

TAXONOMIA DE HYPHOMYCETES, UN TRIBUTO A NUESTRA PACIENCIA

Eduardo Piontelli L.

Universidad de Valparaíso Facultad de Medicina

Cátedra de micología Casilla 92 V Valparaíso

Palabras clave: Taxonomía fúngica, Hyphomycetes, Hongos anamórficos.

Key words: Fungal taxonomy, Hyphomycetes, Anamorphic fungi.

RESUMEN

Se analiza y comenta la problemática actual existente en la clasificación de los *Hyphomycetes*, donde aún predomina el heterogéneo criterio personal del taxónomo feneticista, abarcando los siguientes temas tales como: concepto de especie, taxa infraespecíficos, conidiogénesis, conidióforo, conidios, conidiomata, pleoanamorfismo, etc.

Se concluye con un enfoque moderno que destaca la frecuente aplicación en la literatura de las nuevas herramientas taxonómicas, en especial, la biología molecular a nivel de secuencias de DNA y RNA, Situación que ayudará con seguridad a dilucidar en el futuro las relaciones filogenéticas de estos hongos.

SUMMARY

[*Hyphomycetes taxonomy, a tribute to our patience*]

It is analyzed and commented the real problematic existing in the classification of the *Hyphomycetes* where there still predominates the personal heterogeneous criteria of the pheneticist taxonomist, such as: species concept, infraspecific taxa, conidiogenesis, conidiophores, conidia, conidiomata, pleoanamorphism, and so on.

It is concluded with a modern approach that emphasized the frequent application in the literature of the new taxonomic tool, specially molecular biology in relation to DNA and RNA sequence, all this will surely help to elucidate in the future phylogenetic relations in these fungi.

INTRODUCCION

No quisiera iniciar esta exposición sin considerar que el hecho de referirme a un tema sobre la sistemática, resulte en algo tedioso para el lector, más aún si voy a referirme a la sistemática fúngica de un taxon problemático.

Me doy cuenta que que no es posible condensar los múltiples alcances de esta ciencia sin abarcar en cierta medida una infinidad de temas específicos y complejos, solo se pretende un limitado enfoque orientado principalmente hacia los microhongos productores de conidios sobre conidióforos, incluidos dentro de la subdivisión *Deuteromycotina*.

