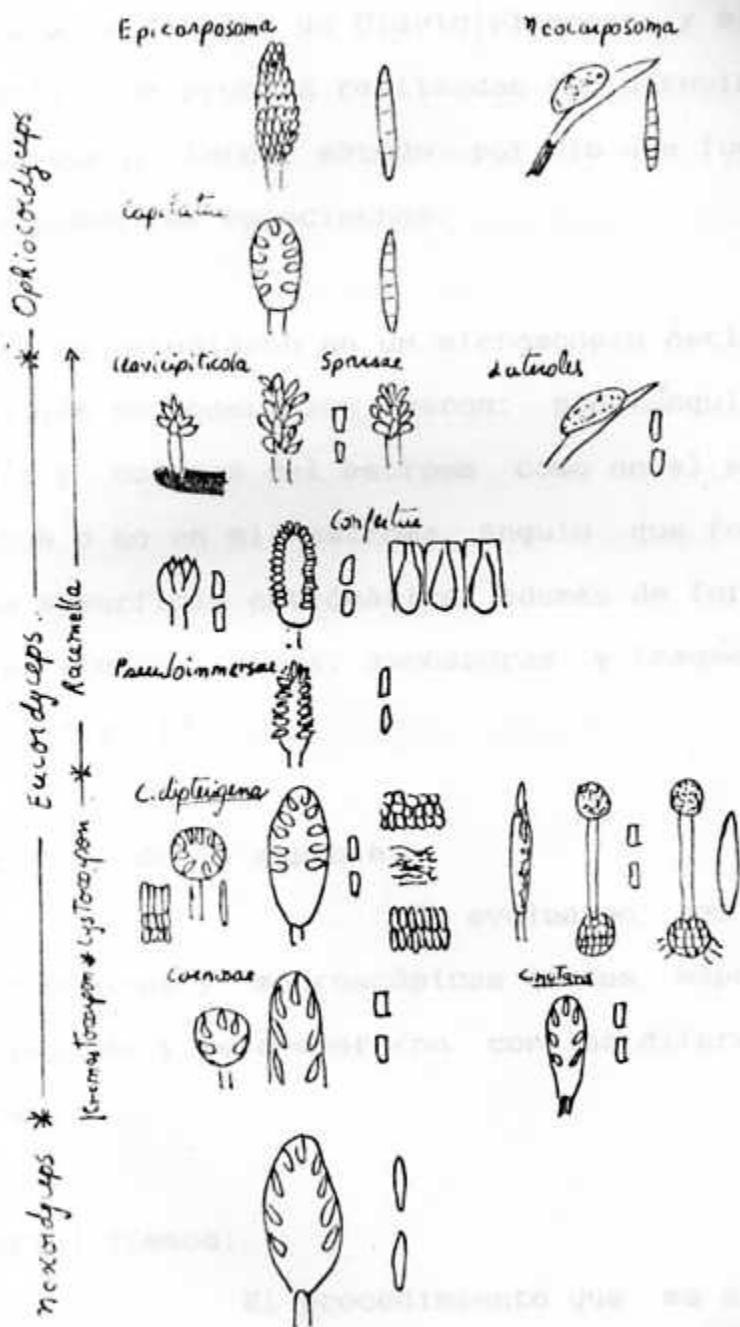


Fig. 1.

Diagrama mostrando los subgéneros, secciones y subsecciones del género Cordyceps (Kobayasi, 1982).

y Sass (1958) para la tinción de Clavicipitaceae, y el último por Gorini (1984*). De pruebas realizadas se obtuvieron mejores resultados con el tercer método, por lo que fue el que se utilizó para todos los especímenes.

Las láminas se estudiaron en un microscopio óptico. Las características que se observaron fueron: plecténquima (tanto en la médula y corteza del estroma como en el pie), peritecios inmersos o no en el estroma, ángulo que forman los peritecios y la superficie estromática, además de forma y dimensiones de peritecios, ascos, ascósporas y fragmentos de estas últimas. (Fig. 1)

3. Determinación de la especie:

Se evaluaron las características macroscópicas y microscópicas de los especímenes, además del hospedante y se compararon con las diferentes especies descritas.

(B) Material fresco:

El procedimiento que se siguió fue semejante al usado con el material preservado; sin embargo,

* Gorini, Doris. 1984. Comunicación personal.

por no existir endurecimiento de los estromas, los cortes se hicieron directamente con navajilla. Los reactivos que se emplearon para teñir el material cuando fue necesario fueron Melzer y Lactofenol azul, propuestos por Dennis (1968) para material fresco (Kühner y Romagnesi, 1974).

Se tomaron fotografías del material fresco y preservado, mostrando el hospedante y las características macroscópicas y microscópicas de cada especie. Se hicieron esquemas de algunas de las características microscópicas.

Se describieron las especies identificadas.

Parasitus (brouqui)
Parasitus sp. (1)
C. mexicanus

C. leionurus

C. bipunctatus

C. maculatus

S. fulviventris

Stictopora sp. (1)

Stictopora sp. (2)

Stictopora sp. (5)

Dendroica sp.

Stictopora sp.

Stictopora sp.

Stictopora sp.

Stictopora sp.

CUADRÓ 1.

Especies del género Cordyceps y de Deuteromycetes relacionados según su hospedante de Costa Rica.

Hospedante	Parásitos (hongos)
Ascomycetes	Ascomycetes
<u>Elaphomyces granulatus</u>	<u>Cordyceps capitata</u>
Arachnida	
Arañas	<u>C. ignota</u>
Insecta	
Ootecas de mantis	<u>Cordyceps</u> sp. (α)
Cucarachas	<u>C. amazonica</u>
Chinches	<u>C. tricentrus</u>
Cigarras	<u>C. nipponica</u>
Abejones adultos	<u>C. curculionum</u>
Larvas de abejones	<u>C. polyarthra</u>
	<u>Cordyceps</u> sp. (β)
	<u>Cordyceps</u> sp. (γ)
	<u>Cordyceps</u> sp. (δ)
	Deuteromycetes
Mariposas nocturnas adultas	<u>Akanthomyces aculeata</u>
	<u>Insecticola pistillariaeformis</u>
Avispas adultas	<u>Hirsutella stylophora</u>
Hormigas adultas	<u>Stilbum burmense</u>

RESULTADOS

De los especímenes colectados se lograron identificar doce especies. En el Cuadro 1 se observan las especies estudiadas con sus hospedantes.

A continuación se presenta una descripción de cada especie:

Ascomycetes: Clavicipitaceae.

Micógeno:

1. Cordyceps capitata (Fr.) Link, Handbuch 3: 347. (1833). Localidad tipo (L.T.): Europa. (Fig. 2 y 13-15).

Sinonimia:

Sphaeria capitata Fr., Syst. Myc. 2: 324. (1832).

Cordyceps nigriceps Peck, Bul. Torrev Bot. Club 27: 21. (1900).

Distribución:

Japón, Bélgica, Hungría, Francia, Canadá, E.U.A., México y Costa Rica.

Costa Rica: UCR. #21637, 2-9-80, El Jardín de Dota, San José; UCR. #21636, 15-10-80, El Jardín de Dota, San José; UCR. #21744, 27-8-84, El Jardín de Dota, San José.

Estroma capitado, 5-15 cm de largo. Parte fértil ovoide cuando joven y esférica cerebroide al madurar, 0,5-2,0 x 1,0-1,9 cm, café oliváceo cuando joven y café negro al madurar, bien diferenciada del estípote, con un sólo surco longitudinal cuando joven y varias al madurar dando la forma cerebroide. Punteada por los ostíolos de los peritecios completamente inmersos en ángulo recto en el estroma.

Estípote amarillo cuando joven y café oscuro con la base (parte enterrada) de color crema al madurar, con surcos longitudinales, 4,5-13,0 x 0,3-1,0 cm.

Peritecios de ovoides a en forma de botella, 530-750 u x 250-430 u; paredes café claro de 25-35 u de grosor y cuellos de 23 x 20 u, la base de los peritecios tiene paredes engrosadas. Ascospores cilíndricos y angostados en los extremos (fusoides), hialinas, 295-500 x 10-12 u, paredes de 1,0 u de grosor con engrosamientos en los ápices de 2,0-5,0 u. Ascósporas filiformes, multiseptadas, hialinas, 3,0-5,0 u de grosor, no diferenciadas dentro del asco y al romperse éste se fragmentan en segmentos cilíndricos, unicelulares de 11-30 x 3,0-5,0 u.

Cabeza estromática con apariencia gelatinosa cuando joven y seca al madurar, compuesta por una capa cortical donde está la región ascógena con hifas pseudoparenquimatosas de color café oscuro, que no se diferencian de las de la región ectal; el contexto es blanquecino, compactamente entremez-

estado.

El plecténquima del estípite es pseudoparenquimatoso en la corteza con hifas café claro que se van aclarando hacia la base, y se aflojan hacia el centro hasta quedar hueco de la mitad inferior hacia abajo.

Habitat:

Los dos especímenes colectados en 1980, no tenían hospedante. El de 1984 fue colectado sobre un ascomicete hipógeo: Elaphomyces granulatus Fr., enterrado en el suelo de un bosque de encinos; para la identificación del hospedante se utilizó el trabajo realizado por Pacioni (1981).

Se incluye en este trabajo la descripción de esta especie, aunque sea micógena y no entomógena, porque estaba en el Herbario de la Escuela de Biología con los otros especímenes de Cordyceps y es la primera vez que se cita esta especie en la micoflora costarricense.

El tamaño de los estromas y partes fértiles, así como los estípites, coincide con la mayoría de los especímenes citados por los autores consultados (Mains, 1957a; Kobayasi y Shimuzu, 1960; Thiers, 1973; Pérez-Silva, 1977). Sin embargo, en cuanto al tamaño de los peritecios, aunque la mayoría se encuentra en el ámbito de tamaño que proponen los autores, algunos son más pequeños; sin embargo, el diagnóstico de esta especie no se basa sólo en el tamaño de los peritecios,

uno en el conjunto de características.

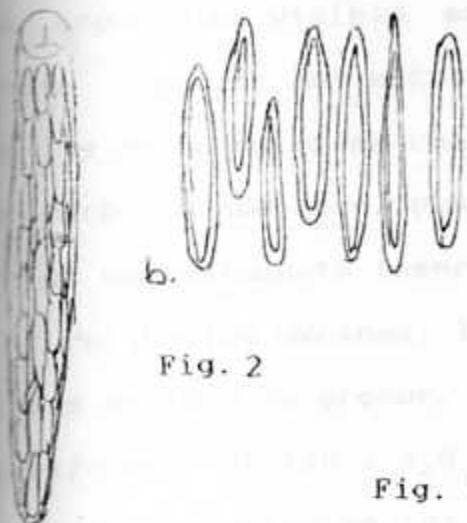


Fig. 2

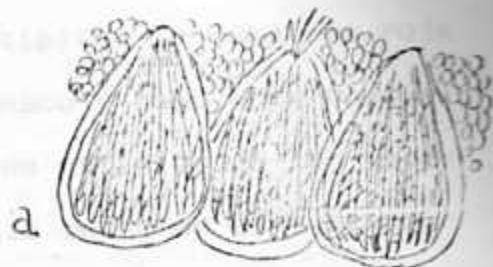


Fig. 3

Fig. 2. C. capitata.

a. Asco x 400. b. Ascósporas secundarias x 1000

Fig. 3. C. ignota.

a. Peritecios y tejido que los rodea x 1000.

b. Corteza y región ascógena x 40.

Anacnólicas:

Sobre arañas:

2. Cordyceps ignota March., Physis 20:17. (1954). L.T.:

Argentina. (Fig. 3 y Fig. 16)

Distribución:

Argentina y Costa Rica.

Costa Rica: UCR. # 21833, 20-10-74, San Ramón de Tres Ríos, Cartago.

Estroma cilíndrico, aplastado con ramificaciones alci-cornes, 4, 0-6, 5 cm de alto, las ramificaciones alcanzan

hasta 1,0 cm de alto y 1,0-3,0 mm de grosor. No existe una separación visible entre la parte fértil que ocupa el tercio superior del estroma y el estípote, la base es roja con los extremos crema cuando está fresco y rojo ocre todo el ascocarpio cuando seco, punteado por los ostíolos de los peritecios completamente inmersos en ángulo recto en el estroma.

