

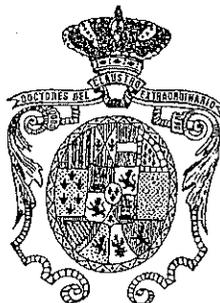
REAL ACADEMIA DE DOCTORES

EL GÉNERO *ARTHRIINIUM*,  
UN MODELO DE ESTUDIO Y SU APLICACIÓN

DISCURSO DE LA ACADÉMICA ELECTA  
Excma. Sra. Dra. Dña. M. DE LOS ÁNGELES CALVO TORRAS

LEÍDO EN LA TOMA DE POSESIÓN COMO ACADÉMICA  
DE NÚMERO EL DÍA 18 DE DICIEMBRE DE 1996

Y CONTESTACIÓN DEL  
Excmo. Sr. Dr. D. GUILLERMO SUÁREZ FERNÁNDEZ



MADRID, 18 DE DICIEMBRE DE 1996

Editat i imprès pel Servei de Publicacions  
de la Universitat Autònoma de Barcelona  
08193 Bellaterra (Barcelona)

A mis padres,  
a mis hermanos Manuel y Rosa M.,  
a Eulàlia y a tío «Marquitos»

A Eulàlia

*El brillo de tus ojos  
enciende en mí una llama  
no es sólo de esperanza  
es la eterna alegría.*

Rosa M. Calvo, 1996



## ÍNDICE

DISCURSO DE INGRESO .....	7
PRESENTACIÓN .....	9
LA FORMA-GÉNERO <i>ARTHRIINIUM</i> .....	11
Revisión histórica .....	11
Descripción de la forma-género <i>Arthriniium</i> .....	13
Descripción de las especies del género <i>Arthriniium</i> .....	19
El estado teleomórfico .....	50
ULTRAESTRUCTURA .....	53
METABOLITOS SECUNDARIOS DEL GÉNERO <i>ARTHRIINIUM</i> ...	61
BIBLIOGRAFÍA .....	67
ANEXO. APORTACIONES CIENTÍFICAS .....	71
Tesis de licenciatura .....	71
Tesis de máster .....	71
Tesis doctorales .....	72
Publicaciones .....	72
Comunicaciones .....	74
DISCURSO DE CONTESTACIÓN .....	79



DISCURSO DE INGRESO  
de la  
Excma. Sra. Dra. Dña. M. DE LOS ÁNGELES CALVO TORRAS

EL GÉNERO *ARTHRIINIUM*,  
UN MODELO DE ESTUDIO Y SU APLICACIÓN



*Excelentísimo Señor Presidente,  
Excelentísimos Señores Académicos,  
Familiares y Amigos,  
Señoras y Señores,*

Quisiera iniciar mi discurso de recepción en esta Real Academia agradeciendo muy sinceramente la benevolencia y la confianza demostrada por los miembros de esta docta corporación al permitir mi incorporación a ella como miembro numerario, y de manera especial a los doctores Cascales, González y Suárez, que propusieron mi candidatura. Sin lugar a dudas, quien ha hecho posible que el día de hoy fuera una realidad ha sido el Dr. Suárez, admirado profesor y, si me lo permite, entrañable amigo, quien tuteló mis primeros pasos en el mundo de la investigación biológica y otros decisivos a lo largo de mi carrera docente.

Cuando a finales de noviembre del pasado año recibía la grata noticia de mi nombramiento, habían transcurrido escasamente quince días desde la formalización de mi ingreso en la Real Academia de Medicina de Cataluña. Ciertamente, me sentí, debo confesarlo, muy afortunada, ya que formar parte de estas dos doctas corporaciones abre para mí la posibilidad de un mayor desarrollo científico y académico. Deseo hacerles constar, señores académicos, que en todo momento llevaré a cabo con la mayor eficacia de que sea capaz todas las tareas académicas que la junta directiva tenga a bien encomendarme. Muchas gracias, repito, por vuestra generosidad al aceptarme en esta casa.

Aún a expensas de ser reiterativa en algunos aspectos de mi discurso de ingreso en la Real Academia de Medicina de Cataluña, debo nuevamente agra-

decer a todos mis profesores sus enseñanzas, empezando por el Colegio de la Presentación de la Santísima Virgen y siguiendo con mis maestros en la Universidad y en la Real Academia de Medicina, de los que sin duda debo destacar al que ha sido por dos veces mi director de tesis doctoral, la primera en Farmacia y en Veterinaria la segunda, y que hoy ha aceptado realizar el discurso de contestación a las palabras que os estoy dirigiendo; obviamente, me refiero al Dr. Guillermo Suárez Fernández. Quisiera asimismo recordar con cariño y admiración al Excmo. Dr. Belarmino Rodríguez Arias, figura carismática de la medicina catalana, que con sus más de cien años sigue siendo promotor de actividades en la Real Academia de Medicina de Cataluña y prestándome su constante consejo en mi quehacer cotidiano.

No puedo tampoco dejar de referirme a mi querida familia, en especial a mis amados padres, sin cuyo constante estímulo, ayuda y dedicación nada de cuanto haya podido llevar a cabo sería hoy una realidad.

Bajo el punto de vista profesional deseo mencionar a mis alumnos y en especial a mis más directos y queridos colaboradores: mi hermana, la Dra. Rosa M. Calvo; la Dra. Montserrat Agut y el Dr. Jorge Larrondo. Muchas gracias a los tres por vuestro apoyo incondicional.

Asimismo debo manifestar mi gratitud a mi querida amiga y eficiente secretaria Josefa Castillo, que siempre dispone de tiempo para resolver cualquier problema que surja. Muchas gracias por tu apoyo.

El tema elegido para el discurso de recepción pretende cumplir un doble objetivo:

1. Poner de manifiesto una de nuestras líneas de investigación.
2. Evidenciar cómo a partir de un proyecto inicial de amplia envergadura pueden desarrollarse tesis de máster, tesis de licenciatura y tesis de doctorado, encaminadas a la formación de expertos en un ámbito concreto.

A partir de los estudios realizados hasta el presente, se han formalizado un total de tres tesis doctorales, dos tesis de licenciatura y siete tesis de máster.

## LA FORMA-GÉNERO *ARTHRIINIUM*

### Revisión histórica

La forma-género *Arthriniium* se incluye taxonómicamente entre los *Fungi imperfecti* y ha sido asignada a diferentes familias, tribus y grupos a lo largo de la historia de la micología, desde que fue propuesta por Kunze en el año 1817, en el primer volumen de su obra *Mycologische Hefte*, publicada junto con J. K. Schmidt.

Kunze describió conjuntamente la forma-género y la forma-especie tipo *Arthriniium caricola*. Seis años después, este mismo autor describió tres nuevas especies a las que denominó *Arthriniium curvatum*, *Arthriniium puccinioides* y *Arthriniium sporophleum*. La especie *Arthriniium puccinioides* había sido descrita ya en el año 1805 por De Candolle, pero bajo la denominación de *Conoplea puccinioides*, lo que fue invalidado por Kunze, que la incorporó a la forma-género *Arthriniium*.

Link, en el año 1824, consideró a las tres últimas formas-especie descritas anteriormente por Kunze como pertenecientes a tres nuevas formas-género, y las denominó *Camptoum*, *Goniosporium* y *Sporophleum*, respectivamente.

Frente a la clasificación propuesta por Link, Fries reconsideró, ocho años más tarde, nuevamente las formas-especie citadas por Kunze, confirmó la forma-género *Arthriniium* e incluyó en ella a las formas-especie ya descritas en el año 1817.

Lindau, en cambio, en el año 1922, incluyó la forma-género *Arthriniium* junto con la forma-género *Goniosporium*, creada anteriormente por Link, en la tribu *Arthriniieae*. Posteriormente, en el año 1933, E. W. Mason reordenó el grupo establecido por Lindau, y reunió en una sola tribu a todos los hifomicetos dematiáceos con conidios de diversas formas, de color oscuro y unicelulares, a la que denominó *Bivalveae*. Esta tribu estaba basada en la forma-género *Papularia*, que, según Mason, se caracteriza por tener conidios con «un anillo de Saturno». En la tribu, además, junto a *Papularia* incluía a *Arthriniium*, *Camptoum*, *Goniosporium* y *Pseudocamptoum*.

En el año 1951, Ellis resalta las similitudes observables entre las formas-especie de las formas-género *Arthriniium* y *Papularia* aisladas en Inglaterra. Tres años más tarde, Cooke, al estudiar los conidios, los conidióforos y la ontogenia de los conidios de las formas-género *Arthriniium*, *Goniosporium* y *Camptoum*, apuntó la sinonimia entre las tres formas-género como previamente había indicado Von Hohnel en el año 1925.

Cooke, además, indicó la denominación de *Arthriniium* como la correcta para agrupar a todas las demás, y las situó en la tribu *Arthriniaceae*, tal como había propuesto anteriormente Lindau. Reorganizó y definió nuevamente la tribu *Bivalveae* de Mason bajo la denominación de *Arthriniaceae*, y agrupó en ella a todos los hifomicetos con conidios de color oscuro, que nacen lateral o apicalmente de conidióforos cortos o alargados y simples, que a su vez se originan a partir de células que él indicaba parecidas a filídes y que estaban formadas por células hialinas separadas por septos transversales oscuros. En esta tribu diferenció dos formas-género: *Arthriniium* y *Papularia*. La forma-género *Papularia* la consideraba integrada por aquellos hongos que presentaban conidios redondos, con un anillo parecido al de Saturno, producidos sobre ramas de las hifas simples, mientras que en la forma-género *Arthriniium* incluía a aquellas cepas con conidios de forma variable, carentes de anillo saturniano y formadas sobre células hialinas o conidióforos rectos.

En el año 1953, Hughes propuso una nueva clasificación. En ella incluía a las formas-género *Papularia* y *Arthriniium* en la sección VIII, y las caracterizó por el desarrollo basáuxico de su conidióforo. Diez años después, Tubaki reestructuró la clasificación de Hughes, y estableció en total seis grupos. Entre ellos, incluía a *Papularia* en el denominado *Radulasporae*, y no mencionó en ninguno a las formas-especie de la forma-género *Arthriniium*.

Subramanian, en el año 1962, consideró nuevamente la sección VIII de Hughes, que incluyó en el grupo que denominó *Torulaceae*, que también estaba formado por las secciones IA, IB y II de Hughes.

En el año 1968, Barron correlacionó la sección VIII de Hughes con la serie que él denominó *Meristemblastosporae*. Los conidios de las formas-género incluídas en esta serie fueron denominados bílastosporas meristemáticas, y los describió en los siguientes términos: «Los conidios nacen apicalmente o late-

ralmente a partir de un conidióforo que posee un alargamiento basal (conidióforo basáuxico); los conidios poseen con frecuencia una fisura hialina, aunque este carácter no está restringido a esta serie».

Ellis, en el año 1971, estableció seis grupos entre los hifomicetos dematiáceos, e incluyó a *Arthrinium* dentro de los que poseen conidios blásticos y conidióforos basáuxicos. En este grupo sitúa, además, a las formas-género *Spegazzinia*, *Cordella*, *Pteroconium*, *Endocalyx* y *Dictyoarthrinium*.

Tres años más tarde, Vörös *et al.*, al describir la micoflora de diferentes regiones de Hungría, incluyeron a la forma-género *Arthrinium* con *Nigrospora*, *Monilia* y *Cladosporium* en la familia *Blastoconidiaceae*, caracterizada por presentar conidióforos de tamaño constante durante el proceso de conidiogénesis, y porque los conidios pueden originarse a partir de uno o varios puntos de la célula conidiogena, generalmente en cadenas.

Aunque Ellis, en sus tratados sobre hifomicetos dematiáceos, considera sinónimas las formas-género *Arthrinium* y *Papularia*, propuesta aceptada por la mayoría de los taxónomos, algunos autores, como J. A. von Arx, mantienen la diferenciación entre las dos formas-género. La diferencia que indica Von Arx entre las dos formas-género es la presencia de septos oscuros en los conidióforos de *Arthrinium*, en tanto que *Papularia* carece de ellos.

En la clasificación de Subramanian, publicada en el año 1983, la forma-género *Arthrinium*, junto con las formas-género *Pteroconium* y *Nigrospora*, se incluyen en el orden *Bactridiales*, de la familia *Arthriniaceae*, caracterizada por presentar conidios terminales y solitarios formados a partir de conidióforos basáuxicos y por presentar conidios secundarios pleurógenos, blásticos y solitarios.

## **Descripción de la forma-género *Arthrinium***

La descripción más completa de la forma-género *Arthrinium* es la que ha entregado M. B. Ellis. Este micólogo recopiló todos los datos relativos al género *Arthrinium* y las especies aceptadas hasta el año 1976 en los dos tratados sobre hifomicetos dematiáceos que publicó en el año 1971 y 1976, respectiva-

mente, bajo los títulos *Dematiaceous Hyphomycetes* y *More Dematiaceous Hyphomycetes*.

Las cepas que pueden ser incluídas en la forma-género *Arthrimum* se caracterizan, según Ellis, por los siguientes aspectos:

«Las colonias son compactas o dispersas, de color negro o marrón negruzco oscuro y frecuentemente poseen aspecto aterciopelado. Las fructificaciones son generalmente superficiales. El micelio es parcialmente superficial, parcialmente sumergido, en ocasiones las hifas forman conexiones entre ellas y pueden llegar a ser bastante estrechas para atravesar las cutículas del hospedador. No poseen estroma y carecen de setas e hifopodios. Los conidióforos son típicamente basáuticos, macronematosos y mononematosos y se originan a partir de células madres aisladas, subsféricas, ampuliformes, con forma de tonel o de porra. Son simples, a menudo estrechas y ligeramente cilíndricas, generalmente incoloras excepto por la presencia de un septo transversal que puede ser altamente refringente y generalmente de color marrón. Las células conidiógenas son integradas, terminales e intercalares. Típicamente poliblasticas y denticuladas. Los conidios o blastoconidios son solitarios, laterales o en ocasiones terminales. Poseen formas y tamaños diferenciales según la especie y presentan un borde hialino característico o tubo germinal marronáceo. Generalmente son de paredes lisas y de color marrón (*Phaeoconidios*). Carecen de septos. Algunas cepas presentan células estériles que se desarrollan en la zona de formación de los conidios y se caracterizan por ser de menor tamaño que los conidios y de forma distinta a ellos. Poseen en su interior uno o más cuerpos cúbicos refringentes típicos».