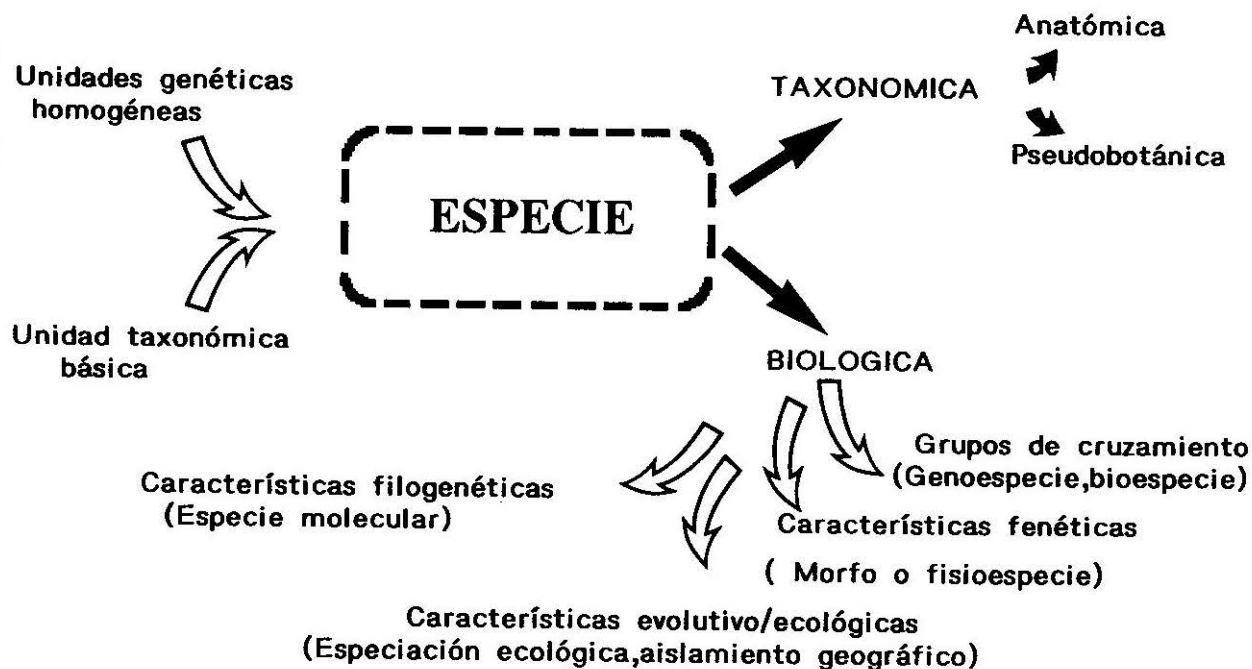
Quizás, todo micólogo visualiza en la actualidad que la taxonomía se aleja vertiginosamente de los esquemas del pasado, hacia un futuro lleno de interesantes y nuevos interrogantes. Se habla con cierta razón, de una crisis taxonómica, la cual de hecho existe, pero no en el sentido estricto de la palabra. Actualmente esta ciencia se enfrenta a profundos cambios estructurales, metodológicos y orientativos, en un constante afán por innovar y experimentar con una mezcla de métodos convencionales y modernos. Además de la morfología clásica, se recurre a las recientes herramientas genéticas como la hibridación del DNA, los análisis de secuencias

de DNA nuclear, ribosomal y mitocondrial, la quimiotaxonomía, la ultraestructura, la serología, los patrones enzimáticos, la taxonomía numérica, etc. (Minter 1987, Romero & Minter 1988, Mugnai et al. 1989, Monte et al. 1990, Arambarri & Cabello 1989, Frisvald et al. 1990, Samson & Pitt 1990, Cavalier-Smith 1989, Bruns et al. 1989).

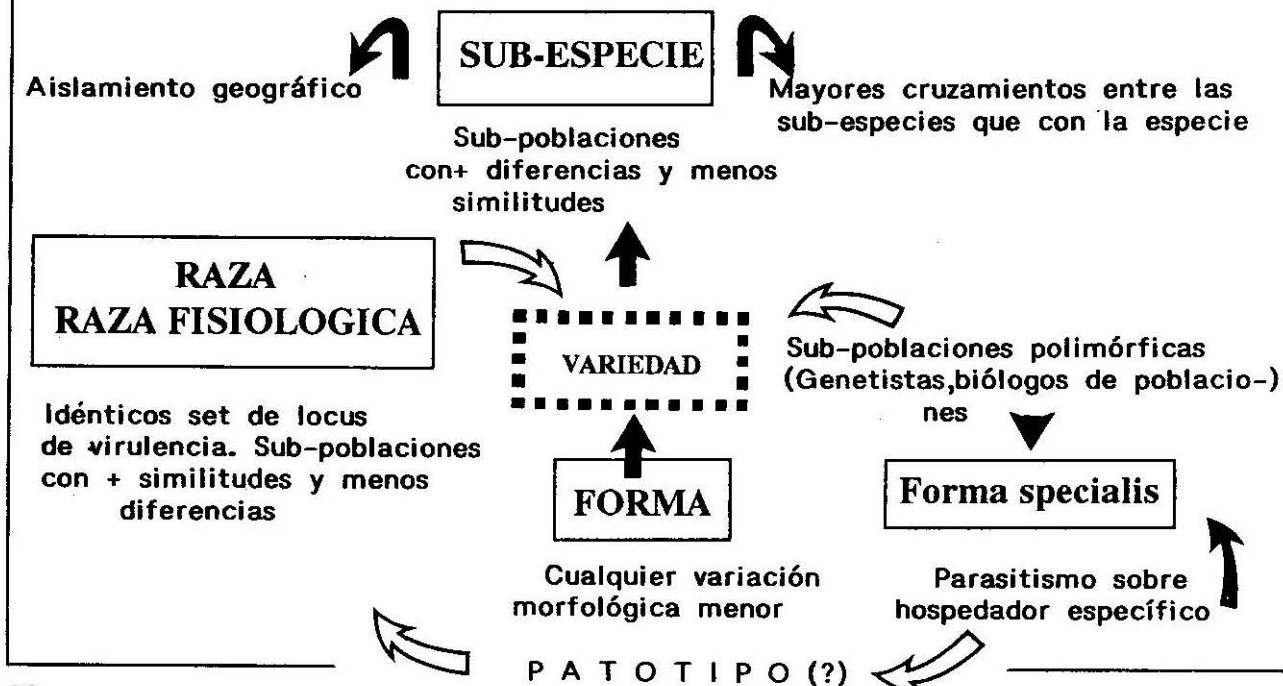
Estas nuevas tendencias, no siempre resultan ser ideales, pueden ser difíciles de aceptar por la mayoría de los micólogos, o exhiben aún muchos argumentos controversiales, metodológicos, teóricos o interpretativos, que necesariamente deberán evaluarse con prudencia en el tiempo y con mayor experimentación. A veces somos injustos con el taxónomo profesional, este particular e introvertido personaje que a pesar de poseer todos los defectos y virtudes propias de su especie, está cumpliendo dentro de sus posibilidades una gran ambición, como el tratar de ordenar el curso evolutivo de un determinado grupo de organismos, situación que no siempre resulta transparente al lector.