Peritecios ovoides, 115-215 x 83-105 u, con paredes amarillentas de 10 u de grosor, con perifisis. Ascocostromas estrechamente claviformes 95-120 x 4,0 u, con paredes de 0,5 u de grosor, con engrosamientos en los ápices de 3 u. Ascósporas filiformes, multicelulares, 33-40 x 1,0 u, no se fragmentan pero los segmentos son unicelulares de 4,0 x 1,0 u.

Los peritecios están muy juntos y rodeados en su parte superior por un micelio de hifas muy sueltas.

Habitat:

El hongo está sobre una araña pica-caballo de la especie Sphaerobothria hoffmani (F. Theraphosidae). Los estromas emergen lateralmente del cuerpo de la araña y algunas ramificaciones del torax.

Existe una especie C. wittii descrita por Kobayasi (1977f) que tiene semejanza con nuestro ejemplar en cuanto a forma, color del estroma y hospedante, pero su tamaño es mucho más grande, así como el de los peritecios. Kobayasi

(1982) considera que la especie C. ignota que Mains (1954) incluye en su artículo "Species of Cordyceps on spiders", tiene una descripción insuficiente para ser revisada, probablemente por sus ascósporas inmaduras; sin embargo, él incluye en su clave la especie C. wittii, la cual no presenta descripción ni medidas de ascos y ascósporas por estar inmaduro el estroma.

Nuestra especie es C. ignota, ya que además de ser semejante en sus características macro y microscópicas, las ascósporas son multiseptadas y no rompen en segmentos, circunstancia que Mains (1954) consideró debe de ocurrir en esta especie.

Entomógenos:

Sobre cucarachas:

3. Cordyceps amazonica Henn., Hedwigia 43: 247. pl 4, fig. 4. (1904). L.T. : Brazil. (Fig. 4 y Fig. 17).

Distribución:

EUA., Belice, Bolivia, Brazil, Costa Rica.

Costa Rica: UCR. #21830, 16-9-81, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro de Montes de Oca, San José.

Estroma capitado, 4,4 cms. de alto. Parte fértil color salmón cuando fresca y crema al estar preservado, 4,4 x 4,0 mms., casi esférica, punteada por los ostíolos de los perite-

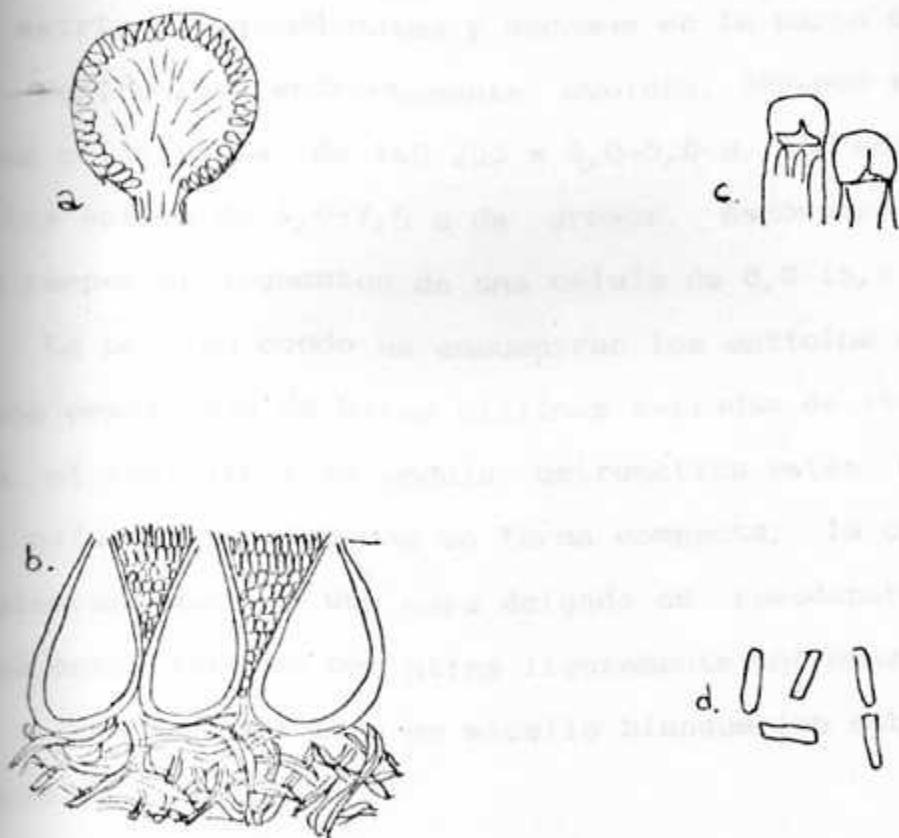


Fig. 4. C. amazonica.

- a. Cabeza estromática x 20. b. Corte transversal de región ascógena y médula x 400. c. Parte apical del asco x 400. d. Ascósporas secundarias x 1000.

cios cafés que están totalmente inmersos en el estroma en ángulo recto.

Estípites crema con la base amarillo paja, 4,0 x 2,0 mm., con estrias longitudinales y escamas en la parte superior.

Peritecios estrechamente ovoides, 700-800 x 200-280 u. Ascosporas cilíndricas de 160-200 x 4,0-5,0 u, con engrosamientos en los ápices de 6,0-7,5 u de grosor. Ascósporas filiformes que rompen en segmentos: de una célula de 8,0-15,0 x 1,0 u.

La porción donde se encuentran los ostiolos es semejante a una empalizada de hifas hialinas septadas de 15-25 u de ancho, el estípite y la médula estromática están constituidos por hifas entremezcladas en forma compacta; la corteza de la región ascógena en una capa delgada de pseudoparénquima y la capa ectal formada por hifas ligeramente entremezcladas.

Presenta una masa de micelio blanquecino sobre el hospedante.

Habitat:

El hospedante es una cucaracha (O. Blattaria) casi completamente deshecha, sólo el exosqueleto de la parte dorsal y una porción de la ventral son visibles.

El estroma colectado en Costa Rica de C. amazonica es de mayor tamaño que los especímenes descritos por Kobayasi (1977f) y Mains (1958), sin embargo las medidas de las demás estruc-

turas son semejantes.

Los especímenes descritos por Kobayasi (1977f) y la mayoría de los revisados por Mains, fueron recolectados sobre grillos (O. Orthoptera) aunque uno de los revisados por Mains (1958) es sobre una cucaracha, al igual que el nuestro.

Sobre chinches:

4. Cordyceps tricens (Lloyd) Yasuda, Myc. Writ. 4: 568. Figs. 775-776. (1916). L.T.: Japón. (Fig. 5 y 18)

Sinonimia:

Cordyceps tricentri Yasuda ex Lloyd, Myc. Writ. 4: Let. 60, p. 14. (1915).

Distribución:

Japón y Costa Rica.

Costa Rica: UCR. # 21829, 10-81, Barrio Saprissa, San Pedro de Montes de Oca, San José.

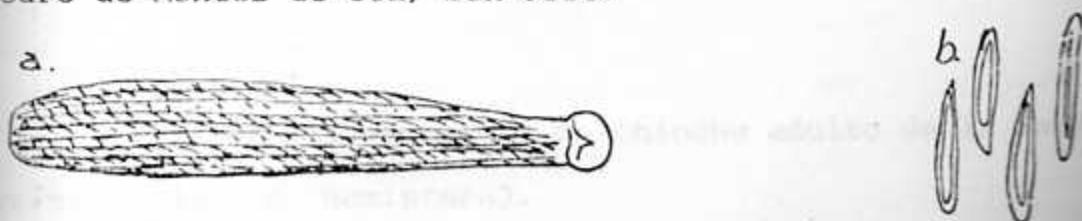


Fig. 5. C. tricens.

a. Asco x 400. b. Ascósporas secundarias x 1000.

Estroma estipitado, 1.5-2.5 cm. de largo. Parte fértil

amarilla, claviforme. 3,0-5,0 x 1,0-3,0 mm. Peritecios totalmente inmersos en el estroma en forma oblicua sobresaliendo únicamente los ostiolos café oscuro.

Estípote amarillo, con la porción enterrada más oscura, 1,2-2,0 x 0,1-0,2 cm.

Peritecios amarillo paja, claviformes pubescentes, 825-1000 x 300-330 u (base) - 175-185 u (ápice), con paredes de 23u de grosor. Ascosporas estrechamente claviformes, 550-650 x 5,0-7,0 u, con engrosamientos en los ápices de 4 u de grosor. Ascósporas filiformes multiseptadas que rompen en segmentos unicelulares de 10-11 x 1,5-3,0 u.

Las hifas del estípote parecen entremezcladas formando una espiral compacta en los bordes, el centro es hueco. La médula estromática es pseudoparenquimatosa con hifas de color amarillo paja y la parte ascógena es de 1,0 mm de grosor, donde las hifas están acomodadas en una empalizada que se acentúa en los bordes de color amarillo más fuerte.

Habitat:

El hospedante es un chinche adulto de la familia Pyrrhocoridae (O. Hemiptera).

En vista de que en la literatura no se encontró una descripción completa de esta especie, se presentó una descripción detallada. Las características que se tomaron como base

para determinar que nuestro espécimen es C. tricentrus fueron su hospedante y la forma oblicua en que están inmersos los peritecios en el estroma, además de la forma de éste.

Sobre cigarritas:

5. Cordyceps nipponica Kobayasi, Bull. Biogeogr. Soc. Japan, 9: 151. (1939). L.T.: Japón. (Fig. 6 y Fig. 25)

Distribución:

Japón y Costa Rica.

Costa Rica: L.D.Gómez #22982, 9-34, Finca El Edén, Santa Marta, Buenos Aires de Osa, Puntarenas.

Estroma estipitado, 3,0-5,5 cm de alto. Cabeza estromática amarillo-ocre cuando fresca y amarillo con ostíolos ocráceos cuando deshidratado, el tejido ascógeno no se distribuye alrededor de toda la médula, sino que quedan partes descubiertas, los peritecios muy agrupados, están distribuidos en los ápices y lateralmente en algunos casos; de globosa a ampliamente cilíndrica, 1,0-4,0 x 1,2-4,0 mm, con peritecios inmersos en el estroma en ángulo recto.

Estípite ondulado, dicotómicamente ramificado o simple algunas veces, café claro al deshidratarse, 2,9-5,1 x 0,1-0,2 cm.

Peritecios de subovoides a ovoides, 825-1000 x 320-400 u. con paredes de 8-10 u de grosor, amarillentas. Ascoc cilin-

dricos, 550-600 x 3,0-5,0 u, con engrosamientos inoperculados en los ápices de 1,5-2,0 u. Ascósporas cilíndricas multiseptadas, 168-250 x 1,0 u, rompen en segmentos unicelulares truncados a ambos lados de 3-5 x 1 u.

En la parte fértil, la región ectal está constituida por hifas blancas, longitudinales, la corteza es hialina, pseudoparenquimatosa y la médula tiene hifas arregladas longitudinalmente; en el estípote, la corteza es pseudoparenquimatosa de color ocráceo.

Habitat:

El hospedante no fue colectado.

Este espécimen coincide ampliamente en sus características con las descripciones de C. nipponica encontrado en ninfas de Cicadidae (O. Homoptera) dadas por Kobayasi y Shimizu (1963). El hecho de que el hospedante no se haya podido recolectar pudo deberse a que como citan estos autores, este hongo produce sus estromas uno sobre otro en un mismo endosclerocio, hasta agotar completamente sus fuentes nutricionales, por lo que cuando esto ha ocurrido, el hospedante debe quedar casi totalmente deshecho y al separar la tierra, éste pudo destruirse.