Esta descripción ha sido posteriormente ampliada por Larrondo y Calvo, en el año 1990, en los siguientes aspectos:

«Las colonias poseen coloración blanquecina que con el tiempo y a medida que maduran los conidios pasa a marronácea o a negruzca, aunque en algunas especies se mantiene blanquecina en una amplia zona de la misma. Asimismo pueden formar abundante micelio aéreo de color blanco o rosado, según la especie. El micelio rosado posee el pigmento intracelular concentrado en zonas concretas a lo largo de la hifa. Forma abundantes clamidosporas distribuídas

por todo el micelio, generalmente intercalares y solitarias, aunque pueden formar cadenas. Las clamidosporas son capaces de germinar y dar lugar a nuevas colonias. Las colonias poseen, en general, olor característico y formación de gotas de exudado de color amarillento o rosado, transparentes, que al evaporarse dejan huella. Asimismo pueden presentar pigmento difusible en el medio de cultivo, que generalmente es de color amarillo o rosado».

M. B. Ellis, en la primera de sus obras, titulada *Dematiaceous Hyphomycetes*, y posteriormente J. W. Charmichael y cols., en la obra *Genera of Hyphomycetes*, publicada en el año 1980, indican como sinónimos de *Arthrimum* a las siguientes formas-género:

*Camptoum* Link, 1824

*Goniosporium* Link, 1824

*Sporophleum* Nees *ex* Link, 1824

*Papularia* Fries, 1825

*Gonatosporium* Corda, 1839

*Microtypha* Spegazzini, 1910

*Tureenia* Hall, 1915

*Phaeoharziella* Loubière, 1924

*Innatospora* Van Beyma, 1929

*Pseudobasidium* Tengwall, 1942

*Racemosporium* Moreau & Moreau, 1941

?*Rhinocephalum* Kamyschko, 1961

Cole y Samson, en el año 1979, definen el desarrollo en los siguientes términos:

«El conidióforo doliiforme del anamorfo *Arthrinium* de *Apiospora montagnei* Saccardo produce un conidio holoblástico apical, que es inicialmente esférico, pero que se va transformando en lenticular. Al madurar el conidio, el cuello del conidióforo se estrecha ligeramente y se puede observar una ruptura circular de la pared externa del conidióforo que representa un estadio inicial del crecimiento basáuxico de la pared interna de la célula conidiógena. El desarrollo de las especies de *Arthrinium* es característico de una ontogenia basáuxica. El primer conidio se desarrolla holoblásticamente en el ápice del conidióforo. El crecimiento de la capa interna de la pared, por debajo del septo basal del conidio terminal, inicia el desarrollo basáuxico de la célula conidiógena y causa la ruptura de la capa externa de la pared. La elongación de la célula conidiógena continua con la interposición de nueva pared, posiblemente desde el interior de la célula madre, justo por debajo del ápice de ruptura. Por encima de él y concomitantemente con la elongación de la hifa fértil, tiene lugar el desarrollo holoblástico de los conidios de forma sucesiva y alternativamente a uno y otro lado de la hifa fértil.»

Hoy en día se acepta como correcta, aplicando los criterios del XIII Congreso Internacional de Botánica, que tuvo lugar en el año 1982 en Sidney (Australia), la siguiente denominación para la forma-género:

*Arthrinium* Kunze ex Fries 1821

Actualmente se aceptan veintiocho formas-especies de *Arthrinium*:

*Arthrinium caricicola* Kunze, 1817, *Mykol. Hefte* 1: 9

*Arthrinium puccinioides* Kunze, 1823, *Mykol. Hefte* 2: 103

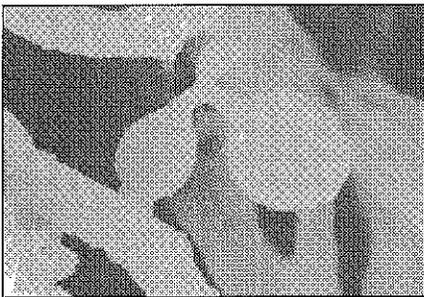
*Arthrinium sporophleum* Kunze, 1823, *Mykol. Hefte* 2: 104

*Arthrinium morthieri* Fuckel, 1870, *Symb. Mycol.*: 357

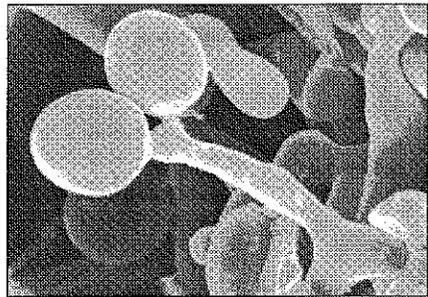
- Arthrinium sphaerospermum* Fuckel, 1873, *Symb. Mycol. Nachtr.* 3: 79
- Arthrinium* anamorfo de *Apiospora montagnei* (*Arthrinium arundinis* (Corda 1838) Dyko y Sutton 1879). Saccardo, 1875, *Nuovo G. Bot. Ital.* 7: 306
- Arthrinium ushuvaiense* Spegazzini, 1887, *Bol. Acad. Nac. Cienc. Córdoba* 11: 103
- Arthrinium kamschaticum* Tranzschel y Woronin, 1914, *Fungi and Myxomycetes of Kamchataka*, *Bot. Otd.* 2: 537-576
- Arthrinium saccharicola* Stevenson, 1917, *J. Dep. Agric. P. Rico* 1:223
- Arthrinium cuspidatum* Hohnel, 1925, *Mitt. Bot. Inst. Tech. Hochsch Wien*, 2(1): 15
- Arthrinium* anamorfo de *Pseudoguignardia scirpi* (*Arthrinium curvatum* Kunze) Gutner, 1927, *Mat. Mikol. Fitop. Ross.*, 6: 311
- Arthrinium curvatum* Kunze var. *minus* Ellis, 1951, *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 34: 501
- Arthrinium lobatum* Ellis, 1963, *Mycol. Pap.* 87: 21
- Arthrinium spegazzinii* Subramanian, 1965, *Proc. Indian Acad. Sci. Sect. B*, 44: 124
- Arthrinium euphorbiae* Ellis, 1965, *Mycol. Pap.* 103: 6
- Arthrinium phaeospermum* Ellis (comb. nov.), 1965, *Mycol. Pap.* 103: 8
- Arthrinium urticae* Ellis, 1965, *Mycol. Pap.* 103: 16
- Arthrinium luzulae* Ellis, 1965, *Mycol. Pap.* 103: 18
- Arthrinium sacchari* (comb. nov.), 1965, *Mycol. Pap.* 103: 8
- Arthrinium fuckelii* Gjaerum, 1967, *Nytt. magasin for Botanik* 14

- Arthrinium japonicum* Pollak y Benjamin, 1969, *Mycologia* 61(1): 187
- Arthrinium muelleri* Ellis, 1976, *More Dematiaceous Hyphomycetes*: 447
- Arthrinium aureum* Calvo y Guarro, 1980, *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 75(1): 156-157
- Arthrinium globosum* Koskela, 1983, *Karstenia* 23: 13-14
- Arthrinium marii* Larrondo y Calvo, 1990, *Mycologia* 82: 396-398.
- Arthrinium serenensis* Larrondo y Calvo, 1990, *Mycologia* 82: 396-398.
- Arthrinium mediterranii* Larrondo y Calvo, 1992. *Mycologia* 84: 475-478.
- Arthrinium hispanicus* Larrondo y Calvo, 1992. *Mycologia* 84: 475-478.

Las formas-especie de *Arthrinium* están ampliamente distribuídas en los más diversos hábitats, por lo que se pueden considerar de distribución cosmopolita. Aunque son fundamentalmente saprófitas o parásitas de la célula vegetal, particularmente se desarrollan sobre gramíneas, en las que pueden producir gran número de conidios, que se observan como masas negruzcas. Su presencia en suelos y arenas es de importancia secundaria.



*Arthrinium aureum* Calvo y Guarro



*Arthrinium phaeospermum* Ellis (comb. nov)

## Descripción de las especies del género *Arthrinium*

### *Arthrinium caricicola* Kunze, 1817

#### **Sinónimo:**

*Arthrinium naviculare*. Rostrup, 1866, *Bot. Tidss.* 15: 235.

#### **Descripción:**

Las colonias son compactas y de color marrón oscuro. Poseen el micelio parcialmente superficial, constituido por hifas ramificadas y anastomosadas. Las hifas son septadas y de color pardo. Las células madres del conidióforo son subesféricas y miden de 5 a 8  $\mu\text{m}$  de longitud y de 5 a 7  $\mu\text{m}$  de grosor. Los conidióforos son ascendentes, simples, flexuosos, cilíndricos y poco coloreados. Poseen septos transversales de color pardo y miden de 20 a 106  $\mu\text{m}$  de longitud y de 2 a 4,5  $\mu\text{m}$  de anchura. Los conidios son fusiformes y miden de 30 a 53 (40)  $\mu\text{m}$  de longitud y de 7,5 a 13 (9,4)  $\mu\text{m}$  de grosor. Presentan células estériles de tamaño menor que los conidios e irregularmente lobuladas.

#### **Hábitat:**

Se ha aislado de hojas de diversas especies de *Carex* y de *Eriophorum caespitosum*.

#### **Distribución:**

Alemania, Austria, Finlandia, Noruega, Rusia, Suecia y Suiza.

## *Arthrinium puccinioides* Kunze, 1823

### Sinónimos:

*Conoplea puccinioides* de Candolle, 1805, *Flore française* 2: 72, y Merat, 1821, *Nouvelle flore des environs de Paris*: 16.

*Goniosporium puccinioides* de Candolle y Link, 1824, en Linneo *Sp. Pl.* 6(1): 45.

*Gonatosporium puccinioides* de Candolle y Corda, 1839, *Icones Fungorum* 3: 8.

*Goniosporium punctiforme* Spegazzini, 1887, *Boln. Acad. Nac. Cenc. Córdoba* 11:304.

### Descripción:

Las colonias son de color negruzco, compactas, redondeadas u ovaladas. El micelio es parcialmente superficial, formado por hifas ramificadas, con diversas anastomosis, poco coloreadas, de color parduzco, de paredes lisas y de un grosor de 3 a 6  $\mu\text{m}$ . Las hifas sumergidas miden de 1 a 6  $\mu\text{m}$  de grosor. Las células madres del conidióforo son subsféricas o doliiformes. Miden de 4 a 5  $\mu\text{m}$  de longitud y de 3 a 6,5  $\mu\text{m}$  de grosor. Los conidióforos son erectos, simples, rectos o flexuosos, cilíndricos y poco coloreados. Poseen septos transversales de color pardo claro u oscuro. Son de paredes lisas y su longitud oscila entre 25 y 130  $\mu\text{m}$  y su anchura, entre 2 y 4  $\mu\text{m}$ . Los conidios son pardos, a menudo con anillos concéntricos claros y oscuros. Son de paredes lisas. Presentan formas poligonales con un diámetro de 9 a 14 (11,6)  $\mu\text{m}$  y formas semiesféricas o triangulares, de un diámetro de 7 a 9  $\mu\text{m}$ .

**Hábitat:**

Parásito de *Carex acuta*, *Carex acutiformis*, *Carex appropinquata*, *Carex elata*, *Carex hirta*, *Carex riparia*, *Scirpus taberaemontani*.

**Distribución:**

Alemania, Francia, Inglaterra y Noruega.

## *Arthrinium sporophleum* Kunze, 1823

### Sinónimos:

*Sporophleum gramineum* Kunze, 1823, *Myk. Hef.* 2: 105

*Torula eriophori* Berkeley, 1836, *Fungi in J. E. Smith's Flora* 5(2): 359.

*Arthrinium sporopheloides* Fuckel, 1873, *Symb. Mycol. Nachtr.* 2: 78.

### Descripción:

Colonias compactas de color pardo oscuro o negro. Poseen el micelio parcialmente superficial, constituido por hifas ramificadas y con anastomosis. Las hifas son septadas y miden de 3 a 9  $\mu\text{m}$  de grosor. Las células madres del conidióforo son subsféricas y miden de 4,6 a 5,5  $\mu\text{m}$  de longitud y de 4,5 a 5,5  $\mu\text{m}$  de grosor. Los conidióforos son ascendentes, flexuosos, cilíndricos y poco coloreados. Poseen septos transversales de color pardo y miden de 40 a 150  $\mu\text{m}$  de longitud y de 2 a 4  $\mu\text{m}$  de grosor. Los conidios son pardos y poseen forma de limón, de huso o bien de elipse, miden de 11 a 15 (12,5)  $\mu\text{m}$  de longitud y de 5 a 7,5 (5,9)  $\mu\text{m}$  de grosor. Presentan células estériles subsféricas, poligonales o triangulares que miden de 5 a 8  $\mu\text{m}$  de ancho.

### Hábitat:

Se han descrito sobre varias especies de *Carex*, *Eriophorum*, *Juncus*, *Scirpus* y *Typha*.

### Distribución:

Alemania, Francia, Italia, Inglaterra, India, Portugal, Noruega y Suiza.

## *Arthrinium morthieri* Fuckel, 1870

### **Sinónimo:**

No se cita ninguno en la bibliografía.

### **Descripción:**

Las colonias son compactas y de color negruzco. Poseen el micelio parcialmente superficial, constituido por hifas ramificadas y con anastomosis. Las células madres de los conidióforos son subsféricas o con forma de barril y miden de 5 a 6  $\mu\text{m}$  de longitud y de 4,5 a 5  $\mu\text{m}$  de grosor. Los conidióforos son ascendentes, rectos o flexuosos, cilíndricos y poco coloreados, miden de 30 a 75  $\mu\text{m}$  de longitud y de 2 a 4,5  $\mu\text{m}$  de grosor. Poseen septos transversales de color pardo. Los conidios son aplanados y de forma rectangular e irregular, de paredes lisas y color pardo. Miden de 12 a 16 (14,7)  $\mu\text{m}$  de longitud y de 7 a 9 (8,3)  $\mu\text{m}$  de grosor. Las células estériles son esféricas o elipsoidales, muy claras, y miden de 7 a 10  $\mu\text{m}$  de longitud y de de 5 a 8  $\mu\text{m}$  de anchura.

### **Hábitat:**

Se desarrollan sobre diversas especies de *Carex*.

### **Distribución:**

Noruega, Suecia y Suiza.

## *Arthrinium sphaerospermum* Fuckel, 1873

### **Sinónimo:**

*Goniosporium sphaerospermum* Saccardo, 1886, *Sylloge Fung.* 4: 280.

### **Descripción:**

Las colonias son compactas y de color negruzco. El micelio es parcialmente superficial y está constituido por hifas ramificadas y con presencia de anastomosis. Las hifas son septadas y de color pardo claro. Miden de 2 a 8  $\mu\text{m}$  de grosor. Las células madres del conidióforo son subesféricas o doliiformes y miden de 5 a 9  $\mu\text{m}$  de longitud y de 4 a 7  $\mu\text{m}$  de grosor. Los conidióforos son erectos o ascendentes, simples, rectos o flexuosos, cilíndricos y poco coloreados, poseen septos transversales de color pardo. Las paredes son lisas y su longitud oscila entre 10 y 80  $\mu\text{m}$  y su grosor entre 2 y 3  $\mu\text{m}$ . Los conidios son esféricos o subesféricos, de color pardo y de paredes lisas. Su tamaño oscila entre 7 y 9 (8)  $\mu\text{m}$ . No poseen células estériles.