En estos días, existe la sensación que los antiguos esquemas morfológicos feneticistas, están relegados a un segundo plano frente a los nuevos caminos biológicos, fisiológicos y bioquímicos. Pero a pesar de los nuevos avances, la metodología general

CUADRO 1. CONCEPTO DE ESPECIE



CUADRO 2. TAXA INFRAESPECIFICOS



de identificación morfológica y fisiológica en uso no podrá cambiarse seguramente hasta las primeras décadas del nuevo siglo... La razón es muy simple: según Pitt & Samson (1989), la taxonomía a nivel genérico debe ser accesible tanto en Santiago, Buenos Aires, Nueva York o París, como también para aquellos que trabajan en los centros especializados de Berlín, Kew o Baarn. Sin embargo, el reunir aislamientos fúngicos en series lógicas de grupos constituidos por géneros, especies o sub-especies (bajo el Código Internacional de Nomenclatura Botánica CIBN), tiene límites a veces difíciles de definir y en muchos casos la distinción entre estos taxa, puede depender de un pequeño número de criterios taxonómicos o a veces por una simple diferencia (Pitt & Hocking 1985), lo que se transforma en situaciones de límites o formas que escapan fácilmente al no experto.

Si consideramos a la taxonomía como un conjunto de reglas y métodos que permiten reunir a los individuos en grupos homogéneos, mediante un set de atributos físicos o fisiológicos, la selección de éstos debe efectuarse actualmente, por todos los métodos aconsejables o disponibles. De esta forma el resultado será una clasificación cada vez menos artificial.

CONCEPTO DE ESPECIE Y TAXA INFRAESPECIFICOS

La especie, es el nivel taxonómico básico en la identificación biológica, sin embargo, su definición es aún una situación conflictiva, que generalmente tratamos de evadir. Idealmente, hablar de especie, es referirse a grupos de organismos capaces de cruzarse entre si y producir descendientes fértiles, pero su concepto moderno es aún más amplio, e incluye por lo menos 2 tipos de categorías básicas: una Taxonómica, usada principalmente por los morfólogos y fisiólogos y otra Biológica, usada por genetistas y biólogos de poblaciones. Sin embargo, la literatura ortodoxa mantiene vigentes un sinnúmero de conceptos distintos, acorde a la metodología seguida en la determinación de similitudes o diferencias (Morfoespecie, Paleoespecie, Coeno-especie, Agamo-especie, etc.).