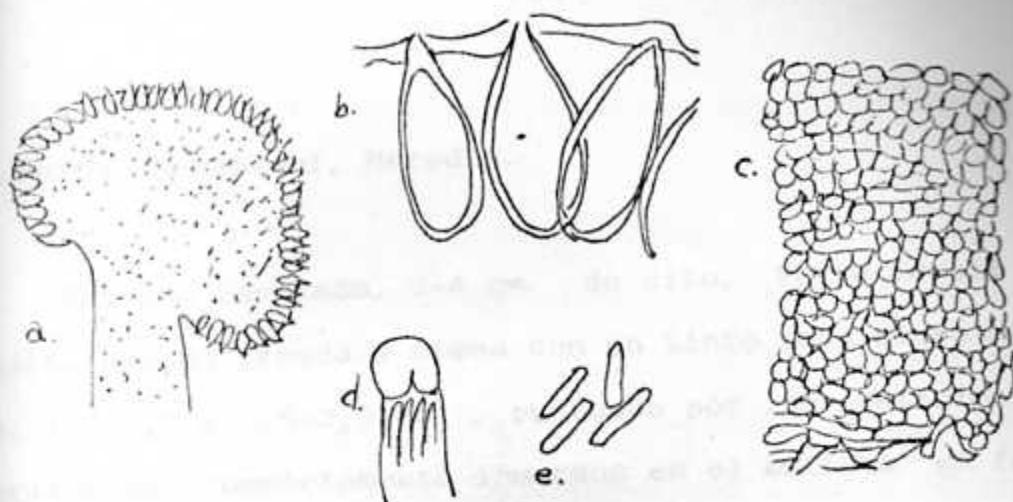


Fig. 6. C. nipponica.

- a. Cabeza estromática x 20. b. Región ascógena x 40.
c. Corte de la región fértil x 1000. d. Parte apical
del asco x 400. e. Ascósporas secundarias x 1000.

Sobre abejones:

6. Cordyceps curculionum (Tul.) Sacc., *Michelia* 1: 320.
(1879). L.T.: Perú. (Figs. 19-21).

Sinonimia:

- Torrubia curculionum Tul., *Sel. Fung. Carp.* 3:
20. (1879).

- Cordyceps bicephala subsp. curculionum Moureau,
Mem. Inst. Roy. Col. Belge 7 (fasc. 5): 50. (1949).

Distribución:

Zaire, Brasil, Ecuador, Perú, Belice, Jamaica,
Panamá y Costa Rica.

Costa Rica: UCR #21672, 14-11-75, El Pizote, San Ramón
de Tres Ríos, Cartago; UCR #21746, 11-79, Estación Biológica

La Selva, Sarapiquí, Heredia.

Estroma capitado, 2-4 cm de alto. Parte fértil ovoide, rojiza cuando fresca y crema con un tinte rosa claro al secarse, 2,0-5,0 x 0,5-2,0 mm, punteada por los ostíolos de los peritecios completamente inmersos en el estroma en forma oblicua.

Estípites café oscuro en la base y crema en la región que está en contacto con la cabeza, 1,7-3,5 x 0,05 cm

Peritecios cónicos, 750-850 x 250-300 u, con paredes café claro de 20 u de grosor. Ascosporas cilíndricas, 625-775 x 5-7 u, con engrosamientos en los ápices de 4 u. Ascósporas filiformes que se rompen en segmentos fuscidos de 8,0-11,0 x 1,5-2,0 u.

En la cabeza estromática, la porción donde sobresalen los ostíolos tiene una capa de células externas hialinas, oblongas y hacia el interior tiene un pseudoparenquima café entre los peritecios que se encuentran estrechamente unidos.

Las hifas que constituyen el estípites son amarillentas compactamente entremezcladas, que se sueltan en la médula.

Habitat:

El espécimen colectado en Cartago se encontró parasitando un abejón del género Platinus (F. Carabaeidae, del orden Coleoptera). El ejemplar colectado en Sarapiquí

tiene como hospedante un coleóptero adulto de la familia Curculionidae.

Este hongo concuerda en muchas características con los ejemplares de Cordyceps curculionum descritos por Mains (1958) y citados por Kobayasi (1978); sin embargo, las cabezas estromáticas de los cuerpos fructíferos más grandes del espécimen colectado en Sarapiquí tienen unos milímetros más; y el tamaño de los peritecios no llega al límite superior que los autores proponen, pero éstos están inmersos oblicuamente en el estroma, y esta característica junto con el acomodamiento de las hifas en el estípote, médula y parte ascógena, y el estípote concoloro con la cabeza en la región superior son típicas de esta especie, además de su hospedante.

7. Cordyceps melolonthae (Tul.) Sacc., *Michelia* 1: 320. (1879). L.T.: EUA. (Fig. 7 y Figs. 22-23).

Sinonimia:

Torrubia melolonthae Tul., *Sel. Fung. Carp.* 3: 11. (1865).

Cordyceps herculea (Schw.) Sacc., *Lloyd Myc. Writ.* 4: Letter 47, note 98, p. 16. (1913).

Distribución:

India Oriental, Ceilán, EUA., México, Guyana, Venezuela, Colombia, Ecuador y Costa Rica.

Costa Rica: UCR. #21832, 6-7-70, Bosque del Río de la Hoja, Heredia; UCR. #21745, 18-8-84, Bosque del Río de la Hoja, Heredia.

Estroma estipitado, 9,5-10,0 cm de alto. Parte fértil blanca cuando fresco y crema al secarse, furcada, 1,8-2,5 x 0,7-1,3 cm. La porción ascógena no rodea completamente el estroma, dejando un lado y el ápice expuestos. Peritecios inmersos en el estroma en ángulo recto, de los que sobresalen sus ostiolos amarillo paja.

Estípite crema, 7,3-8,2 x 0,5-0,7 cm, ondulado en la parte que estaba enterrada y recto en la expuesta, con surcos longitudinales muy superficiales.

Peritecios ovoides, 410-500 x 175-250 u. Ascós cilíndricos, 220-330 x 7-8 u, con engrosamientos en los ápices de 2,0-3,5 u. Ascósporas filiformes multiseptadas, que rompen en segmentos unicelulares de 5,0-8,0 x 1,5-2,0 u.

El estroma, en el estípite y parte central de la porción ascógena, presenta hifas entremezcladas longitudinalmente en forma compacta; la región que rodea los peritecios es pseudoparenquimatosa con una capa de células ovaladas.

Habitat:

El hospedante en las dos colecciones es una larva de coleóptero de la familia Scarabaeidae, un abejón de ma-

yo del género Phyllophaga (fogoto).

Los especímenes colectados de esta especie en cuanto a dimensiones de peritecios, ascos, ascósporas y ascósporas secundarias coincide más con la descripción de Mains (1958) para C. melolonthae colectados en E.U.A., que con las descripciones de Kobayasi (1979c) de Japón; ya que nuestros ejemplares son de mayor tamaño. Mains incluye en esta especie dos variedades; la var. rickii y la melolonthae; los Cordyceps de esta especie pertenecen a la segunda variedad, pues la porción ascógena no cubre completamente la médula estromática, sin embargo, son de color blanco a diferencia de los especímenes de Mains que son amarillo sulfuroso, en este caso podría hablarse de la existencia de una nueva forma como lo hacen Kobayasi y Shimizu (1976) con Torrubiella arachnophila forma alba.

En 1896 se colectó la especie C. pittierii, la cual fue descrita de un espécimen sobre una larva de coleóptero. Mains (1958) consideró que la información que se suministró sobre ella no era suficiente para establecer una identificación. Sin embargo, Kobayasi (1941) la incluye como sinónimo de la especie C. melolonthae. En este caso es factible que se tratara de un representante de la especie que se describe en este trabajo, ya que ésta presenta un color crema al secarse como se menciona para C. melolonthae cuando está preservado.

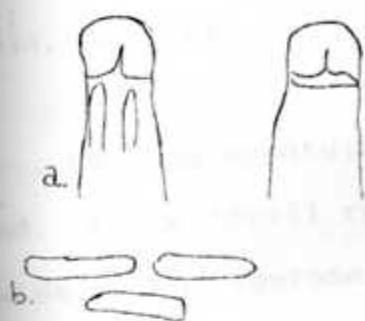


Fig. 7

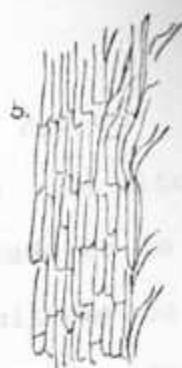


Fig. 8

Fig. 7. C. melolonthae.

a. Región superior del asco x 400. b. Ascósporas secundarias x 1000.

Fig. 8. C. polyarthra.

a. Región ascógena x 20. b. Región del estípote x 400.
c. Asco x 400.

8. Cordyceps polyarthra Möller, Phycom. u Asco. p. 213, pl. 6, f. 83. (1901). L.T.: Brasil. (Fig. 8 y Fig. 24)

Sinonimia:

Cordyceps fasciculata Pat., Bul. Soc. Myc. France 15: 206. (1899).

Cordyceps concurrens Lloyd, Lloyd. Myc. Writ. 7: 1180. (1922).

Distribución:

Siberia, Guadalupe, Brasil, Ecuador, Guyana, Panamá y Costa Rica.

Costa Rica: UCR. #21688, 26-6-73, Bosque del Río de la

Hoja, Heredia.

Estroma espatulado, rojo anaranjado. 2,0 cm de longitud. Parte fértil rojo anaranjado, 0,5 cm de alto, en forma de clava ligeramente aplanada y bifurcada en la parte superior, con numerosos peritecios rojos semiinmersos en el estroma en ángulo recto, de los cuales sobresalen los ostíolos. La bifurcación se da a 1,3 cm y mide 3,0 mm de ancho en el extremo superior. No se observa una diferenciación entre el estípite y la parte fértil.

Peritecios claviformes u ovoides, 270-350 x 120-165 u, con paredes café de 16-20 u de grosor. Ascosporas cilíndricas, 170-190 x 4,0-5,0 u, unidas en la base, con engrosamientos en los ápices de 8,0 u de grosor. No se observan ascósporas, lo que sugiere que aún está inmaduro.

En el estípite, la médula del estroma y la parte ascógena, las hifas están entremezcladas y son amarillo claro, y en la capa ectal son café amarillento.

Habitat:

Este hongo se encontró parasitando una larva de coleóptero de la familia Scarabaeidae, que se encontraba sobre restos de hojas caídas; hay una masa de micelio que rodea al hospedante.

Este espécimen tiene todas las características que se citan en las descripciones dadas por Mains (1958). Sin embargo, el hospedante para los especímenes descritos por él es una larva de Lepidoptera, mientras que nuestro ejemplar está parasitando una larva de Coleoptera. Mains (1958) cita una especie C. gracilis que presenta un comportamiento semejante parasitando tanto larvas de coleopteros como de lepidopteros.

En las descripciones de C. polyarthra dadas por Dennis (1968) y Kobayasi (1979e) citan que los peritecios se vuelven superficiales al alcanzar la madurez el ascocarpo, los especímenes de Mains (1958) son inmersos en el estroma, pero él señala que está inmaduro y el nuestro tiene semiinmersos; sin embargo, al igual que los de Mains, no está completamente maduro, a lo que puede deberse la diferencia. En las demás características, como cité anteriormente, existe una gran semejanza.

Deuteromycetes: Stilbaceae.

Entomógenos:

Sobre mariposas nocturnas:

9. Akanthomyces aculeata Lebert, Zitsch. Wissen Zoologie 9: 447. (1858). L.T.: Inglaterra. (Fig. 9 y Fig. 26)

Sinonimia:

Isaria sphingum Schw. ex Fr., Sys. Mycol. 3: 275. (1832).

Hymenostilbe sphingum (Schw.) Petch., Trans.
Brit. Mycol. Soc. 27: 82. (1944).

Distribución:

Japón, Inglaterra, Canadá, EUA., Costa Rica
y El Salvador.

Costa Rica: UCR. #21863, 7-84, Parque Nacional Braulio
Carrillo, Estación Carrillo, San José; UCR. #21862, 8-84,
Sireno, Parque Nacional de Corcovado, Puntarenas; UCR #21864,
10-12-84, Parque Nacional Braulio Carrillo, Estación Carrillo,
San José.

Micelio blanco amarillento formando conos, de los cuales
se originan sinemas blanco amarillento, cilindricos acumina-
dos en los ápices, 0,3-1,0 x 0,01-0,05 cm, compuestos por
hifas muy compactas; de las más externas salen fiálidas de
6-15 x 2,5-4,0 u, cilíndricas, que se estrechan en los ápices.
Conidios ovoides hialinos, unicelulares, lisos, 3-6 x 2-3 u,
en cadenas sobre pequeños esterigmas.

La masa de micelio que rodea al hospedante, lo une al
sustrato que en la primera colección es una hoja de helecho y
en la segunda, una hoja de angiosperma; la tercera colección
se recolectó sin sustrato.

Habitat:

El hospedante en los tres casos es una polilla

adulta de la familia Sphingidae (Lepidoptera).