### **Hábitat:**

Aislado de hojas de *Phleum pratense*

### **Distribución:**

Suiza.

***Arthrinium arundinis* (Corda, 1838)  
Dyko y Sutton 1979,  
anamorfo de *Apiosporamontagnei* Saccardo, 1875**

**Sinónimos:**

*Gymnosporium arundinis* Corda, 1838, *Icones Fung.* 2: 1.

*Papularia arundinis* Fries, 1849, *Summa Veg. Scan.* 2: 509.

*Coniosporium arundinis* Saccardo, 1880, *Michelia* 2: 124.

*Torula sambuci* Fuckel, 1873, *Symb. Mycol. Nachtr.* 2: 77.

*Gymnosporium circumscissum* Berkeley y Broome, 1873, *J. Linn. Soc.* 14: 90.

*Coniosporium circumscissum* Saccardo, 1886, *Syll. Fung.* 4: 244.

*Melanconium circumscissum* Grove, 1918, *Kew Bull.*: 174.

*Torula donacina*. Thrumen 1877, *Mycotheca universalis*: 887.

*Gymnosporium bambusae* Thumen, 1887, *Mycotheca universalis*: 885.

*Coniosporium bambusae* Saccardo, 1880, *Michelia* 2: 124.

*Gymnosporium gramineum* Ellis y Everhart, 1885, *J. Mycol.* 1: 44.

*Trichosporium inflatum* El Marchal, 1896, *Bull. Soc. R. Bot. Belg.* 34 (1): 142.

*Epicoccum teobromae* Petch, 1924, *Ann. R. Bot. Gns. Peradeniya* 9(3): 328.

*Periconia lanata* Gilman y Abbot, 1927, *Iowa St. Coll. J. Sci.* 1(3): 315.

*Innatospora rosae* Van Beyma, 1929, *Verh. K. Akad. Wet. Sect.* 2 26(4): 5.

### **Descripción:**

Las colonias son compactas y de bordes redondeados. El micelio es parcialmente superficial, formado por hifas ramificadas con diversas anastomosis, septadas y casi incoloras. Poseen las paredes lisas y miden de 1 a 4  $\mu\text{m}$  de grosor. Las hifas sumergidas son más estrechas. Las células madres del conidióforo poseen formas diversas: subesféricas, ovaladas o doliiformes. Miden de 5 a 7  $\mu\text{m}$  de longitud y de 3 a 5  $\mu\text{m}$  de grosor. Los conidióforos son erectos, ascendentes y simples, y poseen pocos septos transversales. Los conidios son lenticulares, de color pardo claro y presentan una banda hialina. Miden de 5,5 a 8 (6,5)  $\mu\text{m}$  de longitud y de 3 a 4,5 (3,8)  $\mu\text{m}$  de grosor. No poseen células estériles.

### **Hábitat:**

Común sobre bambú y otros sustratos, entre los que destacan: *Saccharum officinarum*, *Carex riparia*, *Nicotiana tabacum*, *Phragmites comunis*, *Solanum tuberosum*, *Triticum* sp., *Teobroma cacao*, *Arundinaria* sp.

Asimismo se ha aislado como saprófito de la piel de diversos animales y de la atmósfera y el suelo de diversos lugares del mundo.

### **Distribución:**

Cosmopolita.

## *Arthrinium ushuvaiense* Spegazzinii, 1887

### **Sinónimos:**

No se citan en la bibliografía.

### **Descripción:**

Las colonias son compactas y de color pardo oscuro o negruzco. Poseen el micelio parcialmente superficial, formado por un entramado de hifas con anastomosis. Las células madres del conidióforo son subsféricas y miden de 4,5 a 7,5  $\mu\text{m}$  de longitud y de 4,5 a 6  $\mu\text{m}$  de grosor. Los conidióforos son ascendentes, rectos o flexuosos, cilíndricos y poco coloreados. Miden de 20 a 140  $\mu\text{m}$  de longitud y de 2 a 4  $\mu\text{m}$  de grosor. Los conidios son pardos y presentan un aspecto fusiforme o elipsoidal. Miden de 17 a 25 (21)  $\mu\text{m}$  de longitud y de 6 a 9 (7,2)  $\mu\text{m}$  de grosor. Poseen células estériles de color pardo claro, subsféricas o triangulares, de 7 a 11  $\mu\text{m}$  de diámetro.

### **Hábitat:**

Aislado sobre *Luzula antartica* y *Festuca* sp.

### **Distribución:**

Argentina.

## *Arthrinium kamtschaticum* Tranzschel y Woronichim, 1914

### **Sinónimos:**

No se citan en la bibliografía.

### **Descripción:**

Colonias difusas, de poco espesor. Los conidióforos son simples y cilíndricos, de paredes lisas e hialinos. Poseen septos transversales de color pardo y miden 50  $\mu\text{m}$  de longitud por 4  $\mu\text{m}$  de grosor. Los conidios son de color marrón y nacen lateralmente, tienen forma en «u» y poseen los extremos redondeados. Miden de 22 a 32  $\mu\text{m}$  de longitud y de 10 a 14  $\mu\text{m}$  de grosor.

### **Hábitat:**

Sobre hojas muertas de especies de *Carex*.

### **Distribución:**

Noruega y Rusia.

## *Arthrinium saccharicola* Stevenson, 1917

### **Sinónimo:**

No se citan en la bibliografía.

### **Descripción:**

Las colonias son negruzcas y de aspecto difuso. El micelio es parcialmente superficial, con hifas septadas, con numerosas ramificaciones y diversas anastomosis. Son de color pardo claro y de paredes lisas. El grosor oscila entre 2 y 5  $\mu\text{m}$ . Las células madres del conidióforo son subesféricas o ampuliformes, de 5 a 7  $\mu\text{m}$  de longitud y de 4,5 a 6  $\mu\text{m}$  de grosor. Los conidióforos son erectos, simples, rectos o flexuosos y de color marrón o marrón negruzco. El tamaño es de 25 a 130  $\mu\text{m}$  de longitud y de 2 a 4  $\mu\text{m}$  de anchura. Los conidios son lenticulares, de color pardo o pardo oscuro, con una banda hialina, y miden de 7 a 10 (9)  $\mu\text{m}$  y de 4 a 6 (5,1)  $\mu\text{m}$ . No se observan células hialinas.

### **Hábitat:**

Sobre caña de azúcar.

### **Distribución:**

Venezuela.

## *Arthrinium cuspidatum* Hohnel, 1925

### **Sinónimos:**

*Camptoum cuspidatum* Cooke y Harkness, 1883, *Grevillea* 12(61): 33.

*Arthrinium bicorne* Rostrup, 1886 *Bot. Tidsskr.* 15: 235.

*Tureenia juncoidea* Hall, 1915, *Phytopathology* 5: 57.

### **Descripción:**

Colonias compactas, de forma irregular o bordes redondeados. El micelio es parcialmente superficial, formado por una red de hifas con ramificaciones y anastomosis de color pardo y de paredes lisas. Las células madres del conidióforo poseen forma de tonel y miden de 5 a 7  $\mu\text{m}$  de longitud y de 4 a 5,5  $\mu\text{m}$  de grosor. Los conidióforos son erectos, ascendentes y simples, flexuosos, cilíndricos y poco coloreados. Poseen septos transversales de color pardo. Miden de 32 a 80  $\mu\text{m}$  de longitud y de 3 a 5  $\mu\text{m}$  de grosor. Los conidios son curvados, con protuberancias terminales y de paredes lisas. Miden de 15 a 32 (26)  $\mu\text{m}$  y de 7 a 11 (9,2)  $\mu\text{m}$ . Poseen células estériles subesféricas de 7 a 8  $\mu\text{m}$  de diámetro, con forma de sombrero o lobuladas, de color pardo claro.

### **Hábitat:**

Aislado sobre varias especies de *Juncus* y *Scirpus*.

### **Distribución:**

América del Norte, Canadá, Inglaterra, Noruega, Suiza y Rusia.

***Arthrinium curvatum* Kunze, 1823, anamorfo  
de *Pseudoguignardia scirpi* Gutner, 1927**

**Sinónimo:**

*Camptoum curvatum*. Kunze: Link, 1824, en Linneo, *Sp. PL.* 6(1): 44.

**Descripción:**

Las colonias son compactas y de color pardo oscuro. Poseen el micelio parcialmente superficial, con hifas muy estrechas, ramificadas y anastomosadas. Son de color pardo y de paredes lisas. Las células madres del conidióforo son subsféricas y miden de 5 a 6  $\mu\text{m}$  de longitud y de 4 a 6  $\mu\text{m}$  de grosor. Los conidióforos son erectos, ascendentes, simples, rectos o flexuosos, cilíndricos y poco coloreados. Poseen septos transversales de color pardo y miden de 40 a 90  $\mu\text{m}$  de longitud y de 2,5 a 3,5  $\mu\text{m}$  de grosor. Los conidios son curvados, con los extremos redondeados, y miden de 11 a 15 (13)  $\mu\text{m}$  de longitud y de 6 a 8 (7,2)  $\mu\text{m}$  de grosor. Algunas cepas poseen células estériles, generalmente curvadas, de menor tamaño y menos coloreadas que los conidios.

**Hábitat:**

Generalmente se aíslan de hojas de *Scirpus sylvaticus*, *Scirpus lacustris*, *Carex acutiformis*, *Carex riparia* y *Juncus* sp.

**Distribución:**

Austria, Alemania, Bélgica, Finlandia, Inglaterra, Noruega, Suecia, Suiza y Rusia.

## *Arthrinium lobatum* Ellis, 1963

### **Sinónimo:**

No se mencionan en la bibliografía.

### **Descripción:**

Colonias compactas, de color pardo oscuro o negro. El micelio es parcialmente superficial y está formado por una red de hifas ramificadas y con anastomosis. Las células madres del conidióforo son vialiformes, miden de 7 a 14  $\mu\text{m}$  de longitud y de 7 a 9  $\mu\text{m}$  de grosor. Los conidióforos son ascendentes, rectos o flexuosos, cilíndricos y poco coloreados. Miden de 20 a 200  $\mu\text{m}$  de longitud y de 3 a 5  $\mu\text{m}$  de grosor. Poseen septos transversales de color pardo oscuro. Los conidios son ovalados o elipsoidales, y miden de 17 a 20 (19,5)  $\mu\text{m}$  de longitud y de 12 a 14 (12,4)  $\mu\text{m}$  de grosor. Presentan células estériles irregulares angulosas y lobuladas.

### **Hábitat:**

Sobre hojas de diversas gramíneas.

### **Distribución:**

Venezuela.

## *Arthrinium spegazzini* Subramanian, 1965

### **Sinónimo:**

*Microtypha saccharicola* Spegazzini, 1910. *Ann. Mus. Nac. Hist. Nat. Buenos Aires*, 20: 432.

### **Descripción:**

Las colonias son de aspecto compacto y bordes redondeados. El micelio es parcialmente superficial, parcialmente sumergido. Las hifas superficiales son de paredes lisas y septadas, de color marronáceo u oliváceo. Miden de 1,5 a 5,5  $\mu\text{m}$  de grosor y forman un entramado de hifas ramificadas con anastomosis. La célula madre del conidióforo varía de subesférica a doliiforme. Los conidióforos son erectos, simples, rectos o flexuosos, cilíndricos y poco coloreados, excepto por la presencia de gruesos septos transversales que son de color pardo o pardo oscuro. Miden de 15 a 140  $\mu\text{m}$  de largo y de 3 a 4,5  $\mu\text{m}$  de ancho. Los conidios presentan diversas formas: ovalados, elípticos o con forma de clavo. Son truncados en la base y de color pardo dorado. Las paredes son lisas o verrucosas. Miden de 5 a 8 (6,5)  $\mu\text{m}$  de longitud y de 3 a 6 (4,1)  $\mu\text{m}$  de grosor. Carecen de células estériles.

### **Hábitat:**

Sobre caña de azúcar (*Saccharum officinarum*).

### **Distribución:**

Argentina.

## *Arthrinium euphorbiae* Ellis, 1965

### **Sinónimo:**

No se citan sinónimos.

### **Descripción:**

Colonias difusas, de color pardo oscuro o negruzco. Poseen el micelio parcialmente superficial, compuesto por hifas septadas ramificadas con anastomosis. Son de color pardo oliváceo y de paredes lisas. El grosor de las hifas oscila entre 2,5 y 5  $\mu\text{m}$ . Las hifas sumergidas son de menor tamaño. Las células madres del conidióforo son esféricas o en forma de tonel o de clavo. Miden de 4,5 a 5  $\mu\text{m}$  de longitud y de 3,5 a 5  $\mu\text{m}$  de grosor. Los conidióforos son erectos, simples, flexuosos, cilíndricos y poco coloreados. Poseen septos transversales pardos. Son de paredes lisas y miden de 15 a 110  $\mu\text{m}$  de longitud y de 0,5 a 1  $\mu\text{m}$  de grosor. Los conidios son lenticulares, de color pardo o pardo oliváceo, de paredes lisas, y miden de 4 a 5,5 (4,7)  $\mu\text{m}$  de longitud y de 3 a 4 (3,2)  $\mu\text{m}$  de grosor. Presentan, en algunas cepas, células hialinas semiesféricas que miden de 4 a 5  $\mu\text{m}$  de longitud y de 2 a 3  $\mu\text{m}$  de grosor.

### **Hábitat:**

Sobre tallos de *Euphorbia*.

### **Distribución:**

Nueva Zelanda.

## *Arthrinium phaeospermum* Ellis, 1965

### Sinónimos:

*Gymnosporium phaeospermum* Corda, 1837, *Icones Fung.* 1: 1.

*Coniosporium phaeospermum* Saccardo, 1881, *Michelia* 2: 292.

*Stilbospora sphaerosperma* Persoon, 1795, *Usteri's Neue Ann. Bot.* 15: 31.

*Melanconium sphaerospermum* Link, 1825, en Linneo, *Sp. Pl.* 6(2): 91.

*Papularia sphaerosperma* Hohnel, 1916, *Sber. Akad. Wiss. Wien*, 125: 114.

*Coniosporium inquinans* Durieu y Montagne, 1849, *Flore d'Algérie, Cryptogamie*: 327.

*Epicoccum simplex* Berkeley y Curtis, 1875, *Grevillea* 3(27): 100.

*Coniosporium argentiense* Spegazzini, 1910, *Ann. Mus. Nac. Hist. Nat. Buenos Aires* 20: 430.

*Pseudobasidium bicolor* Tenwall, 1924, *Meded. Phytopath. Lab. Willie Commelin Scholten*, 6: 38.

*Botryoconia sanguinea* Tubaki, 1952, *Nagaoa* 1:7.

*Papularia rosea* Grebenjuk y Kuznetzowa, 1971.

