

NOTA CORTA

LOS ESTUDIOS MORFOMÉTRICOS EN HONGOS: REVISIÓN, ANÁLISIS Y PERSPECTIVAS

SANTIAGO CHACÓN

Instituto de Ecología A.C., Apartado Postal 63, Xalapa, Ver., México. 91000
e-mail: chacon@ecologia.edu.mx

ABSTRACT

THE MORPHOMETRIC STUDIES ON FUNGI: REVISION, ANALYSIS AND PERSPECTIVES. *Rev. Mex. Mic.* 16: 33-36 (2000). A bibliographic revision about morphometric studies on fungi is presented. Contents and analysis of some papers are discussed, the most used methodologies in this topic are presented and their importance in taxonomy is pointed out.

Key words: Morphometric studies, bibliographic references, analysis, perspectives.

RESUMEN

Se presenta una revisión bibliográfica sobre los estudios morfométricos en hongos. Se discute y analiza el contenido de algunos trabajos, para conocer las metodologías más utilizadas y remarcar así, la relevancia en los estudios taxonómicos.

Palabras clave: Estudios morfométricos, referencias bibliográficas, análisis, perspectivas.

Con el propósito de reforzar los criterios en taxonomía, recientemente se han implementado nuevas metodologías a través de estudios en cladística y biología molecular, tópicos que actualmente gozan de cierto prestigio y que parecen surgir como un reto hacia la taxonomía tradicional, debido en parte a que esta última, basa la segregación de los nuevos taxa en características morfológicas y hace poco énfasis en el origen evolutivo de los organismos a través de análisis filogenéticos.

El uso de claves dicotómicas donde están de por medio la medición de formas macroscópicas y microscópicas, han sido desde tiempos antiguos, una de las alternativas más utilizadas para la segregación de taxa, de modo que al hablar de taxonomía a ésta, tradicionalmente se le relaciona con la morfometría, disciplina que recientemente a tenido un repunte importante, gracias al uso de nuevas herramientas apoyadas en equipos que graban imágenes, miden con rapidez y reducen el error (Blackith, 1965; Rohlf, 1990 y Bookstein, 1982, 1993). Fink (1990), hizo ver que la obtención de mediciones en las formas biológicas depende de la tecnología utilizada (para generar datos) y de la naturaleza de los especímenes, además de argumentar de que cada

decisión de qué medir y por qué medir, debe ser elegida por cada investigador, dado que los resultados que se generen, estarán en función de lo que puede ser adecuado para dar respuesta a las preguntas en sistemática. De acuerdo con la literatura consultada, los estudios con aplicación morfométrica han sido mayormente favorecidos en áreas de la botánica y zoología (Strauss y Bookstein, 1982, Rohlf y Archie, 1984; Kores *et al.*, 1993; Sosa y De Luna, 1998 y McLellan y Endler, 1998, por citar algunos). En hongos, en las contribuciones de Maire (1926), Dunkan y Galbraith (1973), Arruda y Fidalgo (1974) y Parmasto y Parmasto (1982, 1982a), se incluyen análisis estadísticos, mismos que con principios morfométricos evalúan la variación en el tamaño de las esporas, pero entre los trabajos que mayormente hacen referencia al tema sobresalen los de Corner (1947), Romagnesi (1961), Raitviir (1972), Clemençon (1979), Parmasto y Parmasto (1987), Chang y Mills (1992), Toti *et al.* (1992), Gilbert *et al.* (1995) y Morgan *et al.* (1998).

En México, a la fecha no se encontraron trabajos específicos sobre estudios morfométricos en hongos, sin embargo, el empleo de otras metodologías utilizadas en la taxonomía moderna como el uso de

marcadores moleculares y los análisis cladísticos, han sido tratadas por Valverde y Paredes-López (1996) y Villegas *et al.* (1999). Con base en la escasa información que se tiene sobre la aplicación de nuevas metodologías en los trabajos taxonómicos del país (particularmente aquellas relacionadas con estudios morfométricos en hongos) y reconociendo la relevancia de algunas contribuciones extranjeras que han servido como modelos para segregar taxa a distintos niveles, se consideró conveniente efectuar una revisión bibliográfica en el tema, remarcar la relevancia de algunos de los trabajos realizados con hongos y de paso discutir las metodologías más utilizadas; todo esto con el propósito de despertar el interés de los micólogos en las investigaciones sobre este tópico.