Aunque la evidencia que se ha encontrado no es concluyente, varios de los investigadores que han trabajado con esta especie, la relacionan con estadios periteciales de C. tuberculata, especie que también parasita polillas adultas (Mains, 1950b; Barnett y Hunter, 1972; Kobayasi, 1981a; 1982).

Se ha observado que el desarrollo de estas dos especies sobre mariposas nocturnas es similar; sin embargo, no se ha encontrado en el campo una asociación del estadio conidial y el peritecial, por lo que no se toma como un hecho que una sea la fase imperfecta de la otra.

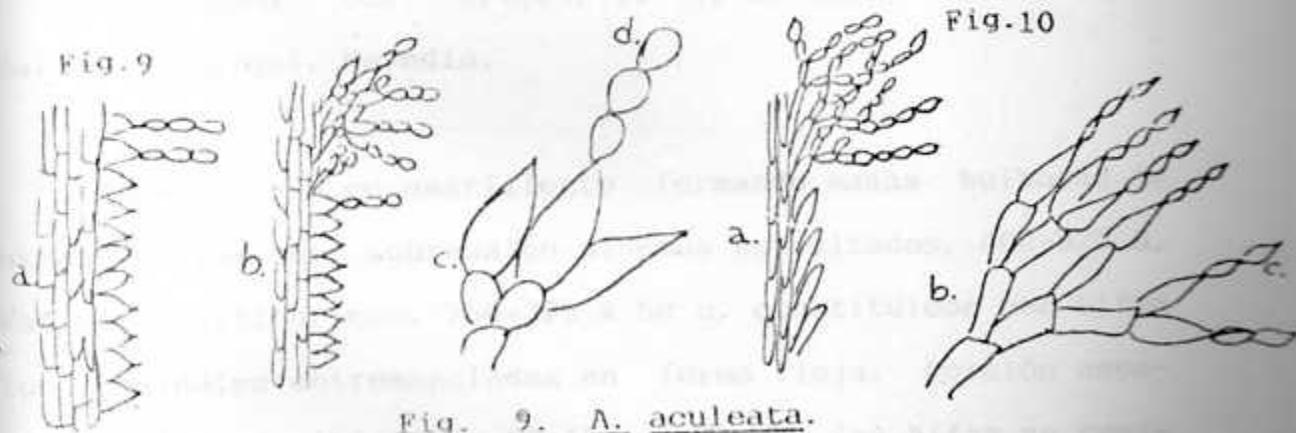


Fig. 9. A. aculeata.
a y b. Corte transversal del sinema x 1000. c. Fiálides con conidios catenulados. d. Conidios ovoides x 1000. (diagrama tomado de Mains, 1950b).

Fig. 10. I. pistillariaeformis.
a. Corte transversal del sinema x 1000. b. Fiálides con conidios catenulados. d. Conidios fusoides (diagrama tomado de

Mains, 1950b).

10. Insecticola pistillariaeformis (Pat.) Mains, *Mycologia* 42: 579. (1950b). L.T.: Santo Domingo, República Dominicana. (Fig. 9 y Fig. 27)

Sinonimia:

Isaria pistillariaeformis Pat., *Bull. Soc. Myc. Fr.* 9: 163. (1893).

Distribución:

Guyana, Trinidad, República Dominicana y Costa Rica.

Costa Rica: UCR. #21861, 11-79, Estación Biológica La Selva, Sarapiquí, Heredia.

Micelio blanco amarillento formando masas bulbosas de hifas, de las que sobresalen sinemas estipitados, 400-525 u. Estipites cilíndricos, 250-325 x 50 u, constituidos por hifas longitudinales entremezcladas en forma floja. Porción esporógena globosa, 150-200 x 80-150 u, donde las hifas se ramifican y terminan en fiálides cilíndricas con ápices acuminados de 7-10 x 2,0-2,5 u. Conidios fusoides, 3-5 x 1,0-1,5 u, hialinos, unicelulares, catenulados.

Masas de micelio blanco amarillento rodean al hospedante formando una capa que lo une a una hoja de monocotiledónea.

Habitat:

El hospedante es una mariposa nocturna de la familia Sphingidae (Lepidoptera).

Esta especie, al igual que A. aculeata, la relaciona con el estadio peritecial de Cordyceps tuberculata (Mains, 1950b y 1958). Pero al contrario de la primera, ha sido posible recolectar el estadio conidial y el peritecial asociados, por lo que Mains (1958) afirma sin lugar a dudas que esta última especie es el estado perfecto de I. pistillariaeformis.

Sobre Himenópteros:

11. Hirsutella stylophora Mains, Mycologia 43: 703. f.
15. (1951b). L.T.: EUA. (Fig. 11 y Fig. 28)

Distribución:

EUA., México y Costa Rica.

Costa Rica: UCR. #21865, 7-84, Sirena, Parque Nacional de Corcovado, Puntarenas; UCR. #21876, 8-84, Sirena, Parque Nacional de Corcovado, Puntarenas.

Sinemas café oscuro que se originan de masas de micelio crema que unen el hospedante a una hoja seca. Los sinemas salen de varias partes del cuerpo y apéndices del hospedante, son muy delgados, cilíndricos, algo acuminados en los ápices, muy variables en longitud, 7-18 x 0.2-0.7 mm, constituidos por hifas paralelas longitudinales muy compactas, de 3-4 u de

grosor. Fiálides hialinas colocadas en forma espaciada, se originan de hifas externas del sinema, tienen la porción inferior obovoide de 8-12 x 3-4 u, agudas en los ápices, terminando en esterigmas alargados de 10-25 x 1.0-1.5 u. Conidios de fusoides a obovoides, de 5-10 x 2.5-4.0 u, cada uno rodeado por una gota de mucus de 5-10 u de diámetro.

Habitat:

En los tres especímenes recolectados, los hospedantes son avispas de la familia Vespidae (Hymenoptera).

Estos especímenes coinciden en todas sus características con las que presenta la especie H. stylophora, por ejemplo la forma y dimensiones de los sinemas, fiálides, esterigmas y conidios.

Mains (1951b) cita que esta especie ha sido encontrada en Estados Unidos en asociación con los peritecios de la especie Cordyceps stylophora, sobre larvas de escarabajos. Nuestros especímenes fueron encontrados sobre himenópteros, al igual que le ocurrió en México a la investigadora Pérez-Silva (1978) quien los cita como nuevos hospedantes para esta especie.

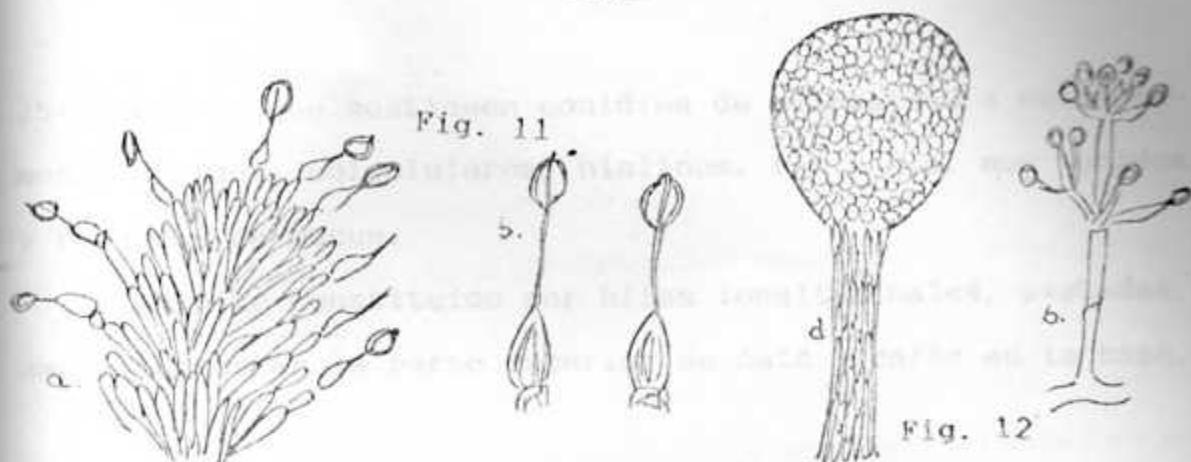


Fig. 11. H. stylophora.

a. Sinema x 1000. b. Fiálides con esterigmas y conidios x 1000.

Fig. 12. S. burmense.

a. Sinema x 400. b. Fiálides con esterigmas y conidios (diagrama tomado de Barnett y Hunter, 1972).

12. Stilbum burmense Mains, Mycologia 40: 410. (1948).

L.T.: Burma, India. (Fig. 12 y Fig. 29)

Distribución:

India y Costa Rica.

Costa Rica: UCR. #21860, 8-84, Blake, Parque Internacional de la Amistad (sector costarricense), Limón.

Sinema capitado, 1,5-2,8 mm de alto. Parte fértil ovoide, amarillo ocráceo, 0,8-1,0 x 0,3-0,7 mm. Estípites café oscuro en la base y amarillo ocráceo en la región unida a la cabeza, aplastado, ondulado, 1,2-2,1 x 0,1-0,3 mm.

Región esporógena rodeada por una capa de fiálides de

25-27 x 2 u, que sostienen conidios de elipsoides a estrechamente ovoides, unicelulares, hialinos, 6-8 x 2 u, muy unidos y rodeados de mucus.

Estípote constituido por hifas longitudinales, septadas, amarillentas en la parte superior de éste y café en la base.

Habitat:

Se encontró el hongo parasitando una hormiga adulta (Hymenoptera: Formicidae). Los sinemas se originan de las extremidades, antenas, cabeza y parte dorsal del tórax del hospedante, que está rodeado por un micelio blanco.

En la literatura se citan solamente dos especies de Stilbum que parasitan hormigas: S. formicarum y S. burmense (Mains, 1948). Ambas poseen el sinema bicolorado, pero la primera posee un sinema lineal con ápices agudos, obtusos o ligeramente inflados, conidios de hasta 9 u y las fiálides forman una empalizada sobre todo el sinema; en la segunda, los conidios son más pequeños, el sinema es definitivamente capitado y las fiálides están sólo en la cabeza (Mains, 1948). Tomando en cuenta las características típicas de cada especie, nuestro ejemplar pertenece a la especie Stilbum burmense.

Esta especie ha sido relacionada con los estadios periteciales de especies de Cordyceps que parasitan hormigas y presentan su estroma también bicolorado como: C. australis.

C. bicephala, C. necator, C. proliferans y C. huberiana (Mains, 1948). Sin embargo, no se ha podido comprobar realmente esta relación, pues no han sido encontrados asociados.

De las 16 especies colectadas, 4 no se lograron identificar; sin embargo, se logró determinar que pertenecían al género Cordyceps. Seguidamente cita una descripción de cada una de ellas:

Sobre mantis:

1. Cordyceps sp. (α). (Fig. 30)

Distribución:

Costa Rica: UCR. #21856, 7-8-84, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro de Montes de Oca, San José; UCR. #21857, 7-8-85, San Ramón de Tres Ríos, Cartago; UCR. #21859, 1-10-85, San Ramón de Tres Ríos, Cartago.

Estromas estipitados, 1,0-3,2 cm de alto, simples, ramificados o algunas veces se fusionan a nivel de la cabeza o estípites estromáticos. Parte fértil rojo escarlata, cilíndrica, bien diferenciada del estípite, 2,0-8,0 x 0,8-2,5 mm, algunas con pequeños ápices estériles. Se observan las protuberancias de la parte superior de los peritecios que están semiinmersos en el estroma en ángulo recto.

Estípite rojo escarlata, cilíndrico, aplastado, ondulado,

con surcos longitudinales, 0,8-3,0 x 0,02-1,0 cm.

Peritecios anaranjado rojizo, ovoides, 320-530 x 155-300 u, con paredes de 20 u de grosor, rodeados por hifas muy flojas y muy agrupadas. Ascosporas cilíndricas, hialinas, 180-260 x 2-4 u., con engrosamientos en los ápices de 3-4 u. Ascósporas cilíndricas de 1-1,5 u de grosor, divididas en segmentos unicelulares de 2-4 x 1-1,5 u.

El tejido ascógeno es de 185-530 u de grosor y la médula de 340-700 u de grosor, compuesto por hifas pseudoparenquimatosas de color crema.

Habitat:

Los estromas se desarrollan sobre ootecas de insectos del orden Mantodea, que estaban enterrados en un paredón.