### Descripción:

Las colonias son de morfología muy variable. Generalmente son superficiales y compactas, de color negro en las zonas en las que los blastoconidios son abundantes. El micelio es parcialmente superficial, formado por hifas ra-

mificadas, con diversas anastomosis. Las hifas son septadas, poco coloreadas, de paredes lisas y de un grosor entre 2 y 6  $\mu\text{m}$ . Las hifas inmersas son de menor grosor que las superficiales. Las células madres del conidióforo son doliformes y miden de 5 a 10  $\mu\text{m}$  de longitud y de 3 a 5  $\mu\text{m}$  de grosor. Los conidióforos son ascendentes, simples y flexuosos, cilíndricos, poco coloreados y de paredes lisas. Miden de 5 a 65  $\mu\text{m}$  de longitud y de 1 a 1,5  $\mu\text{m}$  de grosor. Poseen septos transversales altamente refringentes y poco coloreados o de color pardo claro. Los conidios son lenticulares, de color pardo dorado. Miden de 8 a 12 (9,9)  $\mu\text{m}$  de longitud y de 5 a 7 (6)  $\mu\text{m}$  de grosor. No poseen células estériles.

### **Hábitat:**

Crecen sobre vegetales, principalmente sobre *Arundo mauritanica*, *Bambusa* sp., *Brassica campestris*, *Carex*, *Pinus officinalis*.

Asimismo se cita aislado a partir de muestras de suelos, maderas, plumas de pájaros y atmósfera de diversas ciudades del mundo.

### **Distribución:**

Cosmopolita.

## *Arthrinium urticae* Ellis, 1965

### **Sinónimos:**

No se citan en la bibliografía.

### **Descripción:**

Colonias de aspecto pulverulento. El micelio es parcialmente superficial, y está compuesto por un conjunto de hifas ramificadas y con anastomosis. Son de color pardo y el grosor de las paredes oscila entre 1,0 y 4,0  $\mu\text{m}$ . Las células madres del conidióforo son erectas, simples, rectas o flexuosas, cilíndricas y poco coloreadas. Poseen septos transversales, de color pardo. Poseen las paredes lisas y miden de 40 a 74  $\mu\text{m}$  de longitud y de 1,5 a 2,0  $\mu\text{m}$  de grosor. Los conidios son redondos y miden de 5,0 a 6,0 (5,6)  $\mu\text{m}$  de longitud y de 3,0 a 4,0 (3,6)  $\mu\text{m}$  de grosor. No poseen células estériles.

### **Hábitat:**

Sobre tallos de vegetales del género *Urtica*.

### **Distribución:**

Inglaterra.

## *Arthrinium luzulae* Ellis, 1965

### **Sinónimos:**

No se menciona ninguno en la bibliografía.

### **Descripción:**

Colonias de color pardo o negruzco. El micelio es parcialmente superficial, constituido por una red de hifas ramificadas y con diversas anastomosis. Las hifas son septadas y de color pardo oliváceo. Son de paredes lisas y de grosor entre 2 y 7  $\mu\text{m}$ . Las células madres de los conidióforos tienen forma de barril y miden de 5 a 8  $\mu\text{m}$  de longitud y de 4 a 6  $\mu\text{m}$  de grosor. Los conidióforos son ascendentes, simples, flexuosos o derechos, cilíndricos y poco coloreados. Poseen numerosos septos transversales de color pardo, anchos. Los conidios son curvados, de color pardo y con una fisura germinativa. Sus paredes son lisas y miden de 18 a 21 (19,5)  $\mu\text{m}$  de longitud y de 12 a 14 (13,5)  $\mu\text{m}$  de grosor. Las células estériles son acrógenas, hemisféricas, triangulares o doliiformes. Son de color pardo y miden de 5 a 1  $\mu\text{m}$  de longitud y de 5 a 7  $\mu\text{m}$  de grosor.

### **Hábitat:**

Sobre hojas y tallos de *Luzulae lutea* y *Luzula spadicea*.

### **Distribución:**

Suiza.

## *Arthrinium sacchari* Ellis, 1965

### **Sinónimos:**

*Coniosporium sacchari* Spegazzini, 1896, *Rvta. Fac. Agron. Univ. Nac. La Plata* 2: 248.

### **Descripción:**

Las colonias son compactas, redondas u ovaladas, generalmente de aspecto difuso y de color pardo oscuro o negruzco. El micelio es parcialmente superficial y está formado por un entramado de hifas con ramificaciones y anastomosis. Las hifas son septadas y de color marrón oliváceo, son de paredes lisas y de un grosor de 2 a 5  $\mu\text{m}$ . Las hifas sumergidas son más estrechas y de color pardo claro. Las células madres de los conidióforos son subsféricas o en forma de porra. Miden de 3 a 6  $\mu\text{m}$  de longitud y de 4 a 5,5  $\mu\text{m}$  de grosor. Los conidióforos son ascendentes, simples, flexuosos, cilíndricos, poco coloreados, excepto en los septos transversales pardos; de paredes lisas y miden de 40 a 130  $\mu\text{m}$  de largo y de 1 a 1,5  $\mu\text{m}$  de ancho. Los conidios son lenticulares, de color pardo oscuro, con una banda hialina. Miden de 6 a 8 (7,1)  $\mu\text{m}$  de longitud y de 3 a 4 (3,8)  $\mu\text{m}$  de grosor.

### **Hábitat:**

Aislado de caña de azúcar y plantas tropicales.

### **Distribución:**

Argentina, India, Nigeria, Pakistán y Zambia.

## *Arthrinium fuckelii* Gjaerum, 1967

### **Sinónimos:**

No se cita ninguno en la bibliografía.

### **Descripción:**

Colonias compactas de color pardo oscuro. El micelio es parcialmente superficial, de color pardo claro. Las células madres del conidióforo son subesféricas o en forma de barril. Los conidióforos son simples, rectos o flexuosos, de color gris o parduzco. Miden 100  $\mu\text{m}$  de longitud y de 2,5 a 4  $\mu\text{m}$  de grosor. Son de paredes hialinas y poseen septos transversales parduzcos. Los conidios presentan diversas morfologías: irregulares, esféricas, triangulares o rectangulares. Miden de 14,5 a 20 (18)  $\mu\text{m}$  de longitud y de 5,5 a 9 (7,8)  $\mu\text{m}$  de grosor. Poseen células estériles acropleurógenas y en forma de botella.

### **Hábitat:**

Sobre hojas de diversas especies de *Carex*.

### **Distribución:**

Noruega.

## *Arthrinium japonicum* Pollak y Benjamin, 1969

### **Sinónimo:**

No se citan en la bibliografía.

### **Descripción:**

Colonias compactas de color negruzco. Poseen el micelio parcialmente superficial. Los conidióforos nacen de células madres globosas o subglobosas, son simples y cilíndricos, y poseen septos transversales pardos. Miden 90  $\mu\text{m}$  de longitud por 6  $\mu\text{m}$  de grosor. Los conidios nacen lateralmente y miden de 38 a 48  $\mu\text{m}$  de longitud y de 14 a 16  $\mu\text{m}$  de grosor. Poseen células estériles esféricas o de forma irregular con proyecciones.

### **Hábitat:**

Aislado de embalajes de rosas procedentes del Japón.

### **Distribución:**

Japón.

## *Arthrinium muelleri* Ellis, 1976

### **Sinónimos:**

No se citan en la bibliografía.

### **Descripción:**

Colonias de pequeño tamaño y color negruzco. Poseen el micelio parcialmente superficial, constituido por una red de hifas ramificadas y con anastomosis. Las células madres del conidióforo son subsféricas o ampuliformes, y miden de 5 a 7  $\mu\text{m}$  de diámetro. Los conidióforos son ascendentes, simples, rectos o flexuosos, y poseen septos transversales de color pardo. Miden de 15 a 100  $\mu\text{m}$  de longitud y de 3 a 4  $\mu\text{m}$  de grosor. Los conidios son curvados y de color pardo. Miden de 15 a 20  $\mu\text{m}$  de longitud y de 8 a 10  $\mu\text{m}$  de anchura. Las células estériles son acrógenas, elipsoidales o lenticulares, y miden de 8 a 12  $\mu\text{m}$  de longitud y de 6 a 8  $\mu\text{m}$  de grosor.

### **Hábitat:**

Aislado sobre *Carex foetida*.

### **Distribución:**

Suiza.

## *Arthrinium aureum* Calvo y Guarro, 1980

### **Sinónimo:**

No se mencionan en la bibliografía.

### **Descripción:**

Las colonias crecen rápidamente en agar extracto de malta al 2% y alcanzan un diámetro de 85-90 mm a los catorce días de incubación a 28°C. Las colonias son de aspecto pulverulento, de color pardo oscuro o negruzco, aunque pueden presentar, en ocasiones, abundante micelio blanco estéril. Forman gotas de exudado abundantes, transparentes y de color amarillento. Típicamente forman pigmento amarillo, difusible en el medio de cultivo. Los conidióforos son simples, flexuosos, poco coloreados y de paredes lisas, con septos transversales parduzcos. Son basáuticos, macronematosos y mononematosos. Nacen de células madres simples y estrechas. Las células conidiógenas son integradas. Los conidios son solitarios, terminales o a veces de crecimiento lateral. Poseen un borde que observado en el microscopio óptico parece transparente. Los conidios son de color pardo o pardo oscuro, de paredes lisas y carentes de septos. Sus dimensiones son 20-30  $\mu\text{m}$  por 10-15  $\mu\text{m}$ . Poseen células estériles, terminales, formadas en el lugar en el que se originan los conidios. Generalmente son de menor tamaño que éstos y poseen su misma forma, en su interior contienen de 1 a 4 cuerpos refringentes. Las colonias por el reverso son de color pardo.

### **Hábitat:**

Atmósfera.

### **Distribución:**

España, India.

## *Arthrinium globosum* Koskela, 1983

### **Sinónimo:**

No se mencionan en la bibliografía.

### **Descripción:**

Las colonias son compactas y de color pardo oscuro. Poseen el micelio parcialmente superficial, constituido por hifas ramificadas y con anastomosis. Las hifas son de color pardo oliváceo y de paredes lisas. Las células madres del conidióforo son subsféricas y miden de 4 a 7  $\mu\text{m}$  de longitud y de 3 a 5  $\mu\text{m}$  de grosor. Los conidióforos son simples, rectos o flexuosos, cilíndricos y poco coloreados. Poseen septos transversales de color pardo, miden más de 100  $\mu\text{m}$  de longitud y de 3 a 4  $\mu\text{m}$  de grosor. Los conidios nacen lateralmente y son globosos o bastante esféricos. Miden de 8 a 10 (9)  $\mu\text{m}$  de longitud y de 7 a 9 (8)  $\mu\text{m}$  de grosor. No poseen células estériles.

### **Hábitat:**

Sobre *Carex caespitosa* y *Ciperaceae* en general.

### **Distribución:**

Finlandia.

## *Arthrinium serenensis* Larrondo y Calvo, 1990

### **Sinónimo:**

No se cita ninguno en la bibliografía.

### **Descripción:**

Las colonias presentan un diámetro de 90 cm si se incuban a 28°C, por espacio de siete días, en placas de Petri de 90 cm de diámetro que contengan agar extracto de malta al 2%. El color del anverso es típicamente negruzco, debido a que poseen una abundante esporulación, y su reverso es también de color negro: Poseen hifas parcialmente superficiales, parcialmente sumergidas, que forman anastomosis. Presentan un olor penetrante y abundantes gotas de exudado, pero carecen de pigmento difusible en el medio de cultivo. La célula madre del conidióforo es ampuliforme, el conidióforo es recto o flexuoso y posee abundantes septos transversales. Los blastoconidios miden de 10,1 a 11,2  $\mu\text{m}$  de longitud y de 7,8 a 9,5  $\mu\text{m}$  de grosor.

### **Holotipo:**

IMI 326869

### **Hábitat:**

Atmósfera. Vegetales.

### **Distribución:**

España.

## *Arthrinium marii* Larrondo y Calvo, 1990

### **Sinónimo:**

No se cita ninguno en la bibliografía.

### **Descripción**

Las colonias cultivadas, por espacio de siete días a 28°C, en placas de Petri de 90 mm de diámetro que contienen agar extracto de malta al 2%, alcanzan un diámetro de 85-90 mm. El anverso de las colonias es de color negruzco, con gran abundancia de esporulación. El reverso es de color marronáceo oscuro. Las colonias están formadas por hifas parcialmente superficiales de color blanco y rosado, e hifas parcialmente sumergidas. Las hifas presentan, en ocasiones, anastomosis. Poseen pigmento difusible de color ligeramente amarillento, que al transcurrir el tiempo pasa a rosado. Poseen olor característico y carecen de gotas de exudado. La célula madre de los conidióforos es ampuliforme o esférica y los conidióforos son de color marronáceo y presentan numerosos septos transversales. Los blastoconidios miden de 7,2 a 7,5  $\mu\text{m}$  de longitud y de 6,1 a 6,6  $\mu\text{m}$  de grosor.

### **Holotipo:**

IMI 326872

### **Hábitat:**

Atmósfera. Suelos. Arenas de playa. Vegetales.

### **Distribución:**

España.

## *Arthrinium mediterranii* Larrondo y Calvo, 1992

### **Sinónimo:**

No se citan en la bibliografía.

### **Descripción:**

Las colonias incubadas por espacio de siete días a 28°C alcanzan sobre agar extracto de malta al 2% un diámetro de 75-80 mm. El color del anverso es blanco y negruzco, pero pueden presentar hifas estériles, superficiales, de color rosado. El reverso es marronáceo. Poseen hifas estériles superficiales con anastomosis y otras en profundidad. Poseen olor característico. Carecen de gotas de exudado y de pigmento difusible al medio de cultivo. La célula madre del conidióforo es ampuliforme y los conidióforos son rectos o flexuosos. En ellos se denota la presencia de septos transversales abundantes. Los blastoconidios miden de 9,0 a 9,5  $\mu\text{m}$  de longitud por 7,5 de grosor. Los blastoconidios son de color negro.

### **Holotipo:**

IMI 326875

### **Hábitat:**

Atmósfera.

### **Distribución:**

España.

## *Arthrinium hispanicus* Larrondo y Calvo 1992

### **Sinónimo:**

No se cita ninguno en la bibliografía.

### **Descripción:**

Las colonias, al desarrollarse en agar extracto de malta al 2% por espacio de siete días a 28°C, alcanzan un diámetro de 70-80 mm. Las colonias son de color amarillento y ligeramente rosado por la presencia de hifas estériles superficiales de este color. El reverso es de color marronáceo. Forman pigmento difusible en el medio de cultivo ligeramente rosado. El olor es característico. Las colonias están formadas por el micelio parcialmente superficial, parcialmente sumergido. En el primero, las hifas poseen, generalmente, anastomosis. Las células madres del conidióforo son, generalmente, ampuliformes, y los conidióforos son de color marronáceo y poseen abundantes septos transversales. Los blastoconidios son lenticulares y miden de 7,5 a 8,5  $\mu\text{m}$  de longitud y de 6,2 a 7,6  $\mu\text{m}$  de grosor.