El trabajo consistió de una revisión bibliográfica sobre los estudios morfométricos en hongos publicados en 11 de las principales revistas especializadas en micología. Dado que el desarrollo de la morfometría se ha implementado en los últimos años, la revisión se hizo de manera exhaustiva a partir de 1970. Se consideraron también las referencias encontradas antes de dicha fecha, o que fueron publicadas en revistas ajenas a las citadas en la Tabla 1. Los artículos se agruparon en cuatro periodos de acuerdo al año en que salieron publicados; antes de 1970, entre 1970-1979, entre 1980-1989 y por último entre 1990-1999. La selección de referencias se hizo con base en los trabajos en cuyo título y resumen se mencionaba el uso de metodologías con aplicación en estudios morfométricos.

Se encontraron 17 artículos, 12 en las 8 revistas indicadas en la Tabla 1 y 5 en otras fuentes, como los de Corner (1947), Parmasto y Parmasto (1987), Colley (1925), Moakeeva y Galimova (1983) y Wasser *et al.* (1976), (las tres últimas, *in* Parmasto y Parmasto *op. cit.*). En *Mycological Research* se encontraron 4 artículos; 2 en el *Bulletin de la Société Mycologique de France* y en *Mycotaxon* y 1 artículo en *Beihefte zur Sydowia*, en *Persoonia*, en *Rickia* y en *Transactions of British Mycological Society* mientras que en *Annales Mycologici*, *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología*, *Mycologia* y *Sydowia* no se encontraron artículos específicos sobre el tema.

Hasta antes de 1970 se habían publicado 4 artículos; entre 1970 y 1989 se publicaron 9 y en los

90's otros 4. Se ha estudiado preferentemente hongos del grupo Basidiomycotina, siguiendo en orden decreciente a los Deuteromycotina y en menor escala los representantes de otros taxa como Ascomycotina, Zygomycotina y Phycomycotina. En cuanto a los parámetros microscópicos más utilizados están la forma y tamaño de las esporas, y sólo en muy pocos casos se menciona la inclusión de otros caracteres como basidios, cistidios, pleurocistidios y trama. Poca información se encontró sobre el estudio de caracteres macroscópicos como pileo, láminas o estípites.

Tabla 1. Publicaciones de estudios morfométricos

Revistas*	Año de publicación			
	<1970	1970-1979	1980-1989	1990-1999
Beihefte zur Sydowia		1		
Bulletin de la Société Mycologique de France	2			
Mycological Research				4
Mycotaxon			2	
Persoonia		1		
Rickia		1		
Transactions of British Mycological Society		1		
Otras fuentes	2	1	2	
Total	4	5	4	4

*Revistas consultadas donde no se encontraron referencias: *Annales Mycologici*, *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología*, *Mycologia*, *Sydowia*

Entre los trabajos (sobre hongos) en los que se aplican metodologías y análisis propios de los estudios morfométricos sobresalen los de Gilbert *et al.* (1995), Chang y Mills (1992) y Toti *et al.* (1992). A pesar de los 17 trabajos relacionados con el tema, la cifra sigue siendo bastante pobre, por eso y con el propósito de reforzar la importancia de este tipo de estudios, a continuación se hace un breve resumen sobre el contenido de los trabajos arriba señalados haciendo énfasis en los resultados.

Gilbert *et al.* (1995) analizaron las curvas de crecimiento de 12 especies de *Pythium* (a partir de 61 aislamientos) utilizando medias del largo y ancho de las esporas. El análisis estadístico de las mediciones no indicó una separación de las especies en grupos distintos.