Sobre coleópteros:

II. Cordyceps sp. (B). (Fig. 31)

Distribución:

Costa Rica: UCR. #21689, 3-10-72, Concepción de Naranjo, Alajuela.

Estroma estipitado, 4,0-4,8 cm de largo. Parte fértil blanco grisáceo, alargada, aplastada lateralmente hacia los extremos, linguiforme, ancha en la base y delgada en el ápice

20 x 3,5 mm (en la parte más amplia). Peritecios inmersos en el estroma en ángulo recto, excepto por los ostiolos café oscuro.

Estípites pardo amarillento, cilíndrico, 2,8 x 2,0 mm, ondulado.

Peritecios en forma de botella, 290-310 x 105-155 u, con paredes de 42 u de grosor, muy agrupados, amarillo ocre. Ascóscos cilíndricos unidos en masas muy compactas, de 7 u de ancho, con engrosamientos en los ápices de 4 u. Ascósporas multicelulares que rompen en segmentos cilíndricos de 8-13 x 3-4 u.

Médula compuesta por hifas entremezcladas en forma algo suelta, de color amarillo claro, rodeada por una capa de hifas semejantes pero amarillo ocre. Los peritecios están rodeados por un pseudotejido muy compacto, pero alrededor de sus cuellos hay un micelio suelto de hifas amarillo ocráceo.

Habitat:

El hospedante es una larva de abejón de mayo del orden Coleoptera que se encontraba enterrada.

III. Cordyceps sp. (γ). (Fig. 32)

Distribución:

Costa Rica: CI-R-602 #4192, Volcán Barba, Heredia.

Estroma estipitado, 6,5 cm de alto. Cabeza estromática café rojizo, cilíndrica, angostada en los extremos, con surcos longitudinales, pubescente, 4,2 x 0,6 cm (parte más amplia), no hay una separación abrupta entre el estípite y la cabeza estromáticos.

Estípite glabro, crema surcado longitudinalmente, 23 x 5 mm.

La cabeza estromática no tiene peritecios; posee una porción externa café rojizo de 260 u de grosor, compuesta por hifas pseudoparenquimatosas, cubierta por hifas semejantes a pelos. Una corteza de 362 u y una médula compacta, compuesta por hifas paralelas longitudinales crema en el centro y café hacia afuera, de 5,38 cm de grosor.

Habitat:

El hongo se encontró parasitando una larva de abejón (Coleoptera: Scarabaeidae) que estaba enterrada.

IV. Cordyceps sp. (δ). (Fig. 33)

Distribución:

Costa Rica: UCR. # 21858, 7-10-85, Zona Protectora El Rodeo, Ciudad Colón, San José.

Estroma estipitado, 9 cm de alto. Parte fértil ovalada, anaranjada, 1,5 x 0,5 cm, la base es furcada, punteada

por los ostíolos de los peritecios que están completamente inmersos en el estroma en ángulo recto.

Estípites crema en la parte que estaba enterrada y café amarillento en la porción expuesta, tortuoso, con la base muy engrosada, 2,5 cm de ancho y se va adelgazando hacia arriba hasta llegar a 1 mm en la porción unida a la parte fértil, 7,5 cm de alto.

Peritecios ovalados, 415-516 x 196-247 u, con paredes café amarillento de 25-30 u de grosor. Los ascos están totalmente rotos y ya han liberado las ascósporas, que son hialinas, 1-1,5 u de ancho, que rompen en segmentos cilíndricos unicelulares de 6,0-5,0 x 1,0-1,5 u.

Porción medular constituida por hifas entremezcladas longitudinalmente septadas de 4 u de grosor, 300-325 u de grosor.

Porción ascógena compuesta por peritecios muy agrupados y rodeados por un pseudoparenquima muy suelto.

Habitat:

El hospedante es una larva de abejón (Coleoptera: Scarabaeidae) que se encontró enterrada.

Hay varias especies del género Cordyceps y una de deutericetes relacionados con este género que fueron recolectadas e identificadas para Costa Rica con anterioridad a esta

investigación: son las siguientes:

Ascomycetes:

Cordyceps dipterigena, Cordyceps polyarthra, Cordyceps pittierii y Cordyceps puiggarii (Mains, 1958; Covington, 1980).

Deuteromyces:

Hirsutella saussurei (Mains, 1951b).

Descripciones:

Ascomycetes: Clavicipitales.

Sobre moscas:

Cordyceps dipterigena Berk. et Br., Linn. Soc. Journ. Bot. 11: 111. (1871). L.T.: Ceilán.

Sinonimia:

Cordyceps muscicola Möller, Phyco u Asco. 221. (1901). (Mains, 1958).

Cordyceps oumensis Höhnelt, Sitz. Akad. Wiss. Wien. 118: 309. (1909). (Kobayasi y Shimizu, 1978).

Cordyceps opposita Syd., Engler, Bot. Jahrb. 57: 325. (1922). (Kobayasi y Shimizu, 1978).

Distribución:

Ceilán. Java. Nueva Guines. Japón. EUA. Cuba, Puerto Rico. Brasil. Guyana. Trinidad, Nicaragua y Costa Rica.

Costa Rica: J.R. Johnston, FH. 4034. (Mains, 1958).

De 2-5 estromas, simples, raramente ramificados. Cabeza estromática globosa, depresada, con la base llana, 1,2-2 mm de diámetro, amarillo naranja pálido, compuesta de agrupaciones de peritecios inmersos en el estroma en ángulo recto.

Estípote cilíndrico, relleno, carnoso, amarillo naranja pálido, liso, 3,6 x 0,3-0,5 mm, uniforme.

Peritecios estrechamente ovoides o conoides, 700-900 x 240-400 u, con paredes café delgadas, 15-25 u. Ascocilíndricos, 480-600 x 4-6 u, con engrosamientos apicales de 5 u de diámetro. Ascósporas filiformes multicelulares que finalmente rompen en segmentos fusoides o cilíndricos de 6-12 x 1-2,5 u.

Porción estromática con una capa peridial pseudoparenquimatosa ocrácea de células oblongas, la capa interperidial ocre claro, compuesta por hifas irregularmente entremezcladas de 2,5-4 u de grosor.

El estípote está compuesto de hifas compactas de 2,5-4 u de grosor, sin una capa peridial especial. (Kobayasi y Shimizu, 1978).

Habitat:

Este hongo ha sido encontrado sobre moscas (O. Diptera) (Mains, 1958, Kobayasi y Shimizu, 1978).

Se ha reportado a Hymenostilbe dipterigena como el estadio conidial de este hongo, ya que se han encontrado asocia-

dos en un mismo hospedante.

Sobre avispas:

Cordyceps puiggarii Speg, Fungi Fueg. N° 304, Bol. Acad. Nac. Cordova 10. (1888). L.T.: Brasil.

Distribución:

Brasil y Costa Rica (Mains, 1948; Covington, 1980).

Estroma capitado, 3-5 mm de alto. Porción fértil fusoides, 1-2 x 0,3-0,7 mm, adelgazado arriba en un ápice acuminado estéril de 1 mm de largo, verde oliva debido a los peritecios, que están inmersos en ángulo recto en el estroma, prominentes, produciendo una superficie irregular.

Estípites amarillo ocráceo, notablemente pubescente, especialmente arriba, 2-3 x 0,2 mm.

Peritecios ampliamente ovoides a globosos, 320-420 x 300-320 u. Ascos cilíndrico fusoides, estrechándose en los ápices y bordes, 132-180 x 9-10 u, paredes ligeramente engrosadas en el ápice (2 u). Ascósporas cilíndrico fusoides, 90-110 x 2,0-2,5 u, superpuestas en el asco, multiseptadas, no rompen en segmentos o lo hacen tardíamente (Mains, 1948; Kobayasi, 1978).

Habitat:

El hospedante es una avispa Polybia fasciata (Hymenoptera: Vespidae) (Mains, 1948).

Cordyceps polyarthra fue colectado de nuevo para Costa Rica y está incluido en el presente trabajo; y Cordyceps pitierii ha sido considerado sinónimo de Cordyceps melolonthae desde 1941 (Mains, 1958), que está descrito en esta investigación, es por esta razón que no se describen aquí.

Deuteromycetes:

Sobre avispas:

Hirsutella saussurei (Cooke) Speare, Mycologia 12: 69. pl. 3, f. 1-5, pl. 5, f. 1 (1920). L.T.: Burma, India (Mains, 1951; Kobayasi, 1982).

Sinonimia:

Isaria saussurei Cooke, Veg. Wasps p. 33, f. 14. (1892). (Kobayasi, 1981a).

Isaria crinita Lloyd, Lloyd Myc. Writ. 6: 919. (1920). (Mains, 1951b).

Distribución:

Europa, Ceilán, India, Jaba, Nueva Zelandia, E.U.A., Puerto Rico, México, Honduras, Panamá y Costa Rica. (Mains, 1951b; Kobayasi, 1981a).

Sinemas aéreos o procumbentes y apresados al sustrato.

se originan de varias partes del cuerpo y apéndices del hospedante, filiforme, un poco agudo en los ápices, 1-17 x 0,1-0,3 mm, café claro, compuesto de hifas estrechamente compactas, paralelas, longitudinales, 2-4 u de grosor. Fiálides de escasa a moderadamente unidas, se originan de células laterales o yemas de las hifas externas del sinema o como células terminales de ramas laterales cortas, parte inferior cilíndrica, obovoide o elipsoide, 7-16 x 3-6 u, atenuada arriba en delgadas esterigmas elipsoides, 10-40 u de largo. Conidios de oblongos a cimbiformes, 5-8 (10) x 1,5-2,2 u. Uno o más en gotas de mucus de 5-10 u de diámetro.

Habitat: en multiplicidades que se fragmentan a la muerte.

Este hongo ha sido encontrado parasitando avis-
pas del género Polistes y Vespula (Hymenoptera: Vespidae)
(Mains, 1951b; Kobayasi, 1981a).

Este hongo ha sido considerado como el estadio conidial
de Cordyceps humberti (Kobayasi, 1981a).

Clave de las especies del género Cordyceps
y de Deuteromycetes relacionadas
en Costa Rica.

- A. Hongos que presentan estadio ascógeno (Ascomycetes) B
- AA. Hongos que presentan estadio conidial (Deuteromycetes) N
- B. Parásitos de insectos o arañas C
- BB. Parásitos de ascomicetes hipógeos del género Elaphomyces
Cordyceps capitata.
- C. Ascósporas multicelulares que se fragmentan a la madurez D
- CC. Ascósporas multicelulares que no se fragmentan a la madurez, o lo hacen tardíamente M
- D. Peritecios parcial o totalmente inmersos en el estroma E
- DD. Peritecios superficiales en el estroma
Cordyceps polyarthra.
- E. Parásitos de larvas o adultos de coleópteros F
- EE. Parásitos de otros insectos J

- F. Estípite con la región superior de diferente color que la parte fértil, peritecios inmersos en el estroma en ángulo recto, sobre larvas de abejas
- FF. Estípite con la región superior del mismo color de la parte fértil, peritecios oblicuamente inmersos en el estroma, sobre coleópteros adultos
- G. Estroma de más de 5 cm
- GG. Estromas de 5 cm o menos, linguiforme, blanco grisáceo
- H. Porción superior del estroma blanca o anaranjado
- HH. Porción superior del estroma café rojizo, sin peritecios
- I. Cabeza estromática con el ápice desnudo, estroma blanquecino
- II. Cabeza estromática con el ápice cubierto, estroma anaranjado
- J. Peritecios ovoides o cónicos, inmersos en ángulo recto a la superficie del estroma

Cordyceps curculionum.

Cordyceps sp. (β).

Cordyceps sp. (γ).

Cordyceps melolonthae.

Cordyceps sp. (δ).