### **Holotipo:**

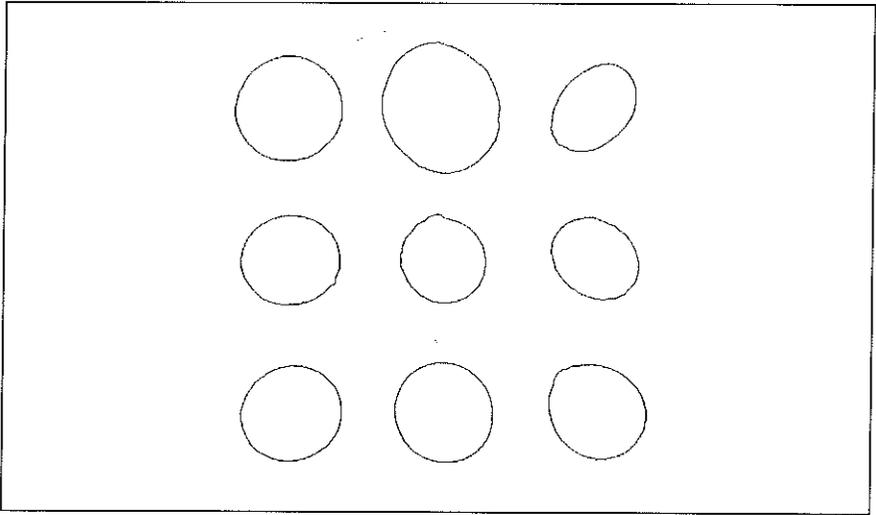
IMI 326877

### **Hábitat:**

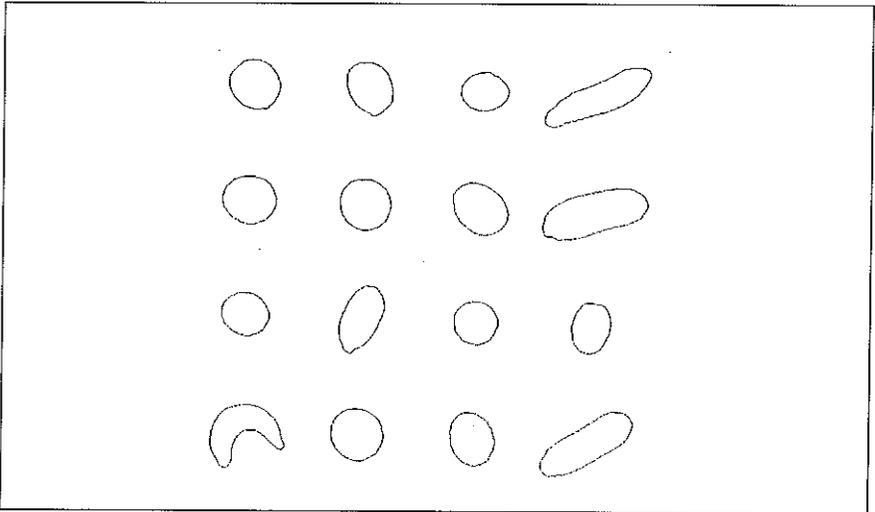
Arenas de playas.

### **Distribución:**

España.



Conidios de *Arthrinium aureum*



Conidios de *Arthrinium phaeospermum*

## El estado teleomórfico

El anamorfo *Arthrinium* ha sido correlacionado con varios teleomorfos. En el año 1919, Von Hohnel sugirió que las formas-especie de *Papularia* eran los estados conidiales de *Apiospora* y *Rhopographus*. Seis años después, Petrak indicó que *Papularia arundinis* era la forma conidial de *Apiospora montagnei*. Sin embargo, estos investigadores no demostraron experimentalmente sus hipótesis.

La primera conexión demostrada experimentalmente entre el anamorfo y el teleomorfo de *Arthrinium* fue realizada por Gutner en el año 1927, ya que, al cultivar la especie anamorfa *Arthrinium curvatum* sobre tallos esterilizados de varios vegetales, obtuvo los estados anamórficos y teleomórficos. El estado teleomórfico sólo fue observado en cultivo y se denominó *Pseudoguignardia scirpi*.

Ellis *et al.*, en el año 1951, obtuvieron el teleomorfo de *Arthrinium curvatum* var. *minus*, similar a *Pseudoguignardia scirpi*, pero caracterizado por poseer las ascosporas de tamaño menor y más curvadas. Únicamente fue posible obtenerlo en cultivo de laboratorio y no en condiciones naturales.

La especie *Pseudoguignardia scirpi* se incluye entre los ascomicetos unitunicados del orden *Sphaeriales*. Autores como Muller *et al.* (1962), Ainsworth (1973) y Von Arx (1974) consideran a este género como sinónimo de *Physalospora* Niessl, y lo mencionan como el teleomorfo correspondiente al anamorfo *Papularia*, aunque otros micólogos, entre los que destacan Kendrick (1979) y Domsch (1980), continúan citando a ambos teleomorfos separadamente y como teleomorfos de la forma-género *Arthrinium*.

En el año 1963, Hudson observó ascosporas y ascocarpos de *Apiospora montagnei* sobre restos de *Saccharum officinarum* y *Bambusa vulgaris*. A partir de la germinación de estas ascosporas en un medio de cultivo con harina de avena, consiguió obtener un estado conidial, que identificó como *Papularia arundinis*. Posteriormente, en 1976, Hudson *et al.*, a partir de ascosporas de *Apiospora* sp., aisladas de *Arundinaria anceps* y *Pseudosasa japonica*, obtuvo, sobre me-

dios de cultivo, el anamorfo *Papularia sphaerospermum*, y aportó nuevos datos acerca de la relación entre el anamorfo *Papularia* = *Arthrinium* y el telomorfo *Apiospora*. Asimismo, constató que en la naturaleza pueden coexistir los dos estados sobre el mismo huésped, pero nunca logró obtener el teleomorfo en cultivos de laboratorio.

El género *Apiospora* es el único entre los ascomicetos que en su fase anamorfa posee una conidiogénesis de tipo basáuxico, y no se ha encontrado ningún otro tipo de conidiogénesis asociada a este teleomorfo, ya que *Arthrinium*, *Pteroconium*, *Cordella*, *Scyphospora* y *Nigrospora*, aceptados como anamorfos asociados a *Apiospora*, típicamente presentan este tipo de formación de los conidios.

Las ascosporas del género *Apiospora* se caracterizan por ser bicelulares. Poseen un septo que delimita dos células, una superior de mayor tamaño y otra basal o inferior. En este género se incluye un reducido número de especies, la mayoría de las cuales tiene como hospedadores a especies de las familias *Poaceae* y *Ciperaceae*.

La especie relacionada directamente con *Arthrinium* es *Apiospora montagnei*. Fue descrita por Saccardo en el año 1875. Los ascocarpos de *Apiospora montagnei* se desarrollan, generalmente, en los entrenudos de los tallos de *Bambusa vulgaris* y sobre hojas de *Saccharum officinarum*. Los ascocarpos son inicialmente globosos, pero al madurar presentan una zona lateral comprimida. Miden de 130 a 200  $\mu\text{m}$  de diámetro, poseen cuellos de 75 a 100  $\mu\text{m}$  de longitud y un espesor de pared entre 16 y 25  $\mu\text{m}$ . Los ascos son unitunicados, aunque al ser observados al microscopio óptico parecen bitunicados, a consecuencia del grosor de la pared. Las ascosporas son hialinas o de color amarillo. Se presentan en número de ocho y están rodeadas de numerosas paráfisis filiformes. Son ascosporas bicelulares y poseen el septo a una distancia entre 4 y 6  $\mu\text{m}$  de la base de la ascospora. Miden de 21,5 a 27  $\mu\text{m}$  de longitud y de 8 a 9  $\mu\text{m}$  de grosor. Son piriformes y curvadas.



## ULTRAESTRUCTURA

La ultraestructura de las especies del género *Arthrinium* es casi desconocida. Campbell, en el año 1975, entregó las características de la célula madre del conidióforo utilizando para ello cepas de *Arthrinium* anamorfo de *Apiospora montagnei*. En su trabajo, Campbell postula que el anillo del conidio maduro, de forma lenticular, está compuesto por material transparente a los electrones y que la germinación en dicha cepa se produciría como resultado de la separación en dos valvas del conidio.

Cole y Samson, en el año 1979, recopilaron e interpretaron diversos antecedentes relativos al desarrollo basáuxico del conidióforo de *Arthrinium* basándose principalmente en el trabajo anteriormente citado.

La pared celular de las hifas de *Arthrinium*, independientemente del tiempo de crecimiento, presenta tres zonas multilaminares diferenciadas. El material que la conforma es probablemente producido por ciertas estructuras secretorias ubicadas en el citoplasma, el cual mediante numerosas vesículas se va concentrando en la zona adyacente al plasmalema en las zonas cercanas al ápice, pero principalmente, y como un factor diferencial de la especie, en la zona de inicio y crecimiento de septos. Dichas vesículas, originalmente microvesículas, se agrupan formando conglomerados que dan lugar a macrovesículas y que, en algunos casos, pueden llegar a ocupar un sector importante de la hifa. Las microvesículas se forman entre el entramado de microfilamentos, y originan un lumen alrededor del cual se disponen las macrovesículas. Esta disposición específica de las vesículas gravita en la forma de crecimiento del hongo y su posterior desarrollo. En hifas de numerosos hongos, principalmente de los géneros *Mucor*, *Cladosporium* y *Scopulariopsis*, se ha encontrado que estas vesículas se sitúan en el ápice de ellas, rodeadas de un gran número de vacuolas, que son clave para el crecimiento.

La diferenciación de la pared de los hongos está relacionada con la presencia de enzimas líticos. Estos son los responsables de mantener la plasticidad de la pared modificando la matriz microfibrilar por medio de la expansión e inserción de material polimérico sintetizado *de novo*.

En la región subapical de las hifas de *Arthrinium*, se localizan abundantes microtúbulos que pueden observarse ocasionalmente en el plasmalema, y que estarían involucrados en el desplazamiento de mitocondrias, núcleos, gotas de lípidos, vesículas secretoras y otros orgánulos entre las regiones apical y subapical.

Los microtúbulos citoplasmáticos desempeñan un papel fundamental en el desplazamiento de las vesículas secretoras y otros orgánulos entre las regiones apical y subapical.

En contraposición al gran número de publicaciones que revisan los mecanismos de formación de septos en las levaduras, en el caso de los hongos filamentosos no existen claras evidencias del proceso por el que se originan o generan los septos, tanto en las hifas como en los conidios. En *Arthrinium* y coincidiendo con las aportaciones realizadas por algunos investigadores, en fase inicial, la formación del septo va precedida de la invaginación del plasmalema, proceso que puede ser facilitado por la yuxtaposición o formación de un anillo de microfilamentos. La presencia de este anillo fue demostrada en levaduras por Byers y Goetsch en el año 1976, y posteriormente ha sido observado en hongos filamentosos por Girbardt, en 1979, y Hoch y Howard en 1980. Se desconocen los mecanismos que permiten la contractilidad de los microfilamentos, proceso que sin duda colabora eficazmente en el de invaginación de la membrana citoplasmática. En el estudio de Girbardt, se indica que el anillo de microfilamentos puede ser útil como un sistema mecánico para aprisionar las vesículas secretoras, directamente implicadas en la biosíntesis de la pared de los septos. Cuando se ha iniciado el crecimiento centrípeto del septo, la posterior incorporación de material de la pared al septo en desarrollo impulsa al plasmalema y al anillo de microfilamentos hacia el interior.

Finalizada la formación de los septos, en la mayoría de los deuteromicetos y ascomicetos, entre los que se incluye a *Arthrinium aureum* y el teleomorfo del género *Arthrinium*, puede apreciarse la presencia de un poro central único, que es de tamaño suficiente para permitir el paso de los núcleos y diversos orgánulos; su diámetro es de 0,05 a 0,5  $\mu\text{m}$ .

Uno de los orgánulos de los hongos filamentosos que pueden atravesar los poros de los septos son los denominados cuerpos de Woronin, descritos hace

más de cien años por el micólogo ruso Michael Stepanovitch Woronin (1838-1903) en el ascomiceto, denominado *Ascobolus pulcherrimus*.

Los cuerpos de Woronin se han estudiado en un número reducido de especies de hongos filamentosos. Estos orgánulos sólo se han observado en ascomicetos y deuteromicetos. Entre los deuteromicetos, los cuerpos de Woronin sólo se detectan en aquellos que presentan afinidad con los ascomicetos.

La distribución de los cuerpos de Woronin en el micelio de *Arthrimum* es muy característica. La mayoría de estos orgánulos se hallan asociados con los septos, y se sitúan a ambos lados del mismo, más específicamente en el poro central que éstos presentan. En el ápice de las hifas, pueden acumularse cuerpos de Woronin, aunque su presencia no es frecuente.

El número de cuerpos de Woronin asociados con cada poro es generalmente de dos a tres por septo. La composición de los cuerpos de Woronin no está totalmente establecida, pero probablemente están integrados básicamente por proteínas. A partir de evidencias ultraestructurales, se observa que los cuerpos de Woronin se originan como inclusiones de microcuerpos que se incorporan en vesículas, formadas por evaginación de estos últimos orgánulos. Están formados por una matriz densa a los electrones, rodeada por una membrana simple. Algunos investigadores indican que los cuerpos de Woronin contienen enzimas líticas y que poseen funciones semejantes a los lisosomas.

Al parecer, la función principal de los cuerpos de Woronin es actuar de «tapón de seguridad» para obturar los poros de los septos, tanto en las hifas como en los puntos de formación de los conidios. Actúan como respuesta inmediata a cualquier alteración que presenten las estructuras fúngicas que acarree una pérdida de citoplasma. Estos orgánulos pueden limitar la destrucción y muerte de las hifas, ya que previenen las pérdidas de citoplasma por ruptura de septos.

Las células fúngicas, como las de otros eucariotas, poseen una membrana citoplasmática que se denomina plasmalema, descrita como una membrana unitaria, que en cortes ultrafinos de cepas de *Arthrimum* pone de manifiesto una región central transparente, situada entre dos regiones densas a los electrones.

El plasmalema de la especie en estudio puede desarrollar invaginaciones características de más de 300  $\mu\text{m}$  de longitud, de 20 a 30  $\mu\text{m}$  de anchura, y aproximadamente 50  $\mu\text{m}$  de profundidad. El número de invaginaciones se incrementa con la edad de las hifas. Estas invaginaciones se denominan lomasomas y son muy abundantes en *Arthriniium*. Burnett, en el año 1976, describe dos tipos fundamentales de lomasomas, los típicos de *Coprinus*, que se caracterizan por presentar vesículas redondeadas, y los específicos de *Pythium*, en los que las vesículas son alargadas. En *Arthriniium aureum*, la formación de los lomasomas determina la presencia de vesículas redondeadas e irregulares, semejantes a las descritas en el género *Coprinus*.