Con *Psilocybe subaeruginosa* Clel. y otras tres especies relacionadas Chang y Mills (1992) aplicaron distintas metodologías (morfología comparativa, estudio electroforético y apareamiento entre especies) para probar la validez de las especies. Sin embargo, aquí tampoco se encontraron diferencias significativas entre las especies comparadas. Estos autores sugieren por ello que *Psilocybe subaeruginosa* debe prevalecer como especie válida y que *P. australiana* Guzmán & Watling, *P. eucalypta* Guzmán y Watling y *P. tasmaniana* Guzmán y Watling, deberían pasar a ser sinónimas de la primera.

Toti *et al.* (1992) aislaron 71 cepas de *Discula umbrinella* (Berk. & Br.) Morelet, procedentes de dos especies de plantas (*Fagus sylvatica* L. y *Quercus* sp.). Las medidas de esporas fueron procesadas utilizando un análisis multivariado de discriminantes. Se encontraron diferencias significativas en el tamaño de las esporas procedentes de cada una de las especies de plantas, por lo que los autores proponen una posible segregación de *D. umbrinella* en dos formas distintas.

Del análisis de los trabajos consultados es posible inferir que: a) el tamaño de la muestra puede afectar los resultados si no se cuenta con un número apropiado de ejemplares, b) la combinación de análisis (morfológicos, químicos, genéticos) en estudios morfométricos puede servir de apoyo para reforzar los criterios en taxonomía o bien, ser parte importante en la resolución de interrogantes taxonómicos, c) las aplicaciones morfométricas constituyen una herramienta más para delimitar o segregar nuevos taxa.

El mayor porcentaje de los trabajos morfométricos (en hongos) procede de países europeos y que aún con los 17 que se citan en la Tabla 1, la cifra es bastante baja, lo que hace suponer que en este campo todavía hay mucho por hacer. Por otro lado, el reciente éxito de los estudios morfométricos (en hongos y otros organismos) parece estar centrado en saber hacer una buena elección de los caracteres. Para ello se requiere de cierto conocimiento del carácter o de los caracteres que pueden adecuados para resolver problemas taxonómicos. El uso y selección de métodos estadísticos adecuados para el análisis de los datos son indispensables. Entre los parámetros más utilizados esta la variación en la forma y tamaño de

las esporas con mediciones de la distancia entre puntos (morfometría tradicional) y sólo en contadas ocasiones se recurre a la morfometría geométrica, misma que incluye en los análisis el uso de coordenadas.

A medida que se exploren nuevos caracteres (macroscópicos y microscópicos), aumentaran las posibilidades de resolver complejos taxonómicos ya que no obstante las limitaciones en la selección de parámetros, se han obtenido logros importantes en la taxonomía de Basidiomycetes y Deuteromycetes en donde la aplicación de las nuevas herramientas, han sido clave para la segregación o delimitación de taxa, a nivel de grupo, de especie o de forma.

Agradecimientos

Se agradece a las autoridades del Instituto de Ecología A.C., por el apoyo otorgado a las investigaciones. Al Dr. Efraín de Luna, por el curso impartido sobre Morfometría, mismo que generó la realización de este trabajo. A los colegas Rosario Medel, Ángel Romero y Joel Flores, se les agradece la revisión y sugerencias al manuscrito.

Literatura citada

- Arruda, H., D. Vaz, O. Fidalgo, 1974. *Osmoporus odoratus* and its European varieties. II. Statistical Analysis. **Rickia** 6: 89-98.
- Blackith, R.E., 1965. *Morphometrics*. In: T.H. Waterman, H.J. Morowitz (eds.) **Theoretical and Mathematical Biology**. Blaisdell, Nueva York. 225-249
- Bookstein, F.L., 1983. Foundations of Morphometrics. **Ann. Rev. Ecol. Syst.** 13: 451-470.
- Bookstein, F.L., 1993. A brief history of the morphometric synthesis. In: L.F. Marcus, E. Bello, A. Garcia-Valdecasas (eds.) **Contributions to morphometrics**. Monografías del Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. 15-40.
- Chang, Y.S., A.K. Mills, 1992. Re examination of *Psilocybe subaeruginosa* and related species with comparative morphology, isoenzymes and mating compatibility studies. **Mycol. Res.** 96: 429-441.
- Cléménçon, H., 1979. Biometrische untersuchungen zur variabilität der Basidiosporen. **Beih. Sydowia** 8: 110-138.
- Corner, E.J.H., 1947. Variation in the size and shape of spores, basidia and cystidia in Basidiomycetes. **New Phytol.** 46: 195-228.
- Duncan, E.G., M.H. Galbraith, 1973. Variation in the dimensions of basidiospores during the discharge period. **Trans. Brit. Mycol. Soc.** 60: 463-470.
- Fink, W.L., 1990. Data acquisition for morphometric analysis in systematic biology. In: J. Rolf, F.L. Bookstein (eds.) **Proceedings of the Michigan morphometrics workshop**, The University of Michigan, Museum of Zoology. Ann Arbor.