K

- JJ. Peritecios inmersos oblicuamente a la superficie del estroma, sobre chinches (Hemiptera)
Cordyceps tricentrus.
- K. Estromas simples raramente ramificados, parte fértil cilíndrica o globosa
L
- KK. Estromas siempre ramificados, parte fértil furcada, sobre ninfas de cigarras (Homoptera)
Cordyceps nipponica.
- L. Ascos de 480-600 x 4-6 dentro de peritecios estrechamente ovoides o cónicos, sobre moscas (Diptera)
Cordyceps dipterigena.
- LL. Ascos de 160-200 x 4-5 dentro de peritecios ovoides, sobre cucarachas (O. Blattaria)
Cordyceps amazonica.
- M. Estroma capitado, parte fértil se diferencia del estípite, con apéndices estériles
N
- MM. Estroma cilíndrico, parte fértil no se diferencia del estípite, sin apéndices estériles
Cordyceps ignota.
- N. Estípite glabro, estroma rojo, parte fértil cilíndrica, sobre ootecas de mantis (Mantodea)
Cordyceps sp. (♂).
- NN. Estípite pubescente, estroma oliváceo, parte fértil fu-

soide, sobre avispa (Hymenoptera)

Cordyceps puiggarii.

N. Parásitos de hormigas y avispa adultas (O. Hymenoptera)

O

NR. Parásitos de polillas adultas (O. Lepidoptera)

O

O. Sinemas cilíndricos, delgados, agudos en los ápices, sobre avispa (F. Vespidae)

P

OO. Sinemas capitados, porción asporógena ovoide, sobre hormiga (F. Formicidae)

Stilbum burmense.

P. Conidios de fusoides a obovoides, un conidio por esterigma, rodeado de mucus

Hirsutella stylophora.

PP. Conidios de oblongos a cimbiformes, dos o más conidios por esterigma, rodeados de mucus

Hirsutella saussurei.

Q. Sinemas estipitados, fiálides sólo en la región superior esporógena, que salen de hifas ramificadas

Insecticola pistillariaeformis.

QQ. Sinemas cilíndricos acuminados en el ápice, fiálides en todo el sinema, que salen de hifas no ramificadas

Akanthomyces aculeata.

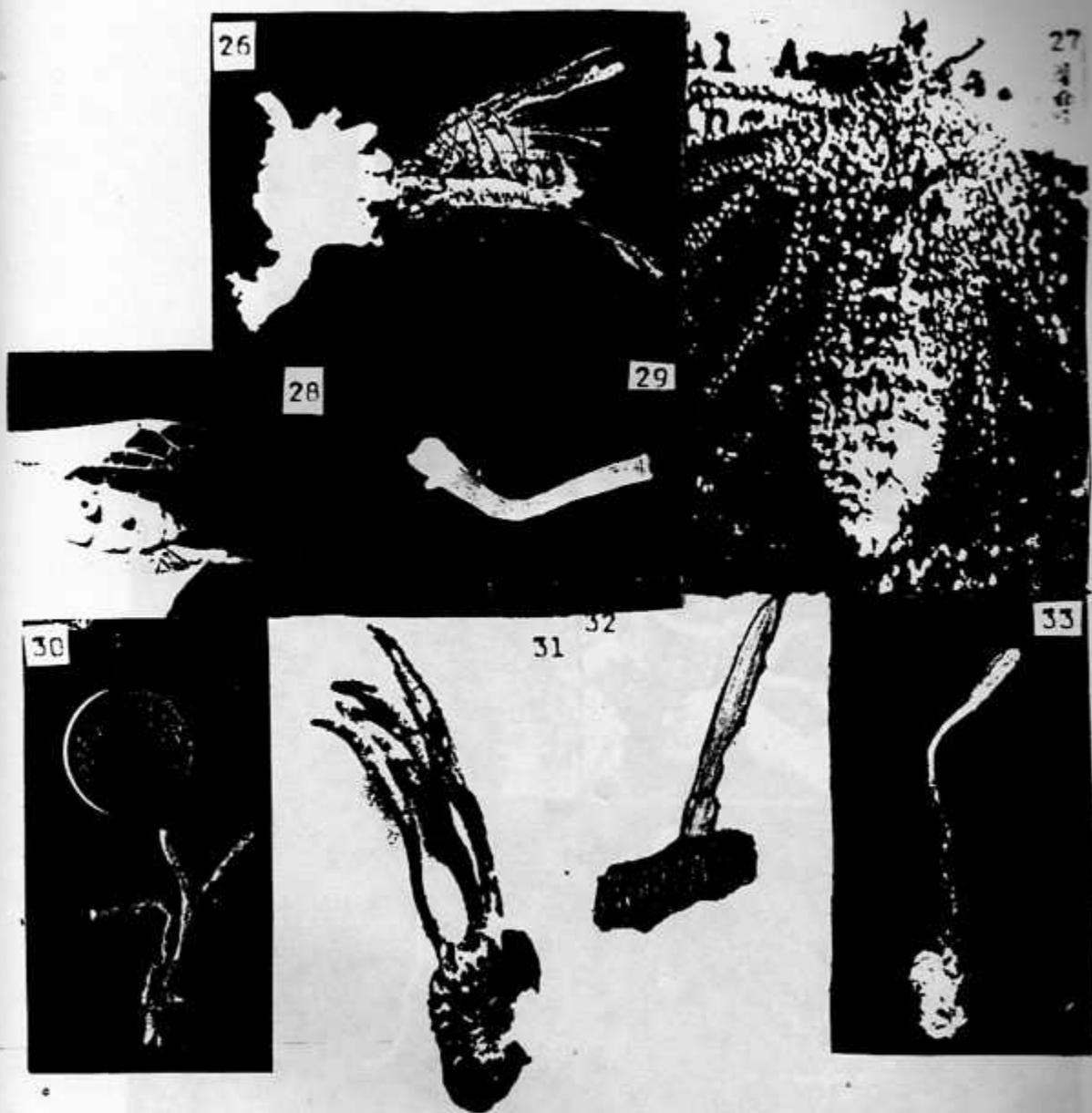
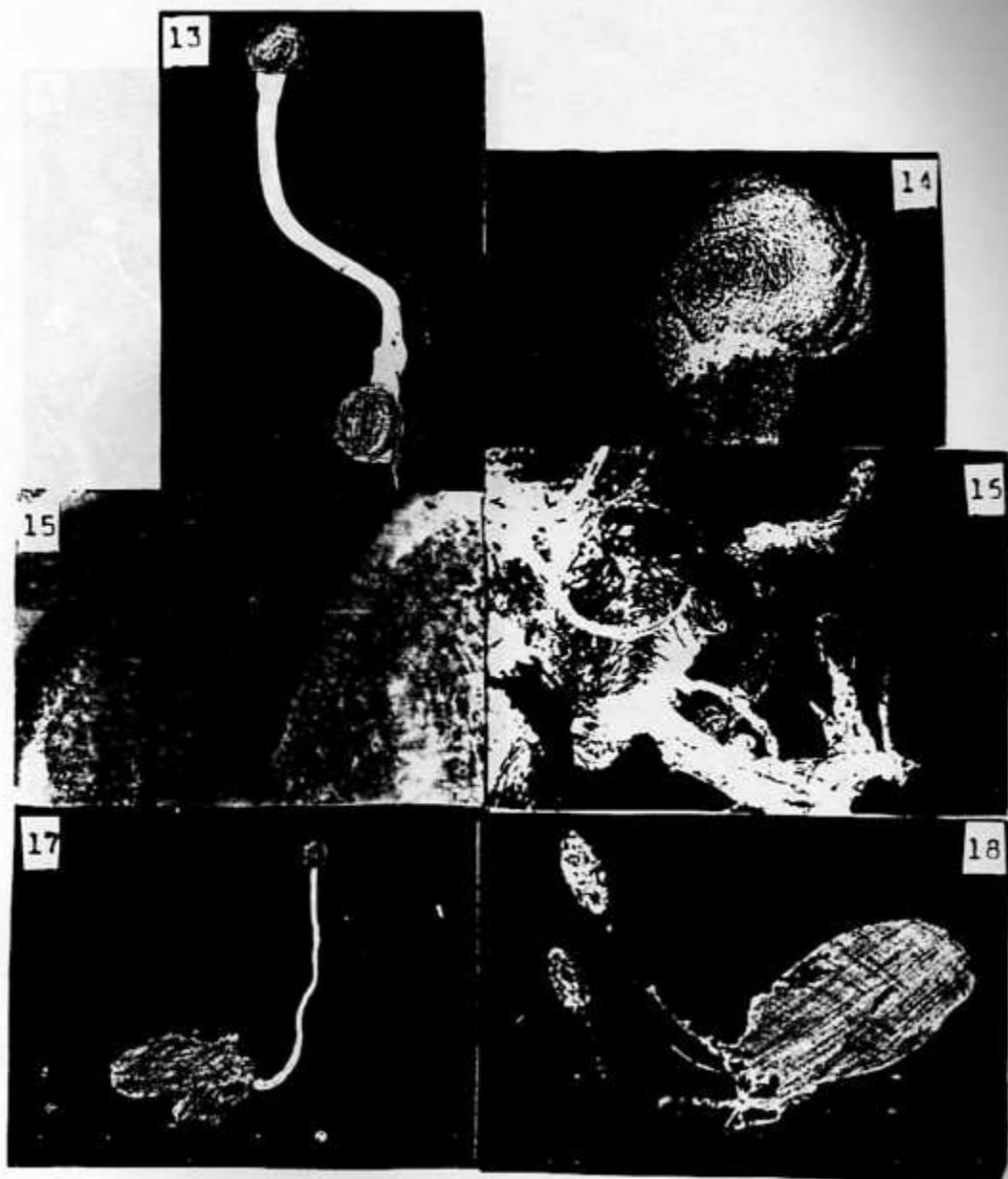


Fig. 26, *A. aculeata*, hospedante y sinemas x 0.5. Fig. 27, *I. pistillariaiformis*, sinemas x 3. Fig. 28, *Hirsutella stylophora*, sinemas x 3. Fig. 29, *S. burmense*, sinema x 20. Fig. 30, *Cordyceps* sp. (α), estroma x 2. Fig. 31, *Cordyceps* sp. (β), estroma x 2. Fig. 32, *Cordyceps* sp. (γ), estroma x 2. Fig. 33, *Cordyceps* sp. (δ), estroma x 2.



Figs. 13-15, C. capitata; 13, estroma x 2; 14, cabeza estromática x 15; 15, asco x 200. Fig. 16, C. ignota, estroma x 1. Fig. 17, C. amazonica, estroma x 2. Fig. 18, C. tricentrus, estroma x 15.