La amplia variación morfológica que puede existir en organismos con el mismo stock genético (clina), dentro de los miembros (individuos) de una población, ha llevado a los investigadores a considerar más seriamente el concepto biológico de especie, que el taxonómico, debido a que este último refleja en mayor o menor medida la experiencia, o la opinión personal del taxónomo. No es fácil aseverar y determinar las semejanzas o las pequeñas variaciones de un individuo dentro de una población, y el taxónomo al imponer su criterio personal en favor de una de estas situaciones fenéticas, puede ofrecer resultados

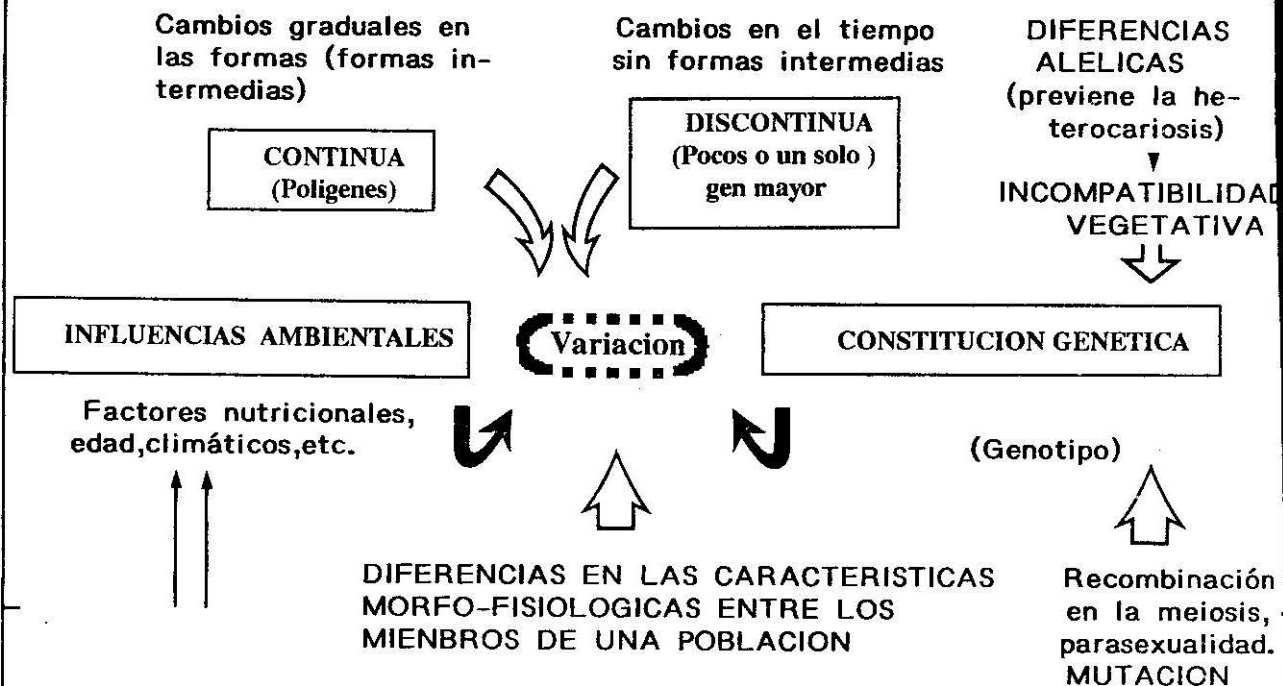
a veces polémicos para otros taxónomos. Desde este punto de vista y a la luz de las nuevas evidencias, el clásico concepto biológico de especie resulta empírico y teóricamente inadecuado. Actualmente los especialistas en especiación lo evalúan desde 4 categorías: grupos de cruzamiento, fenéticas, evolutivo/ecológicas y filogenéticas. Solo la visión filogenética de la especie, emerge con la mayor claridad conceptual, especialmente cuando se asocia a programas empíricos de estudios de especiación, los cuales pueden iniciarse con un detallado análisis cladístico (Minsler 1991) (Cuadro 1).