Los lomasomas están implicados en procesos de secreción y pinocitosis, en la síntesis de la pared, en la proliferación de la membrana y en las respuestas a situaciones desfavorables.

La membrana citoplasmática posee, como principales componentes, las proteínas y los lípidos, de los cuales la mayoría son fosfolípidos y esfingolípidos. Entre los carbohidratos destacan, por su mayor porcentaje en la membrana fúngica, la glucosamina, la glucosa y cantidades apreciables de manosa. La presencia de carbohidratos en la membrana facilita la síntesis de la pared fúngica.

La estructura de lipoproteínas de la membrana citoplasmática la transforma en una barrera efectiva al paso de la mayoría de las moléculas. Aquellos nutrientes con capacidad para atravesar la membrana deben poseer una serie de características específicas en lo que se refiere a forma, tamaño y solubilidad. Las moléculas entran en la célula por medio de tres procesos básicos: difusión no facilitada, difusión facilitada y transporte activo. Estos procesos son cruciales en el desarrollo de los hongos, ya que intervienen en la nutrición.

El citoplasma se halla situado en la parte interna de la membrana plasmática. Consiste en una masa acuosa en la que se hallan disueltos los solutos y en la que están embebidos numerosos orgánulos membranosos, entre los que destacan las mitocondrias, el aparato de Golgi y los microcuerpos, así como estructuras no membranosas como los ribosomas, los microtúbulos y los microfilamentos. Cada orgánulo contiene enzimas especializados y se hallan separados de los solutos en la porción amorfa del citoplasma.

El núcleo de *Arthriniium* es relativamente grande, y posee una envoltura nuclear de doble membrana que contiene el material genético de las células. Las dos membranas pueden presentarse unidas a intervalos diversos formando poros a través de los cuales el material puede desplazarse desde el núcleo hasta el citoplasma y viceversa. Los núcleos varían en forma y tamaño, según la edad de las estructuras observadas.

La parte interna del núcleo es el nucleoplasma. Prácticamente durante todo el crecimiento del hongo, el nucleoplasma se mantiene amorfo y granular. La única estructura que es claramente visible es el nucleolo, que contiene grandes concentraciones de RNA ribosómico y otros precursores de la síntesis de los ribosomas.

El material genético, particularmente en hongos, es difícil de observar, excepto en algunos casos, cuando tiene lugar la mitosis o la meiosis. El DNA y las proteínas asociadas forman largos filamentos de cromatina que se condensa cuando el núcleo empieza a dividirse, y es factible observarlos en algunas especies.

Las células fúngicas poseen un sistema de membranas estrechas que se denomina retículo endoplásmico. La morfología y abundancia de este sistema de membranas varía con el estado fisiológico de la célula y es mucho más abundante en las células de rápida división, como las hifas jóvenes.

El retículo endoplásmico de *Arthriniium* puede poseer ribosomas, unidos a su superficie; en este caso se denomina retículo citoplasmático rugoso, y es el lugar de unión del RNA, y por tanto donde se inicia la síntesis de proteínas. Una vez sintetizadas la proteínas, son transportadas al lumen del retículo endoplásmico, desde donde migrarán a las diferentes partes de la célula. En el retículo endoplásmico liso no aparecen ribosomas y es la zona de síntesis de los lípidos.

En determinadas zonas de las células, algunas porciones del retículo endoplásmico están íntimamente asociadas con el aparato de Golgi.

El aparato de Golgi en *Arthriniium* está compuesto por un conjunto de cisternas que determinan la formación de los dictiosomas. Estrictamente, el aparato de Golgi está compuesto por varios dictiosomas interconectados, aunque el

término también se utiliza para referirse a un dictiosoma aislado. Las macromoléculas como los lípidos y las proteínas se transportan a través de los dictiosomas, en donde son químicamente modificados y agrupados en una vesícula para que sean transportados a través del citoplasma. Los precursores de la membrana plasmática adicional y del material de la pared celular son empaquetados en vesículas y liberados a la superficie celular. Los enzimas hidrolíticos son reunidos en vesículas que permanecen en la célula y funcionan como lisosomas.

En *Arthrinium*, en zonas cercanas al aparato de Golgi, porciones del retículo endoplásmico liso forman pequeñas vesículas que migran a través de los dictiosomas y que se reúnen para formar cisternas. Éstas, después, migran de la zona de formación a la diametralmente opuesta, o maduran y dan lugar a la formación de vesículas secretoras, que finalmente se unirán a la membrana plasmática.

A partir del retículo endoplásmico liso o de dictiosomas, se originan, en ocasiones, vacuolas de tamaño variable. Además, algunas vacuolas, al parecer, se forman como resultado de procesos de pinocitosis o fagocitosis. La membrana que rodea el material se separa del resto de membrana y se sitúa en el citoplasma, como una vacuola. Las vacuolas pueden incrementar de tamaño por fusión con otras. Cuando las vacuolas fagocíticas se fusionan con los lisosomas, las partículas de alimento se metabolizan y las subunidades se dispersan en el citoplasma; los lisosomas, asimismo, pueden digerir otros orgánulos, como las mitocondrias y el retículo endoplásmico.

Las vacuolas observadas en *Arthrinium*, al parecer, actúan como áreas de reserva de determinados nutrientes.

Las mitocondrias en *Arthrinium* están constituidas por una matriz citoplasmática rodeada de una membrana doble. La membrana externa es lisa y muy semejante a la membrana citoplasmática. La interna posee una serie de invaginaciones no muy abundantes.

La estructura de las mitocondrias, al parecer, está directamente relacionada con el estado fisiológico de la célula, y puede observarse que las células en fase de crecimiento activo poseen un alto número de mitocondrias de morfología variable: alargadas, redondeadas o irregulares. Al cesar el desarrollo

activo, disminuye el número de mitocondrias, e incluso las que se mantienen poseen un tamaño menor.

Las mitocondrias observadas en *Arthrinium* se sitúan principalmente entre los núcleos y alrededor de los mismos, y se reproducen por un proceso de fisión binaria muy semejante al que tiene lugar en las células bacterianas.

Otra estructura que aparece de forma reiterada en las hifas y conidios de *Arthrinium* son los cuerpos multilaminares, constituidos por numerosas membranas concéntricas que se manifiestan como los denominados «mesosomas» por Leiva y Carbonell, en el año 1970, o «figuras de mielina» por Cole y Aldrich, en el año 1971. Estas estructuras se consideran depósitos del exceso de lípidos de la membrana citoplasmática y por ello se incluyen, por Carmichael en 1971 y Hassan y Littlefield en el año 1979, entre las sustancias de reserva de los conidios y las hifas de los hongos.

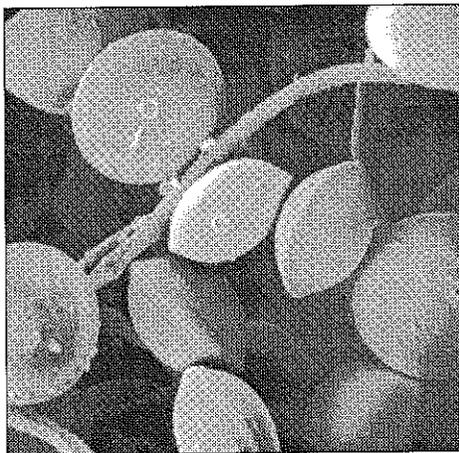
Las paredes de los conidios de *Arthrinium* ponen de manifiesto dos capas perfectamente diferenciadas, sobre la base de su diferente densidad a los electrones. Las condiciones mediales a las que se somete un cultivo pueden contribuir a que sea variable el número de capas que presente su pared. En *Arthrinium*, por tratarse de un hifomiceto dematiáceo, la capa externa aparece oscura en las microfotografías obtenidas en el microscopio electrónico de transmisión, debido a la presencia de depósitos de pigmentos, que en su mayoría pueden clasificarse como melaninas. La melanina se observa como granos densos a los electrones de 30 a 150  $\mu\text{m}$  de diámetro situados en la pared del conidio. Además de este pigmento, los conidios presentan un abundante acúmulo de glicógeno en su zona central.

Una de las características diferenciales del género *Arthrinium* es la formación de conidióforos basáuticos que emergen de una estructura diferencial denominada célula madre del conidióforo. Se observa que la capa externa de la pared, densa a los electrones, se separa en el ápice de la célula madre y emerge el conidióforo, manteniéndose adheridos a la zona inicial de formación del mismo los restos de la capa externa mencionada.

A partir del conidióforo se origina la célula conidiógena que dará lugar a los conidios por un mecanismo de formación típicamente holoblástico.

La germinación de los conidios tiene lugar por uno de sus dos extremos o probablemente por ambos, lugar donde la capa externa del conidio es más delgada y hacia donde migran los núcleos. Esta zona, que por su menor grosor facilita la acción de los enzimas que secretan las microvesículas, que en gran concentración se agrupan en torno a este punto, permite la salida del contenido citoplasmático rodeado por el plasmalema, sin la separación del conidio en dos valvas, como cita Campbell en el año 1975, para *Arthrinium* anamorfo de *Apiospora montagnei*.

Además de la formación de conidios, la forma-género *Arthrinium* puede originar, por fragmentación de su micelio, estructuras con capacidad de germinar y formar colonias, que algunos autores denominan conidios anómalos.



*Arthrinium aureum* Calvo y Guarro

## METABOLITOS SECUNDARIOS DEL GÉNERO *ARTHRIINIUM*

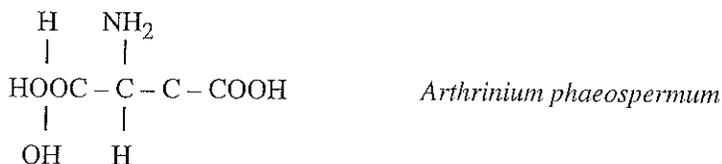
El estudio de los metabolitos secundarios elaborados y acumulados por especies del género *Arthriniium* o por cepas en su estado teleomórfico, pertenecientes al género *Apiospora*, se iniciaron con los estudios de Aldridge y cols. (datos no publicados).

En el año 1975, Ishiyama y cols. consiguieron establecer las propiedades fisicoquímicas del metabolito aislado a partir de la cepa T-53 de *Arthriniium phaeospermum*, y concluyeron que se trataba de una sustancia identificable con la l-treo-β-hidroxiaspártico. Estos mismos investigadores señalaron que este aminoácido posee capacidad inhibidora del crecimiento de *Bacillus subtilis* y otros esporulados grampositivos, de cepas de *Staphylococcus aureus*, de *Escherichia coli*, de *Mycobacterium smegmatis*, e incluso de *Botrytis cinerea* y de *Mucor*, levaduras y otros *Deuteromycotina*.

En el mismo año, Van Eijck describió la producción de un pigmento antraquinónico y otros metabolitos secundarios procedentes de la misma especie. A través de la naturaleza de estos pigmentos, el autor establece correlaciones que facilitan la situación taxonómica del género *Arthriniium* respecto a otros hongos miceliars.

Los metabolitos aislados y las especies que los producen y acumulan se resumen en la siguiente tabla:

Metabolito	Microorganismo productor
------------	--------------------------

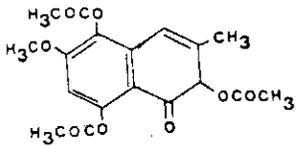


l-treo-hidroxiaspártico

---

Metabolito

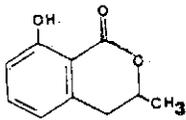
Microorganismo productor



*Arthrinium phaeospermum*

Bostricina

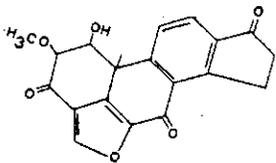
---



*Apiospora camptospora*

4-hidroximelleína

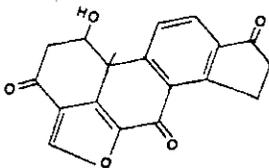
---



*Apiospora camptospora*

Viridina

---



*Apiospora camptospora*

Desmetoxiviridina

---

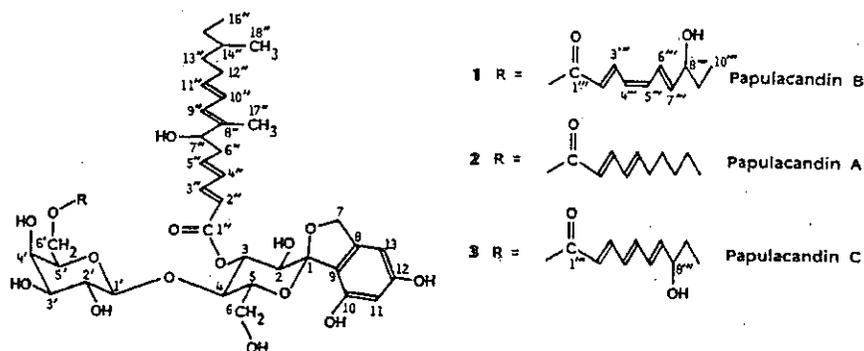
Asimismo, podemos señalar la 4-hidroximelleína que, bajo la denominación de ochraceína, ha sido obtenida a partir de cepas del género *Aspergillus*, concretamente de *Aspergillus ochraceus* y *Aspergillus melleus*. Este metabolito es poco tóxico, pero se caracteriza por ser precursor de las ochratoxinas, de características perfectamente establecidas.

La viridina y la desmetoxiviridina han sido aisladas en otros géneros de *Deuteromycotina* de estructuras morfológicas muy distintas a las que caracterizan al género *Arthrinium*. Concretamente, se citan especies de los géneros *Trichoderma* y *Gliocladium* entre los hongos elaboradores y acumuladores de estos metabolitos.

Estos metabolitos son pigmentos de color amarillo que se obtienen principalmente al cultivar las cepas en medios de laboratorio que contengan glucosa y sales amónicas. Bajo el punto de vista de su actividad biológica, son agentes antibióticos y fungistáticos.

Finalmente, podemos indicar la producción de esteroides y de componentes fenólicos no identificados.

Junto a los metabolitos citados, podemos destacar la familia de las papulacandinas, cuya fórmula y derivados se indican a continuación.



Traxler, en el año 1977, determinó la existencia de una nueva familia de metabolitos secundarios con actividad antibiótica, proveniente de *Arthrimum phaeospermum*, a la que denominó papulacandinas. Estas sustancias han sido clasificadas en A, B, C, D y E, y se ha demostrado que poseen actividad antibiótica frente a levaduras, pero que son inactivas frente a hongos filamentosos, bacterias y protozoos. Se ha comprobado, además, que esta familia de antibióticos posee baja toxicidad, pero su posible utilización en clínica se ve dificultada por el hecho de que se unen activamente a componentes del suero humano, con lo que su efecto inhibitorio real decae enormemente debido a que las papulacandinas administradas difícilmente pueden alcanzar su lugar de actuación.