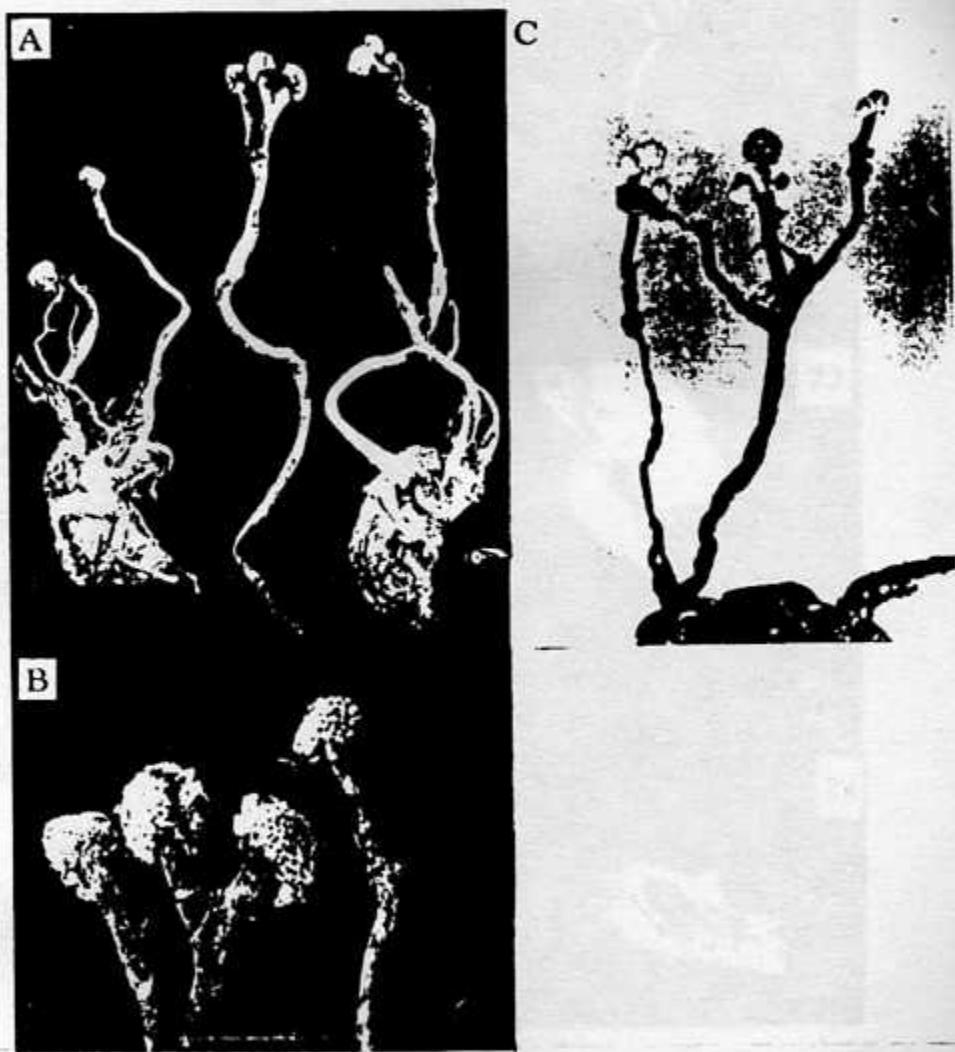
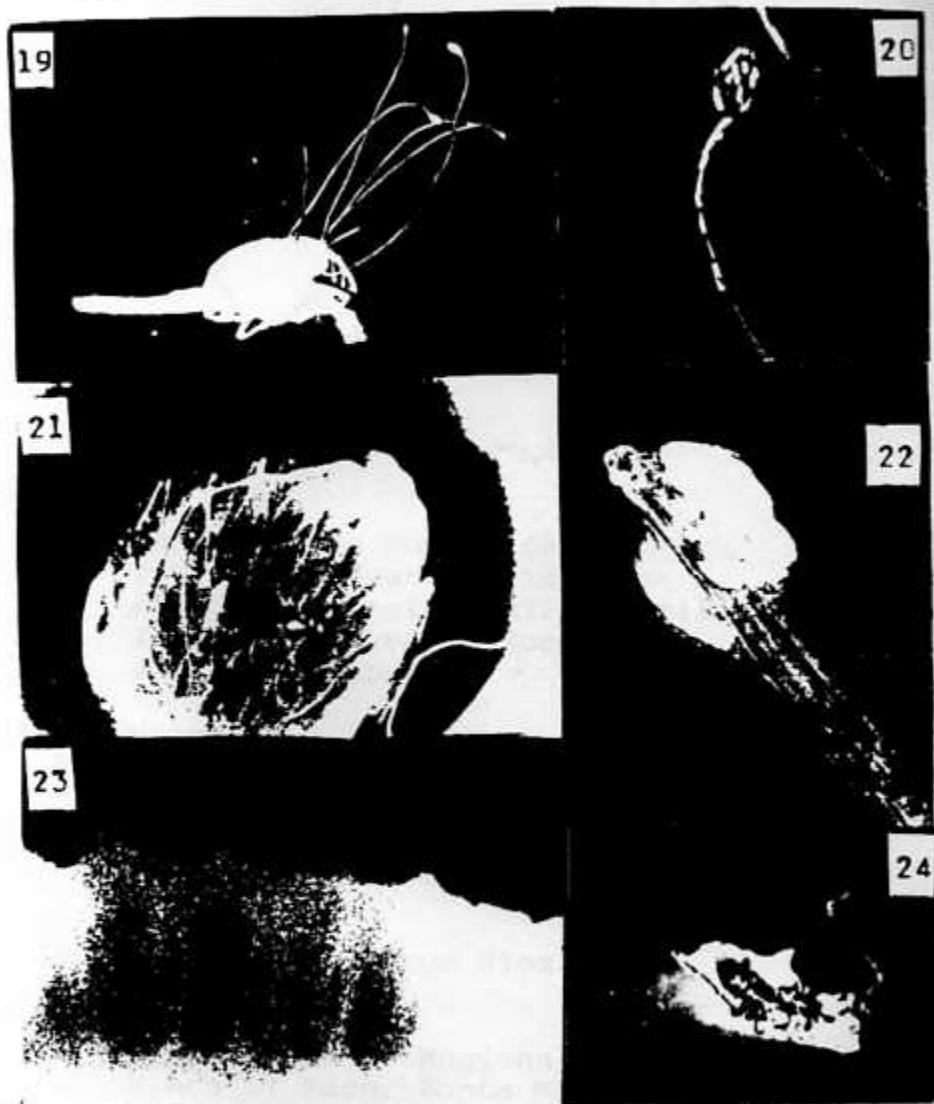
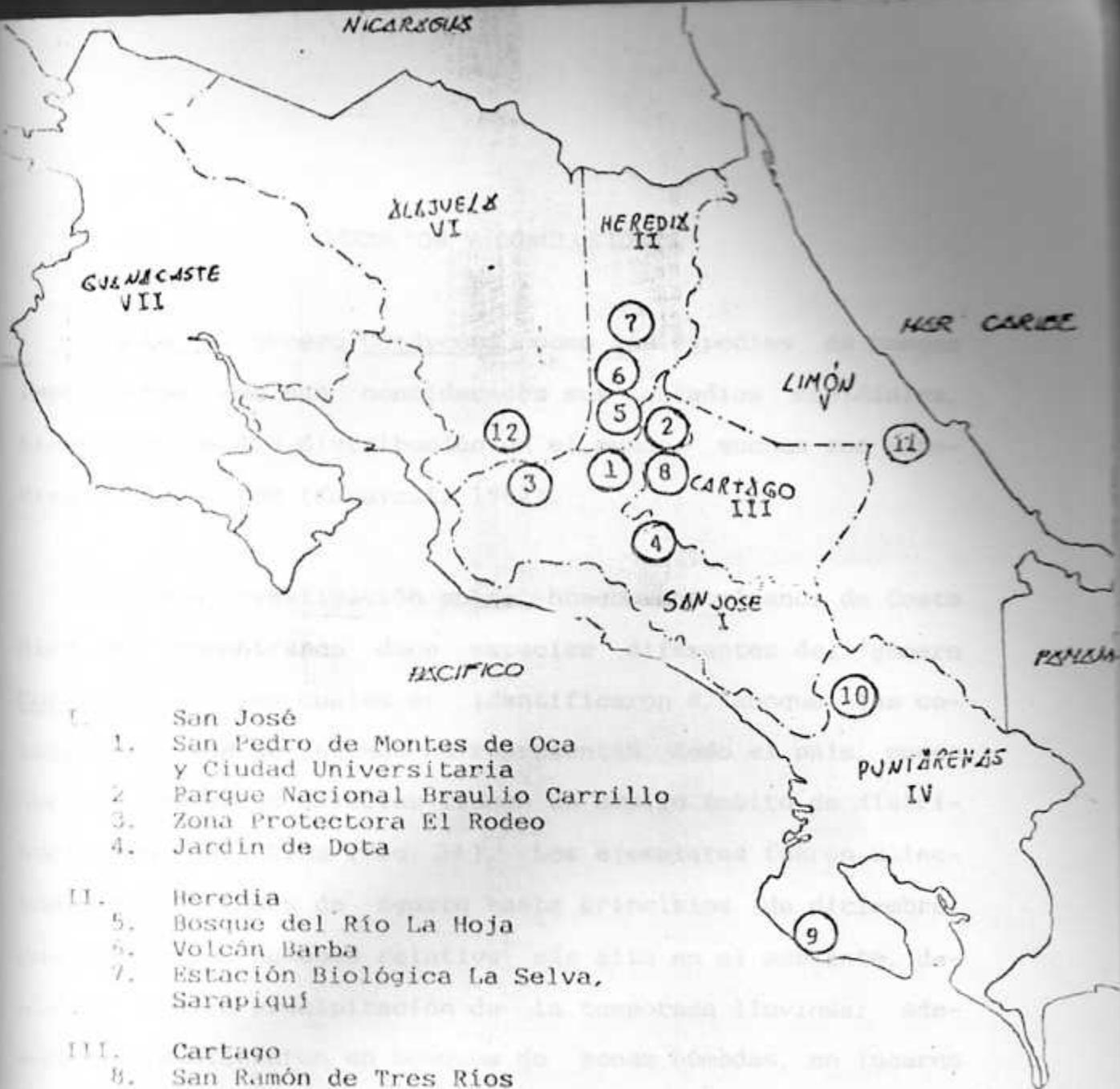


Fig. 25. Cordyceps nipponica.

a. Estroma x 1. b. Estroma x 3.5. c. Hongos con parte fértil conidial (blanco) y peritecial sobre el mismo estroma x 2.



Figs. 19-21, C. curculionum; 19, estroma x 1; 20, cabeza estromática x 3; 21, peritrecios oblicuamente inmersos. Figs. 22-23, C. melolonthae; 22, estroma x 2; 23, peritrecios rectangularmente inmersos x 50. Fig. 24, C. polyarthra, estroma x 2.



- I. San José
1. San Pedro de Montes de Oca y Ciudad Universitaria
 2. Parque Nacional Braulio Carrillo
 3. Zona Protectora El Rodeo
 4. Jardín de Dota
- II. Heredia
5. Bosque del Río La Hoja
 6. Volcán Barba
 7. Estación Biológica La Selva, Sarapiquí
- III. Cartago
8. San Ramón de Tres Ríos
- IV. Puntarenas
9. Sirena, Parque Nacional de Corcovado
 10. Finca El Edén, Santa Marta, Buenos Aires de Osa
- V. Limón
11. Blake, Parque Internacional La Amistad (sector costarricense)
- VI. Alajuela
12. Concepción de Naranjo

COSTA RICA
E.S.C.: 1:2.000.000

Fig. 34.

Mapa de Costa Rica mostrando las provincias (números romanos) y localidades de recolección (números arábigos).

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Tanto el género Cordyceps como las especies de hongos imperfectos que son considerados sus estadios conidiales, tienen una amplia distribución en el mundo; muchas son especies cosmopolitas (Kobayasi, 1982).

En esta investigación sobre hongos entomógenos de Costa Rica, se encontraron doce especies diferentes del género Cordyceps, de las cuales se identificaron 8, aunque las colecciones que se tienen no representan todo el país, puede decirse que estas especies tienen un amplio ámbito de distribución en Costa Rica (Fig. 34). Los ejemplares fueron colectados en los meses de agosto hasta principios de diciembre, cuando hay una humedad relativa más alta en el ambiente, debido a la alta precipitación de la temporada lluviosa; además, se recolectaron en bosques de zonas húmedas, en lugares sombreados, con sus hospedantes enterrados, sobre hojas o materia orgánica, lo que indica que estos hongos necesitan lugares con una humedad alta que se conserve durante el período de parasitación y producción de los cuerpos fructíferos (Hall y Bell, 1963; Eriksson, 1982).

Todos los hospedantes en que se encontraron estos hongos ya han sido citados en la literatura; sin embargo, en el caso

de Cordyceps sp. (α) que no se logró identificar, es la primera vez que se propone el parasitismo de este género en ootecas de mantis, ya que antes se había observado en pupas y larvas de estos insectos (Kobayasi, 1982). Además la especie C. polyarthra es la primera vez que se encuentra en larvas de coleópteros, ya que es más común encontrarla en larvas de lepidópteros (Mains, 1958); e Hirsutella stylophora que se encontró sobre avispas adultas igual que en México y no sobre coleópteros como se había citado con anterioridad (Mains, 1951b; Pérez-Silva, 1978).

En este trabajo se incluyen 4 especies de Cordyceps que no se identificaron, ya que sus características no coincidían con ninguna de las especies descritas. Esto pudo deberse a 2 razones: primero, que sean especies cuya descripción no aparece en ninguna de las publicaciones que se poseen, o, segundo, que sean especies nuevas, hecho bastante probable, si se toma en cuenta que hay muy pocas especies descritas para Centro América, y la mayoría de los trabajos con estos hongos se realizaron con especies de Europa, Asia y Norte América. En estas regiones no sólo existen diferencias geográficas con nuestro país sino también diferencias en cuanto a clima y ambiente en general. Además, las características tan especiales de nuestra zona han proporcionado una gran cantidad de microambientes en los cuales podrían desarrollarse especies

diferentes. Estas cuatro especies van a ser enviadas a Japón, con sus descripciones y fotografías, a Yosio Kobayasi, que es la persona que en la actualidad ha trabajado más tiempo con estos hongos.

Se presenta una clave de las especies entomógenas estudiadas, con la intención de que ésta sea una ayuda para facilitar posteriores trabajos de identificación de estas especies.