En general los micólogos de diferentes especialidades microbiológicas, no tienen una marcada tendencia en estudiar las poblaciones fúngicas en conjunto, normalmente se analiza un solo aislamiento obtenido del ambiente para su posterior inclusión en un taxon (o muchas veces la descripción de uno nuevo). Con esto se reduce la apreciación de la vitalidad y plasticidad del conjunto de individuos semejantes que constituyen una población determinada, situación que puede subsanarse al examinar en el tiempo un mayor número de individuos. Esta labor debiera ser efectuada por los micólogos de alimentos, micólogos médicos, fitopatólogos, taxónomos, genetistas, etc.. De esta manera es posible definir las unidades genéticas homogéneas, considerando la variación fenética, barreras reproductivas, especiación ecológica, aislamiento geográfico, etc., con una positiva apreciación de los continuos y discontinuos cambios dentro y entre las poblaciones, en aras de una taxonomía más estable.

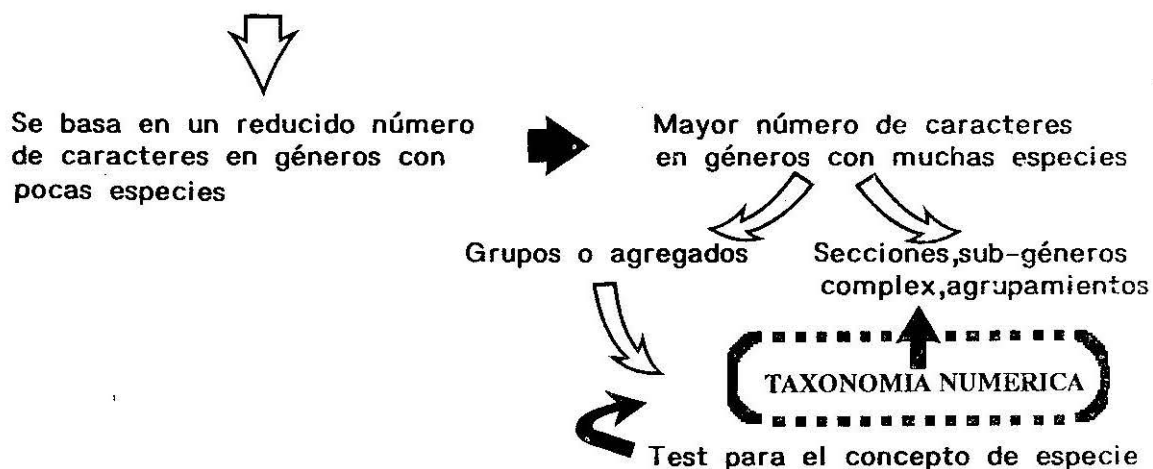
Existen además problemas interpretativos a nivel de la terminología nomenclatural actual, que por su escasa flexibilidad, no permite unificar aún bajo el nivel de especie, los conceptos jerárquicos de las unidades poblacionales (Sub-especie, Raza, Genet, Ramet, etc.), con las no jerárquicas (Biotipos), empleados en las distintas disciplinas relacionadas con la micología. Mucha de esta tradicional terminología, es a veces ambigua, mal definida o problemática en su empleo para el micólogo. Brasier y Rayner (1987), discuten esta situación para los hongos, refiriéndose a los términos de: Genet, Ramet, Raza, Forma, Variedad, Sub-especie, u otra expresión que permita cubrir distintas y divergentes sub-poblaciones que no tienen en general un total aislamiento reproductivo y que exhiben regularmente un orden de diferencias para una variedad de caracteres morfofisiológicos.