A lo largo de nuestros estudios, hemos podido detectar otros metabolitos activos, derivados de las papulacandinas, que poseen un amplio espectro antibacteriano y antifúngico. Incluso se ha descrito una actividad antiparasitaria.

Con el fin de obtener cepas hiperproductoras de sustancias con capacidad antibiótica, se han realizado ensayos con agentes mutagénicos, como las radiaciones ultravioleta, la nitrosoguanidina, y la acción de los nitritos y de los antifúngicos.

A partir de estos estudios, se han obtenido cepas mutantes morfológicas y altamente productoras de antibióticos de amplio espectro. Otros estudios realizados han permitido establecer la acción de sales minerales y sustancias activadoras del crecimiento fúngico sobre la producción de antibióticos, con lo que se han podido establecer las condiciones óptimas para un alto rendimiento en la producción de metabolitos con actividad antibiótica, tanto frente a bacterias como frente a hongos filamentosos y levaduras.

Se ha establecido, asimismo, el momento óptimo de producción de metabolitos.

La potencia antibiótica demostrada *in vitro*, al enfrentar las cepas de *Arthrimum* en sustratos naturales con microorganismos de interés como patógenos, así como el hecho de que sus metabolitos no sean de uso en terapéutica, puede determinar que estos metabolitos sean útiles como potenciadores o promotores del crecimiento de los animales. En este sentido, tras corroborar su

falta de toxicidad sobre los animales y sobre el hombre, pueden ser utilizados como aditivos, cuya lista aceptada es cada vez más restringida.

Las normas dictadas por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, en lo referente a los aditivos admitidos en la alimentación de los animales, se resumen en la orden de 23 de marzo de 1988 (BOE, 16 de abril de 1988). Se reduce a siete el número de antibióticos permitidos sobre la base de:

1. Un mejor control de las resistencias que se manifiestan en los microorganismos.
2. Que el aditivo tenga un efecto favorable sobre la producción animal.
3. Que estos productos sean controlables en los alimentos.

Los estudios realizados hasta el presente permiten proponer a los metabolitos de *Arthrimum* como posibles aditivos, ya que son susceptibles de cumplir los tres requisitos indicados anteriormente.

Otro aspecto demostrado por nuestro equipo de investigación es la actividad en suelos de las cepas de *Arthrimum*, ya que se ha detectado su actividad inhibidora sobre especies de hongos filamentosos, levaduras y bacterias.

Finalmente, debemos señalar la versatilidad metabólica de las cepas del género en estudio, implicada en muchos casos a través de sus enzimas en la actividad antimicrobiana.

Las aportaciones científicas realizadas hasta el presente sobre el género *Arthrimum* por nuestro equipo de investigación se resumen en el anexo.

Con todos los datos aportados hemos intentado poner de manifiesto cómo el estudio detallado y exhaustivo de un género contribuye a la formación de nuevos investigadores. Quisiera agradecerles muy sinceramente la benevolencia demostrada al escucharme con tanta atención.

Muchas gracias.



## BIBLIOGRAFÍA

- AINSWORTH, G. C. 1976. *Introduction to the History of Mycology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- ALEXOPOULOS, C. J.; MIMS, C. W. 1985. *Introducción a la Micología*. Barcelona: Omega.
- ARX, J. A. von. 1981. *The genera of fungi sporulating in pure culture*. Lehre: J. Cramer.
- BURNETT, J. H. 1976. *Fundamentals of Mycology*. 2a ed. Gran Bretaña: Edward Arnold.
- BURNETT, J. H.; A. P. J. TRINCI (Ed.). 1979. *Fungal walls and hyphal growth*. Cambridge: Cambridge University Press.
- BURNETT, J. H. 1983. «Speciation in Fungi». *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 78, núm. 2: 101-120.
- CAMPBELL, R. 1975. «The ultrastructure of the *Arthrinium* state of *Apiospora montagnei* Sacc.». *Protoplasma* 83: 51-60.
- CARMICHAEL, J. W.; KENDRICK, W. B.; CONNERS, I. L.; SIGLER, L. 1980. *Genera of Hyphomycetes*. Edmonton: University of Alberta Press.
- COLE, G. T.; SAMSON, R. A. 1979. *Patterns of development in conidial fungi*. Londres: Pitman Press.
- COLE, G. T. 1986. «Models of cell differentiation in conidial fungi». *Microbiological Reviews* 50, núm. 2: 95-132.
- COOKE, W. B. 1949. «The genus *Arthrinium*». *Mycologia* 46: 815-822.
- ELLIS, M. B. 1965. «Dematiaceous Hyphomycetes». VI. Mycological Paper núm. 3. Kew, Surrey: Commonwealth Mycological Institute.
- ELLIS, M. B. 1971. «Dematiaceous Hyphomycetes». CAB. Kew, Surrey: Commonwealth Mycological Institute.
- ELLIS, M. B. 1976. «More Dematiaceous Hyphomycetes». CAB. Kew, Surrey: Commonwealth Mycological Institute.
- GJÆRUM, H. B. 1966. «The genus *Arthrinium* in Norway». *Nytt Magasin for Botanikk* 13: 5-14.
- GJÆRUM, H. B. 1967. «*Arthrinium morthieri*, *A. fuckleii* n.sp. and *A. ushuvaicense*». *Nytt Magasin for Botanikk* 14: 1-6.
- HAWKSWORTH, D. L. 1974. *Mycologist's Handbook*. Kew, Surrey: Commonwealth Mycological Institute.

- HAWSWORTH, D. L.; SUTTON, B. C.; AINSWORTH, G. C. 1983. *Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi*. 7 ed. Kew: Commonwealth Mycological Institute.
- HOHNEL, F. von. 1925. «Über die Gattung *Arthrinium* Kunze». *Mitt. a.d. Bot. Inst. Tech. Hochsch. Wien* 1: 9-16.
- HUDSON, H. J. 1960. «Pyrenomycetes of sugar cane and other grasses in Jamaica. I. Conidia of *Apiospora camptospora* and *Leptos phaerica sacchari*». *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 43: 607-616.
- HUDSON, H. J. 1963 a. «Pyrenomycetes of sugar cane and other grasses in Jamaica. II. Conidia of *Apiospora montagnei*». *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 46, núm. 1: 19-23.
- HUDSON, H. J.; McKENZIE, E. H. C.; TOMMERUP, I. C. 1976. «Conidial states of *Apiospora* Sacc». *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 66, núm. 2: 359-362.
- HUGHES, S. J. 1953. «Conidiophores, conidia and classification». *Can. J. Bot.* 31: 577-659.
- KENDRICK, B. (Ed.). 1971. *Taxonomy of Fungi Imperfecti*. Toronto: University of Toronto Press.
- KENDRICK, B. (Ed.). 1979. *The whole fungus*. Vol. I y II. National Museum of Natural Sciences. National Museum of Canada and Kananaskis.
- KENDRICK, B. 1980. «The generic concept in Hyphomycetes. A reappraisal». *Mycotaxon* 11, núm. 1: 339-364.
- KENDRICK, B.; CARMICHAEL, J.W. 1973. «Hyphomycetes». En: *The fungi. An advanced treatise*. Vol. IV A. Londres: Ainsworth, Sparrow y Sussman Eds. Academic Press. P. 2434-2509.
- KORF, R. P. 1982. «Mycological and lichenological implications of changes in the Code of Nomenclature enacted in 1981». *Mycotaxon* 14, núm 2: 476-490.
- KOSKELA, P. 1983. «*Arthrinium globosum*, a new hyphomycetous species». *Karstenia* 23: 13-14.
- MINTER, D. M. 1985. «A re-appraisal of the relationships between *Arthrinium* and other Hyphomycetes». *Proc. Indian Acad. Sci. (Plant Sci.)* 94, núm. 2-3: 281-308.
- POLLACK, F. G.; BENJAMIN, C. R. 1969. «*Arthrinium japonicum* and notes on *Arthrinium kamschaticum*». *Mycologia* 61, núm. 1: 187-190.
- SAMUELS, G. J.; MCKENZIE, E. H. C.; BUCHANAN, D. E. 1981. «Ascomycetes of New Zealand. Two new species of *Apiospora* and their *Arthrinium* anamorph on bamboo». *New Zealand J. of Bot.* 19: 137-149.

- SMITH, J. E.; BERRY, D. R. (Ed.). 1978. *The filamentous fungi*. Nueva York: John Wiley & Sons, Inc.
- SUBRAMANIAN, C. V. 1962. «A classification of the Hyphomycetes». *Current Science* 10: 409-411.
- SUBRAMANIAN, C. V. 1963. «Classification of the Hyphomycetes». *Bull. Bot. Surv. India* 4: 249-259.
- SUBRAMANIAN, C. V. 1983. *Hyphomycetes. Taxonomy and Biology*. Londres: Academic Press Inc.
- TALBOT, P. H. B. 1971. *Principles of fungal taxonomy*. Londres: McMillan Press,
- TRAXLER, P.; GRUNER, J.; AUDEN, J. A. L. 1977. «Papulacandins, a new family of antibiotics with antifungal activity. I. Fermentation, isolation, chemical and biological characterization of Papulacandins A, B, C, D and E». *J. of Antibiotics* 30, núm. 4: 289-296.
- TRAXLER, P.; FRITZ, H.; FUHRER, H.; RICHTER, W. J. 1980. «Papulacandins, a new family of antibiotics with antifungal activity. Structures of papulacandins A, B, C and D». *J. of Antibiotics* 33, núm. 9: 967-978.
- TUBAKI, K. 1963. «Taxonomic study of Hyphomycetes». *Ann. Inst. Ferm. Osaka I (1961-1962)*: 25-54.
- WEBSTER, J. 1966. «Spore projection in *Epicoccum* and *Arthrimum*». *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 49, núm. 2: 339-343.
- WITTAKER, M. 1969. «New concepts of kingdoms of organisms». *Science* 163: 159.



## ANEXO

### APORTACIONES CIENTÍFICAS

#### Tesis de licenciatura

1. «Contribución al estudio del género *Arthrinium*». Barcelona: Universidad de Barcelona. Facultad de Farmacia, junio de 1980. Calificación: sobresaliente.
2. «Capacidad antibiótica del género *Arthrinium*». Barcelona: Universidad de Barcelona. Facultad de Farmacia, febrero de 1983. Calificación: sobresaliente.

#### Tesis de máster

1. «Ultraestructura de *Arthrinium aureum*». Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona. Facultad de Veterinaria, junio de 1988. Calificación: sobresaliente.
2. «Detección de la capacidad antibiótica de cepas del género *Arthrinium*». Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona, junio de 1991. Calificación: sobresaliente.
3. «Efecte del nitrit sòdic en l'activitat inhibidòria d'espècies del gènere *Arthrinium*». Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona, septiembre de 1993. Calificación: sobresaliente.
4. «Optimisation de l'extraction de l'ADN des champignons par sonication et par d'autres techniques». Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona, septiembre de 1993. Calificación: sobresaliente.
5. «Efecte d'antifúngics en l'activitat antibiòtica d'espècies del gènere *Arthrinium*». Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona, septiembre de 1994. Calificación: sobresaliente.

6. «Optimització de la producció de metabòlits farmacològicament actius per *Arthrinium philippi*». Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona, septiembre de 1994. Calificación: sobresaliente.
7. «Actividad antifúngica de especies del género *Arthrinium* en suelos de viñedos». Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona, junio de 1996. Calificación: notable.

### Tesis doctorales

1. «Taxonomía y ultraestructura del género *Arthrinium*». Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona. Facultad de Ciencias, febrero de 1989. Calificación: apto *cum laude*.
2. «Estudio de la influencia de factores mediales y enzimáticos sobre la capacidad antibiótica del género *Arthrinium*». Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona. Facultad de Ciencias, diciembre de 1992. Calificación: apto *cum laude*.
3. «Estudio del metabolismo secundario en cepas del género *Arthrinium*». Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Veterinaria, febrero de 1993. Calificación: apto *cum laude*.

### Publicaciones

1. «*Arthrinium aureum* sp. nov. from Spain». *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 75, núm. 1 (1980): 156-157.
2. «Pouvoir antibiotique d'*Arthrinium aureum* Calvo et *Arthrinium phaeospermum* (Corda) Ellis». *Cryptogamie: Mycologie* 3 (1982): 145-150.
3. «Influence of vitamins on the inhibiting activity of some strains of the *Arthrinium* genus». *Microbios letters* 40 (1989): 17-18.

4. «The influence of the addition of mineral salts on the inhibitory activity of the *Arthrinium* genus». *Microbios* 63 (1990): 17-20.
5. «Two new species of the *Arthrinium* genus from Spain». *Mycologia* 82, núm. 3 (1990): 396-398.
6. «Extracellular enzymatic activities in *Arthrinium* species». *Microbios* 63 (1990): 159-163.
7. «Development of *Arthrinium* species on several nitrogen sources». *Microbiologica* 15 (1992): 201-203.
8. «Ultrastructure of the hyphae and conidia of *Arthrinium aureum*». *Cytobios* 69 (1992): 153-162.
9. «Ultrastructure of the concentric membrane system in *Arthrinium aureum*». *Mycopathologia* 117 (1992): 153-156.
10. «Woronin bodies in *Arthrinium* genus». *Mycopathologia* 119 (1992): 157-160.
11. «New contributions to the study of the genus *Arthrinium*». *Mycologia* 84, núm. 3 (1992): 475-478.
12. «Estudio del género *Arthrinium* en el noroeste español». *Boletín de la RSEHN (Sección Biología)* 89, núm. 1-4 (1992): 43-49.
13. «Germination characteristics in *Arthrinium* strains». *Cytobios* 78 (1994): 235-239.
14. «The lethal effect of raw extract of strains of the *Arthrinium* genus on *Artemia salina* larvae». *Cytobios* 80 (1994): 43-47.
15. «*Arthrinium*: a proposed of asexual life-cycle». *Cytobios* 80 (1994): 229-234.

16. «Detection of antibiotic substances elaborated by strains of *Arthriniium*». *Microbios* 81 (1995): 103-105.
17. «Inhibitory activity of strains of the genus *Arthriniium* on *Aspergillus* and *Penicillium* species». *Microbios* 82 (1995): 115-126.
18. «Chemical microanalysis of hypha and conidia from *Arthriniium aureum*». *Microbios* 82 (1995): 227-232.
19. «Characteristics of the nuclei and mitochondria present in strains of *Arthriniium*». *Microbios* 84 (1995): 155-160.
20. «The influence of the culture medium in the inhibitory activity of *Arthriniium* strains». *Microbios* (1996) (en prensa).