RESUMEN

En esta investigación se identifican 10 especies de hongos entomógenos, 6 pertenecientes al género Cordyceps:

C. amazonica, C. tricentrus, C. nipponica, C. curculionum, C. polyarthra. Cuatro Deuteromycetes relacionados con este género: A. aculeata, I. pistillariaeformis, H. stylophora, S. burmense. Una especie aracnícola: C. ignota y una especie micógena: C. capitata.

Se describieron 4 especies de Cordyceps que no se logró identificar.

Además, se incluye una clave para las especies del género Cordyceps y Deuteromycetes relacionados en Costa Rica.

BIBLIOGRAFIA

- (1) Alexopoulos, C. J. & C. W. Mims. 1979. Introductory Mycology. 3era ed. John Wiley & Sons, New York, USA. 632 p.
- (2) Barnett, H.L. & B.B. Hunter. 1972. Illustrated genera of Imperfect Fungi. 3era ed. Burgess Publishing Co, Minesotta, USA. 241 p.
- (3) Borror, D.J. & R.E. White. 1970. A field guide to the insects of America North of Mexico, Houghton Mifflin Co., Boston, USA. 404 p.
- (4) Bridge, C.W. 1979. The ecology of fungi, C.R.C. Press Inc., Boca Raton, Florida, USA. 331 p.
- (5) Candoussau, F.A. 1976. Un Cordyceps nouveau des Pyrénées Françaises: Cordyceps rouxii sp. nov. Mycotaxon 4(2): 540-544.
- (6) ————. 1979. Recolte de Cordyceps intermedia dans les Pyrénées Atlantiques, espece nouvelle pour l'Europe. Mycotaxon 8(2): 459-462.
- (7) Covington, D.J. 1980. Fungi Costarricensis of reported species. Thesis for the Degree of Master of Science. Department of Biology of the Graduate School of Tulane University, Tulane, USA. 228 p.
- (8) Dennis, R. W. G. 1968. British Ascomycetes. 2da ed. Verlag Von J. Cramer, Germany. 495 p.
- (9) ————. 1970. Fungus flora of Venezuela and adjacent countries. W. Clowes and Sons, Limited, England. 365 p.
- (10) Eriksson, O. 1982. Cordyceps bifusispora spec. Nov. Mycotaxon 15(0): 185-188.
- (11) Evans, H.C. & R.A. Samson. 1982. Cordyceps species and their anamorphs pathogenic on ants (Formicidae) in tropical forest ecosystems. 1. The Cephalotes (Myrmicinae) complex. Trans. Brit. Mycol. Soc. 79 (3): 431-453.
- (12) Fawcett, H.S. 1944. Fungus and bacterial diseases of

insects as factor in biological control. Bot. Rev. 10(6): 327-335.

- (13) Fisher, F.E. 1950. The news species of Hirsutella Pat. Mycologia 42: 290-297.
- (14) Cómez, L.D. 1978. Manual de Microtécnicas. Escuela de Biología, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. 210 p. (Mat. mimeografiado).
- (15) Corini, Doris. 1983. Prácticas de Microtécnicas. Escuela de Biología, universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. 11 p. (Mat. mimeografiado).
- (16) Hall, I.M. & J.S. Bell. 1963. Note on Cordyceps sobolifera (Berkeley) on the desert cicada Diceprocta apache (Davis). Journ. Insect Pathol. 3(2): 270-272.
- (17) Harrison, J. O. & C. S. Stephens. 1966. Notes on the biology of Epantheria icasia (Lepidoptera) a pest of bananas. Ann. Entomol. Soc. Amer. 59(4): 641-674.
- (18) Jenkins, W. A. 1934. The development of Cordyceps agariciformia. Mycologia 26: 220-243.
- (19) Jirón, L.F. y Marta E., Sancho. 1983. Índice de publicaciones entomológicas de Costa Rica. CONICIT-OTS, Publicaciones de la Universidad de Costa Rica, San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica. 331 p.
- (20) Johansen, D.A. 1940. Plant Microtechnique. Mac Graw-Hill Book Co., Inc., New York, USA. 343 p.
- (21) Kobayasi, Y. 1937. On the specific connection of Cordyceps entomorhiza and Tilachliodiopsis nigra. The Botanical Mag. 51(603): 97-102.
- (22) _____. 1941. The genus Cordyceps and its allies. Sci. Rep. Tokio Bunrika Daigakei Sect B. 5(84): 53-206.
- (23) _____. 1977a. Miscellaneous notes on the genus Cordyceps and its allies (1). J. Jap. Bot. 52(1): 21-29.
- (24) _____. 1977b. Miscellaneous notes on the genus Cordyceps and its allies (2). J. Jap. Bot. 52(3): 65-71.

- (25) _____, 1977c. Miscellaneous notes on the genus Cordyceps and its allies (3). J. Jap. Bot. 52(4): 111-118.
- (26) _____, 1977d. Miscellaneous notes on the genus Cordyceps and its allies (4). J. Jap. Bot. 52(7): 223-229.
- (27) _____, 1977e. Miscellaneous notes on the genus Cordyceps and its allies (5). J. Jap. Bot. 52(9): 269-272.
- (28) _____, 1977f. Miscellaneous notes on the genus Cordyceps and its allies (6). J. Jap. Bot. 52(11): 344-350.
- (29) _____, 1978. Miscellaneous notes on the genus Cordyceps and its allies (7). J. Jap. Bot. 53(11): 336-340.
- (30) _____, 1979a. Miscellaneous notes on the genus Cordyceps and its allies (8). J. Jap. Bot. 54(4): 112-119.
- (31) _____, 1979b. Miscellaneous notes on the genus Cordyceps and its allies (9). J. Jap. Bot. 54(5): 146-154.
- (32) _____, 1979c. Miscellaneous notes on the genus Cordyceps and its allies (10). J. Jap. Bot. 54(7): 211-217.
- (33) _____, 1979d. Miscellaneous notes on the genus Cordyceps and its allies (11). J. Jap. Bot. 54(9): 257-264.
- (34) _____, 1979e. Miscellaneous notes on the genus Cordyceps and its allies (12). J. Jap. Bot. 55(3): 324-333.
- (35) _____, 1980a. Miscellaneous notes on the genus Cordyceps and its allies (13). J. Jap. Bot. 55(3): 86-92.
- (36) _____, 1980b. Miscellaneous notes on the genus Cordyceps and its allies (14). J. Jap. Bot. 55(6): 130-138.
- (37) _____, 1980c. Miscellaneous notes on the genus

- Cordyceps and its allies (15). J. Jap. Bot. 55(9): 280-284.
- (38) _____ . 1980d. Miscellaneous notes on the genus Cordyceps and its allies (16). J. Jap. Bot. 55(12): 367-370.
- (39) _____ . 1981a. Miscellaneous notes on the genus Cordyceps and its allies (17). J. Jap. Bot. 56(1): 1-8.
- (40) _____ . 1981b. Miscellaneous notes on the genus Cordyceps and its allies (18). J. Jap. Bot. 56(5): 142-152.
- (41) _____ . 1982. Keys to the taxa of the genera Cordyceps and Torrubiella. Trans. Mycol. Soc. Jap. 23: 329-364.
- (42) _____ & D. Shimizu. 1960. Monographic studies of Cordyceps 1. Group parasitic on Elaphomyces. Bull. Natl. Sci. Mus. 5(2): 69-85.
- (43) _____ & _____. 1963. Monographic studies of Cordyceps 2. Group parasitic on Cicadae. Bull. Natl. Sci. Mus. Tokyo Ser. B. (Bot.) 63(3): 286-314.
- (44) _____ & _____. 1976. Some species of Cordyceps and its allies on spiders. Kew Bull. 31(3): 557-566.
- (45) _____ & _____. 1978. Cordyceps species from Japan. Bull. Natn. Sci. Mus. Ser. B. (Bot.) 4(2): 43-63.
- (46) _____ & _____. 1980. Cordyceps species from Japan 2. Bull. Natn. Sci. Mus. Tokyo Ser. B. (Bot.) 6(3): 79-91.
- (47) _____ & _____. 1982a. Cordyceps species from Japan 4. Bull. Natn. Sci. Mus. Tokyo Ser. B. (Bot.) 8(3): 77-96.
- (48) _____ & _____. 1982b. Cordyceps species from Japan 5. Bull. Natn. Sci. Mus. Tokyo Ser. B. (Bot.) 8(4): 111-123.
- (49) _____ & _____. 1983. Cordyceps species from

Japan 6. Bull. Natn. Sci. Mus. Tokyo Ser. B.
(Bot.) 9(1): 1-21.

- (50) Kühner, R et H. Romagnesi. 1974. Flore analytique des champignons supérieurs (Agarics, Bolets, Charterelles). Masson et cie, Editeurs, Paris, France, 557 p.
- (51) Mains, F.B. 1937. A new species of Cordyceps with notes concerning others species. Mycologia 29: 674-677
- (52) _____. 1940a. Cordyceps species from British Honduras. Mycologia 32(1): 16-22.
- (53) _____. 1940b. Species of Cordyceps. Mycologia 32(3): 310-320.
- (54) _____. 1948. Entomogenous fungi. Mycologia 40(4): 402-416.
- (55) _____. 1950a. The genus Gibellula on spiders in North America. Mycologia 42: 306-321.
- (56) _____. 1950b. Entomogenous species of Akanthomyces and Insecticola in North America. Mycologia 42: 566-589.
- (57) _____. 1951a. Notes concerning entomogenous fungi. Bull. Torrey Bot. Club 78(2): 122-133.
- (58) _____. 1951b. Entomogenous species of Hirsutella, Tilachlidium and Sinematium. Mycologia 43: 691-718.
- (59) _____. 1954. Species of Cordyceps on spiders. Bull. Torrey Bot. Club 81(6): 492-500.
- (60) _____. 1957a. Species of Cordyceps parasitic on Elaphomyces. Bull. Torrey Bot. Club 84(4): 243-251.
- (61) _____. 1957b. Information concerning species of Cordyceps and Ophionectria in the Lloyd herbarium. Lloydia 20(4): 219-227.
- (62) _____. 1958. North American entomogenous species of Cordyceps. Mycologia 50(2): 169-222.
- (63) Miller, J.H. 1949. A revision of the clasification of

the Ascomycetes with emphasis on the Pyrenomycetes. *Mycologia* 41: 98-127.

- (64) Pacioni, G. 1981. Guide to mushrooms. English Translation by S. Pleasance. ed: G. Lincoff. Division of Gulf Corporation, Simon & Schuster Building, New York, USA. 512 p.
- (65) Perry, D.R. 1984. The creeping killers. *Science Digest* 34(2): 82.
- (66) Pérez-Silva, Evangelina. 1977. Algunas especies de género Cordyceps (Pyrenomycetes) en México. *Bol. Soc. Mex. Mycol.* 11: 145-154.
- (67) _____ . 1978. Nuevos registros del género Cordyceps (Pyrenomycetes) en México. *Bol. Soc. Mex. Micol.* 12: 19-25.
- (68) Petch, T. 1931. Notes on entomogenous fungi. *Brit. Myc. Soc. Trans.* 16: 55-75.
- (69) Rogers, D.P. 1954. The genus Cordyceps and Fries observations. *Mycologia* 46(2): 248-253.
- (70) Sass, J.E. 1958. Botanical Microtechnique. 3era ed. The Iowa State University Press, Ames, Iowa, EUA. 226 p.
- (71) Schumaker, T. 1982. Ascomycetes from Northern Thailand. *Nord. Journ. Bot.* 2(3): 257-263.
- (72) Seavers, F.J. 1911. The Hypocreales of North America. 1. *Mycologia* 3(3): 207-230.
- (73) Thiers, H.D. & D.L. Largent. 1976. California species of Cordyceps parasitic upon Elaphomyces. *Madroño*. 22(4): 204-206.
- (74) Webster, J. 1970. Introduction to fungi. Cambridge University Press, Bentley House, London, Inglaterra. 546 p.
- (75) Young, A.M., P.T. Tyrrell & DM. Macleod. 1973. Entomophthora echinospora (Phycomycetes: Entomophthoraceae) a fungus pathogenic on the neotropical cicada Procollina biolleyii (Homoptera: Cicadidae). *J. Invert. Pathol.* 21: 37-90.