Para nosotros el aislamiento, es el primer cultivo de un determinado hongo desde un ambiente particular, éste se transforma en una cepa (strain), cuando ha sido multiplicada asexualmente y mantenida en cultivo. Esta cepa es un Genet o una unidad o colección genética discreta, del cual deriva por propagación asexual vegetativa, un Ramet. En las

CUADRO 3. VARIACION



CUADRO 4. CONCEPTO DE ESPECIE EN HONGOS ANAMORFICOS*



* " UN RECONOCIDO GRUPO DE AISLAMIENTOS Y CEPAS, DELIMITADOS POR UNO O MAS ESTADOS-CARACTERES PARTICULARES"

Razas, las similitudes exhibidas por esta sub-población, pueden pesar más que sus diferencias (lo contrario sucede en la *Sub-especie*). El término de *Raza* o *Raza fisiológica*, es usado corrientemente en diferentes sentidos por los fitopatólogos (Caten 1987), pero preferentemente significa la presencia del mismo set de locus de virulencia (debiera reemplazarse por *patotipo*, sensu Robinson (1969)), sin embargo, los genetistas, ecólogos y biólogos de poblaciones lo emplean para la descripción de sub-poblaciones polimórficas dentro de las especies. El término de *raza*, se usa también para indicar grupos étnicos o religiosos y para muchos es preferible referirse a sub-especie. La *Variedad*, otro término bastante liberal y muy empleado en las formas cultivadas de plantas (cultivar), tiene el mismo significado dentro de las especies, como así el de *forma*. (Cuadro 2)

Las sub-especies, tienen características en común y tienden a cruzarse entre ellas, más que con los otros miembros de la especie, usualmente debido al aislamiento geográfico.

El término común de *cepa*, se usa indiscriminadamente para definir cualquier tipo de aislamiento con un genotipo específico, desde una mayor a menor sub-unidad de la especie, así como el de *variedad* y *forma* (excluyendo de este último el de *forma especiales*).

Como si fuera poco esta "semántica literaria" no termina aquí cuando se emplean en forma subordinada o correlativa, la nomenclatura de los biotipos, para designar un grupo de "cepas" con características comunes. Este sistema es conceptualmente semejante al Código Internacional de Nomenclatura Bacteriológica o el de "Deme", empleado por algunos taxónomos vegetales. La amplia variedad de biotipos (eco, gamo, morfo, pato, sero, cariotipo, etc.), guarda relación directa o indirecta con las distintas jerarquías taxonómicas en uso bajo el nivel de especie.

CLASIFICACION DE LOS HONGOS ANAMORFICOS

¿Qué sucede en los hongos anamórficos o con ciclos mayoritariamente asexuados, donde el concepto de especie biológica no puede aplicarse en todo su sentido? Normalmente nos referimos a ellos como un reducido grupo de aislamientos y cepas delimitadas por uno o más estados-caracteres particulares, "donde la transición entre tales grupos, puede ser clara o vaga y la brecha entre las especies puede encontrarse a varios niveles de disimilitud" (De Hoog & Smith 1984).

El problema se presenta en forma seria en los momentos que nuestra labor de micólogo se radica en la identificación y ubicación de un aislamiento o cepa, en una especie dentro de un género

bien definido; esto es relativamente simple en aquellos con un reducido número de especies. En estos casos el concepto de especie se basa generalmente en un pequeño número de caracteres, pero la situación es diametralmente opuesta en los que presentan un gran número de éstas. Los ejemplos en la actualidad serían innumerables, por ejemplo: *Colletotrichum*, *Phoma*, *Phomopsis*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Chrysosporium*, *Trichophyton*, etc., los cuales en el pasado se han circunscrito en Grupos, Agregados, Complex, u otro calificativo de poco valor taxonómico. En la actualidad es preferible delimitarlos como Secciones y Sub-géneros.