## Comunicaciones

- II Jornadas Científicas de la Asociación Española de Especialistas en Micología. Reus, mayo de 1979.

Comunicaciones:

«Contribución al estudio taxonómico del género *Arthriniium*».

«Contribución al estudio de la capacidad toxigénica del género *Arthriniium*».

- VII Congreso Nacional de Microbiología. Cádiz, septiembre de 1979.

Comunicación presentada:

«Contribución al estudio del género *Arthriniium*».

- IV Symposium Nacional de Criptogamia. Barcelona, septiembre de 1981.

Título de las comunicaciones presentadas:

«Factores que afectan a la germinación de los blastoconidios del género *Arthriniium*».

«Distribución ecológica del género *Arthriniium* en Cataluña».

- VIII Congreso Nacional de Microbiología. Madrid, septiembre de 1981.  
 Título de la comunicación presentada:  
 «Capacidad antibiótica del género *Arthrinium*».
- I Reunión Conjunta de Micología. Alcalá de Henares, septiembre de 1982.  
 Título de la comunicación presentada:  
 «Influencia de factores mediales en la capacidad inhibidora del género *Arthrinium*».
- IV Symposium de Palinología. Barcelona, octubre de 1982.  
 Título de la comunicación presentada:  
 «Estudio de la variabilidad de los conidios del género *Arthrinium*».
- Sessió de la Societat Catalana de Biología. Barcelona, enero de 1983.  
 Título de la comunicación presentada:  
 «Aspectos taxonómicos de nuevas especies del género *Arthrinium*».
- The Third International Mycological Congress. Tokyo, agosto de 1983.  
 Título de la comunicación presentada:  
 «Further contributions to the taxonomy of the genus *Arthrinium*».
- IX Congreso Nacional de Microbiología. Valencia, septiembre de 1983.  
 Título de la comunicación presentada:  
 «Correlación entre capacidad inhibidora y características fisiológicas de cepas del género *Arthrinium*».
- First European Congress of Clinical Microbiology. Bolonia, octubre de 1983.  
 Título de la comunicación presentada:  
 «Screening of *Arthrinium* species for biological activity».

- XIII Congreso Nacional de Microbiología. Salamanca, julio de 1991.

Comunicaciones presentadas:

«Relación entre el desarrollo de cepas del género *Arthrinium* y su actividad antibiótica».

«Microanálisis de cepas del género *Arthrinium*».

- I Congreso Nacional de Micología. Tenerife, julio de 1992.

Comunicaciones presentadas:

«Efecto del nitrito sódico en la actividad inhibitoria de cepas del género *Arthrinium*».

«Influencia de la luz en la producción de metabolitos secundarios activos por *Arthrinium philippi*».

- IV Congreso Nacional y I Congreso Hispano-Luso de Biotecnología. Santiago de Compostela.

Comunicaciones presentadas:

«Aislamiento de ADN de cepas del género *Arthrinium* con capacidad antibiótica».

«Evaluación de efectos mediales sobre la síntesis de metabolitos secundarios con capacidad antibiótica en *Arthrinium philippi*».

- XIV Congreso Nacional de Microbiología. Zaragoza, 1993.

Comunicaciones presentadas:

«Influencia de la concentración de glucosa sobre la actividad *killer* de *Arthrinium philippi*».

«Técnicas para optimizar la obtención de ADN genómico a partir de cepas del género *Arthrinium*».

«Influencia de agentes mutagénicos físico-químicos sobre la producción de metabolitos secundarios farmacológicamente activos de *Arthrinium georgii*».

- VI Congreso Panamericano de Infectología y X Congreso Chileno de Infectología. Viña del mar (Chile), 1993.

Comunicaciones presentadas:

«Efecto de los extractos de *Arthrinium* sobre la pared de *Escherichia coli* y *Enterobacter cloacae*».

«Sensibilidad de *Staphylococcus aureus* a metabolitos elaborados por cepas del género *Arthrinium*».

- II Congreso Nacional de Micología. Santiago de Compostela, 1994.

Comunicaciones presentadas:

«Aportaciones a la ultraestructura del género *Arthrinium*».

«Propuesta del ciclo de desarrollo y reproductivo del género *Arthrinium*».

«Efecto de antifúngicos bencimidazólicos sobre la actividad antimicrobiana de especies del género *Arthrinium*».

- International Conference on Microbial Secondary Metabolism. Interlaken (Suiza), 1994.

Comunicación presentada:

«Antibiotic activity of strains of genus *Arthrinium* on bacteria and yeasts».

- XV Congreso Nacional de Microbiología. Madrid, 1995.

Comunicaciones presentadas:

«Detección del punto óptimo de producción de sustancias antibióticas por parte de *Arthrinium philippi*».

«Estudio de la actividad de *Arthrinium aureum* frente a *Aspergillus niger* en suelos de viñedos».

- Second International Symposium ISMOM 96. Nancy (Francia), 1996.

Comunicación presentada:

«Inhibitory activity of strains of the genus *Arthrinium* on *Aspergillus* species in vineyard soils of Requena (Spain)».

- III Congreso Nacional de Micología. Península, 1996.

Comunicaciones presentadas:

«Acción de la N-metil-N'-nitrosoguanidina sobre la producción de metabolitos secundarios activos en 46 cepas del género *Arthrinium*».

«Efecto de la luz ultravioleta sobre la producción de metabolitos activos en cepas del género *Arthrinium*».

DISCURSO DE CONTESTACIÓN  
DEL EXCMO. SR. DR. D. GUILLERMO SUÁREZ FERNÁNDEZ



*Excelentísimo Señor Presidente,  
Excelentísimos e Ilustrísimos Señores Académicos,  
Señoras y Señores,*

Me cabe el gran honor de dar la bienvenida a esta corporación, en nombre de la Real Academia de Doctores, a la nueva Académica de Número Doña María de los Ángeles Calvo Torras, elegida para ocupar el sillón número 30 adscrito a la Sección 10<sup>a</sup>, correspondiente a la Especialidad de Ciencias Veterinarias.

He acogido esta hermosa tarea con especial cariño al ir dedicada a una discípula de brillante historial científico, académico y docente, cuya gestación hemos seguido desde los orígenes hasta el momento presente.

La profesora Calvo Torras nace en Barcelona al comienzo de la década de los cincuenta, hija de Valentín y María, aragonés él y catalana ella.

En Barcelona transcurren su niñez y juventud. De su padre hereda el tesón, la constancia y el amor al trabajo, y de su madre, la tolerancia, la finura y exquisitez en el trato, la bondad.

En Barcelona estudia la enseñanza primaria en el Colegio de la Presentación de la Santísima Virgen, así como el bachillerato.

Finalizada la enseñanza secundaria, inicia en el curso 1970-1971 los estudios correspondientes a la licenciatura de Farmacia, en la Universidad de Barcelona, que finaliza con gran brillantez en junio de 1975 obteniendo el Premio Extraordinario de Licenciatura.

Dándose la circunstancia de presidir el tribunal que confería los premios y de una devota amistad con el profesor José Luis Gómez Caamaño, que había sido su mentor en la tesina de licenciatura, le propusimos la integración, en calidad de becaria, en el Departamento de Microbiología Farmacéutica, bajo nuestra dirección. Allí realizó su tesis doctoral sobre micoflora de la ciudad de Barcelona, que fue calificada con Sobresaliente *cum laude* en 1978. No podía imaginarme entonces que, años más tarde, habría de dirigirle una segunda tesis doctoral, precisamente sobre el género *Arthrimum*, del que nos habla hoy desde su condición de especialista número uno a nivel mundial. Esta tesis fue presentada en la Facultad de Veterinaria de la Universidad Complutense de Madrid en 1993, y obtuvo la calificación de Apto *cum laude*.

A pesar de su edad, nada proveya, dispone de un extenso historial científico que voy a resumir, en aras de la brevedad, con un criterio selectivo de prioridad.

Además de licenciada y doctora en Farmacia y Veterinaria, es diplomada en Sanidad por la Escuela Nacional de Sanidad, curso 1980-1981, y farmacéutica especialista en Microbiología y Parasitología, 1987.

Ha recibido un número de cursos de especialización que se acercan a la veintena, y una vez consolidado un nivel de formación adecuado ha devuelto con creces las enseñanzas recibidas impartiendo cerca de medio de centenar de cursos y seminarios, en un espacio de tiempo que no llega a los veinte años.

Su actividad docente comienza en 1977 como ayudante de clases prácticas, y escala sucesivamente los puestos de profesora adjunta, profesora agregada y catedrática, puesto al que accede tras un brillante concurso oposición en 1985, en el área de conocimiento de Patología Animal, disciplina de Microbiología e Inmunología, en la Facultad de Veterinaria de la Universidad Autónoma de Barcelona, donde se acoge, una vez más, al régimen de dedicación exclusiva o a tiempo completo.

Es también, desde 1987, profesora extraordinaria del Instituto Químico de Sarrià (Universidad Ramon Llull).

La actividad investigadora la inicia como becaria del Plan de Personal Investigador, en 1976, y con la realización de la tesis doctoral, y continúa a favor del soporte económico de diversos organismos, tales como CAICYT, Unión Europea, Universidad de Barcelona, Universidad Autónoma de Barcelona, Caixa de Sabadell y Caixa de Barcelona. Figura como investigadora principal en seis proyectos, y en tres como colaboradora.

Ha dirigido 23 tesinas de licenciatura, 8 de máster y 6 tesis de doctorado, calificadas con la máxima nota.

Para completar su formación científica acredita una serie de estancias en centros de investigación españoles y extranjeros, como el Instituto Jaime Ferrán de Microbiología, el Commonwealth Mycological Institute (Londres), el College of Veterinary Medicine (Ames, Iowa), Royal Kew Gardens, Department of Biological Sciences (Exeter), y École Vétérinaire (Toulouse).

El número de publicaciones en revistas nacionales e internacionales de gran impacto asciende a 122, con un número similar de ponencias y comunicaciones en congresos y reuniones científicas de alto nivel de especialización en el área micológica.

Es evaluadora científica de la CIRIT, CAICYT, CICYT, así como de diferentes revistas científicas, y el cuidado y la continuidad con que trata su propia formación la han llevado a pertenecer a diversas sociedades científicas: Sociedad Española de Microbiología, The Mycological Society of America, American Society for Microbiology, British Mycological Society, International Society for Human and Animal Mycology, entre otras varias.

Es académica numeraria de la Real Academia de Medicina de Cataluña (1995), académica de la Academia de Ciencias Veterinarias de Buenos Aires (1986) y académica correspondiente nacional de la Real Academia de Medicina de Barcelona (1977).

En el aspecto directivo, destacaremos su actuación como vicedecana de Investigación y Asuntos Económicos de la Facultad de Veterinaria de la Universidad Autónoma de Barcelona (1983-1984) y decana del mismo centro

(1984-1987), y tantos otros méritos que nos vemos obligados a pasar por alto en quien ha hecho de su vida una total dedicación y entrega a la docencia y a la investigación microbiológicas a nivel universitario.

El discurso preceptivo que acabáis de escuchar destaca por su alto nivel científico y por el acierto en la elección de un tema a cuyo conocimiento tanto ha contribuido la doctora Calvo Torras.

Su contribución a la taxonomía del género *Arthriniium* resulta sobresaliente en un grupo en que algunas especies se venían catalogando como pertenecientes a muy diversos géneros, según los autores, y así, por ejemplo, *Arthriniium arundinis* había tenido su equivalente en los géneros *Gymnosporium*, *Papularia*, *Coniosporium*, *Torula*, *Melanconium*, *Trichosporium*, *Epicoccum*, *Periconia* e *Innantospora*.

La aportación al conocimiento ultraestructural del género y, principalmente, de la capacidad antibiótica, antibacteriana y antifúngica apreciada en determinadas especies nos resulta tan original como innovadora.

La capacidad inhibidora del género *Arthriniium* para bacterias y hongos era desconocida, como se ha dicho, hasta el año 1975, y poco se había avanzado hasta 1991, en que la doctora Calvo acomete el estudio de los metabolitos secundarios del género *Arthriniium*.

En la familia de las papulacandinas es donde existen metabolitos de gran capacidad antibiótica *in vitro* que no se manifiesta por inoculación *in vivo*, y esto es debido a que la albúmina sérica inactiva la acción antibiótica.

La idea de buscar una acción potenciadora del crecimiento con un aditivo de carácter antibiótico, que por no ser aplicable en clínica no va a plantear problemas de creación de microorganismos resistentes, no puede mostrar mejor oportunidad.

El problema de la adición de probióticos a los piensos en cantidades mínimas de 5 a 50 p.p.m. es que pueden crear resistencias al antibiótico empleado aun con estas dosis mínimas. De esta circunstancia existen múltiples ejemplos

en la literatura, pero la adición de antibióticos significa una economía que puede llegar al veinte por cien, por ejemplo, en el coste de un kilo de carne.

Este problema ha sido minuciosamente analizado en los Estados Unidos, donde se llegó a establecer una comisión en el Senado, presidida por el senador Kennedy, en 1986, y con anterioridad en Europa, Inglaterra, con el Comité Swann, en 1969, que recomendaba ya la restricción en el uso de antibióticos en la práctica veterinaria. Estas y otras consideraciones que dimanaron de organismos como el Comité de Apropiedades del Congreso de los Estados Unidos, la Academia Nacional de Ciencias y el Consejo de Recursos Naturales norteamericano, junto a los comités *ad hoc* de la Unión Europea, trajo como consecuencia que, ya en 1988, se pasase de los dieciocho antibióticos y otras tantas sulfamidas autorizados por Orden del Ministerio de Agricultura de 23 de junio de 1976 (BOE núm. 124, de 6 de septiembre), a los siete siguientes: bacitracina, spiramicina, virginiamicina, flavofosfolipol, tilosina y monensina sódica. Recientemente, se ha propuesto la eliminación de la avoparcina.

Aun con estas medidas, existen los riesgos de obtener resistencias cruzadas, y no es tanto el peligro de que cepas resistentes de origen animal colonicen, por ejemplo, el intestino humano o las vías respiratorias, como la posibilidad de transferir la resistencia, mediante elementos genéticos móviles, de una estirpe animal a otra humana.

En todo caso, la idea expuesta por la doctora Calvo de investigar sobre un antibiótico de gran potencia *in vitro* e inactivo *in vivo* arranca de un conocimiento básico sobre los metabolitos del género *Arthrini*, y cuya posible aplicación práctica salta a la vista y es de gran interés actual.

Con su documentada intervención, la profesora María de los Ángeles Calvo nos ha mostrado un conocimiento profundo y amplio de un tema de gran transcendencia sanitaria y económica.

La Real Academia de Doctores se felicita hoy al poder incluir en su nómina a una figura muy destacada en el campo de las ciencias biológicas, y en nombre de la institución nos ha correspondido la grata misión de darle la bienvenida a esta docta corporación.