- Gilbert, R.L., E.J. Cother, H.I. Nicol, 1995. Mathematical methods to compare growth curves of *Pythium arrhenomanes* and eleven other *Pythium* species as an aid to their identification. **Mycol. Res.** **99**: 19-30.
- Kores, P.J., M. Molvay, S.P. Darwin, 1993. Morphometric variation in three species of *Cyrtostylis* (Orchidiaceae). **Systematic Botany** **18** (2): 274-282.
- Maire, R., 1926. Remarques sur les causes de divergences entre les auteurs au sujet des dimensions des spores. **Bull. Soc. Mycol. Fr.** **42**: 43-50.
- McLellan, T., J.A. Endler, 1998. The relative success of some methods for measuring and describing the shape of complex objects. **Syst. Biol.** **47** (2): 264-271.
- Morgan, A., L. Boddy, J.E. Mordue, C.W. Morris, 1998. Evaluation artificial neural networks for fungal identification, employing morphometric data from spores of *Pestalotiopsis* species. **Mycol. Res.** **102**: 975-984.
- Parmasto, E., I. Parmasto, 1982. Variability of spores of different basidiocarps growing on the same mycelium in the aphyllophorales. **Mycotaxon** **16**: 141-151.
- Parmasto, E., I. Parmasto, 1982a. Basidiospore variation in local populations of some Aphyllophorales. **Mycotaxon** **16**: 14-151.
- Parmasto, E., I. Parmasto, 1987. Variation of basidiospores in the Hymenomycetes and its significance to their taxonomy. **Biblioteca Mycologica** **15**: 1-168.
- Raitviir, A., 1972. Statistical methods in species delimitation in the genus *Otidea*. **Persoonia** **6**: 415-423.
- Rohlf, F.J., 1990. Morphometrics. **Ann. Rev. Ecol. Syst.** **21**: 299-316.
- Rohlf, F.J., J.W. Archie, 1984. A comparison of Fourier methods for the description of wing shape in mosquitoes (Diptera: Culicidae). **Syst. Zool.** **33** (3): 302-317.
- Romagnesi, H., 1961. Biométrie, écologie et spécification. **Bull. Soc. Mycol. Fr.** **77**: 325-330.
- Sosa, V., E. de Luna, 1998. Morphometrics and character state recognition for cladistic analyses in the *Bletia reflexa* complex (Orchidiaceae). **Pl. Syst. Evol.** **212**: 185-213.
- Strauss, R.E., F.L. Bookstein, 1982. The truss: body form reconstructions in morphometrics. **Syst. Zool.** **31** (2): 113-135.
- Toti, L., I.H. Chapela, O. Petrini, 1992. Morphometric evidence for host-specific strain formation in *Discula umbrinella*. **Mycol. Res.** **96**: 420-424.
- Valverde, M.E., O. Paredes-López, 1996. El uso de marcadores moleculares en el estudio de la biodiversidad, el caso de los hongos. **Ciencia y Desarrollo** **128**: 29-37.
- Villegas, M., E. de Luna, J. Cifuentes, A. Estrada-Torres, 1999. Phylogenetic studies in Gomphaceae sensu lato (Basidiomycetes). **Mycotaxon** **70**: 127-147.

Recibido: 21 de diciembre, 1999. Aceptado: 19 de julio, 2001
Solicitud de sobretiros: Santiago Chacón.