Es en estos taxa u otros, donde las delimitaciones genéricas o intraespecíficas pueden derivar de distintos conceptos adoptados (otro problema en la literatura) mediante el empleo de características consideradas poco naturales y donde los intentos morfológicos, ontogénicos y las conexiones teleomórficas no han podido entregar aún suficientes aportes para la sistemática. Es aquí donde la literatura nos muestra la utilidad de interrelacionar los parámetros morfo-fisiológico con los bioquímicos u otros, mediante estudios multidisciplinarios, con herramientas tales como el análisis aportado por la *Taxonomía numérica* (Bridge et al. 1989; Monte et al. 1990; Mugnay et al. 1989), la cual actúa al mismo tiempo como un test para el concepto de especie. Esta herramienta, sin embargo, no se emplea en forma rutinaria en el laboratorio (Cuadro 3). Frente a estas dificultades, optamos generalmente por abandonar en un rincón del laboratorio la cepa difícil para un futuro análisis, que normalmente no se efectuará, aludiendo que tal o cual género es demasiado complicado o heterogéneo, a pesar de contar en nuestros archivos con buenas monografías. La problemática taxonómica de los *Hyphomycetes*, radica en el manejo personal de ciertas situaciones o en la aplicación de criterios determinativos genéricos, relacionados principalmente con ciertos caracteres morfológicos o fisiológicos aplicados en la clasificación, algunos de los cuales pueden condensarse en los siguientes puntos:

1.- PLEOMORFISMO

El pleomorfismo (sensu Du Bary), incluye las implicaciones de la variación a nivel de las estructuras empleadas con fines taxonómicos. Básicamente consiste en que un hongo sea capaz de expresarse en sus 2 formas (una sexual y otra asexual), o que los teleomorfos estrechamente relacionados puedan tener diferentes anamorfos o viceversa. Este es el caso de *Penicillium*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Nectria*, *Arthroderma*, *Gliocladium*, etc., situación que dificulta la comprensión de sus filogenias, sin excluir la posibilidad de que algunos géneros anamorfos puedan ser filogenéticamente homogéneos, aún correspondiendo

a distintos teleomorfos. Los casos de estrecha relación, permiten un óptimo concepto de especie, existiendo buenos ejemplos como: *Geotrichum-Dipodascus*, *Chloridium-Chaetosphaeria*, *Tubeufia-Helicosporium*, etc.

Al parecer la presión evolutiva ha operado prácticamente en forma independiente en cada ciclo de vida, lo cual no debe sorprendernos, si consideramos los distintos roles desempeñados por anamorfos y teleomorfos. "Las necesidades ecológicas parecen haber llevado a un efectivo enmascaramiento de las similitudes genéticas" (Di Cosmo et al. 1983), y como los teleomorfos de muchos hongos anamórficos no se conocen en la actualidad, nuestra aproximación a la clasificación puede ser netamente pragmática. (Halubová-Jechová 1990).

2.- VARIACION

La variación consiste en las diferencias de las múltiples características ya sea morfológicas como genéticas entre los individuos de una población. Esto se debe a: influencias ambientales, a la constitución genética del individuo (genotipo), o la interacción entre ambas. La variación genética es debida a la recombinación de genes durante la reproducción sexual y la mutación; esta última es también importante en los hongos anamórficos, junto a la heterocariosis y la parasexualidad. Algunas especies tienen una amplia variación genética como es el caso de *Aspergillus nidulans* (= *A. nidulans*?), el cual contiene 19 grupos de compatibilidad de heterocarión (incompatibilidad vegetativa), bajo control heterogénico, con una diferencia alélica en cada uno de por lo menos 8 *Het* genes específicos suficiente para prevenir la formación de heterocarios entre un par de cepas (Brasier 1987, Croft 1987). Es por esto que la incompatibilidad vegetativa delimita entonces el concepto de genespecie. La variación puede ser **continua**, donde intervienen varios genes (Poligenes), cada uno con poco efecto, causando cambios graduales en las características de la especie, o **discontinua**, donde intervienen pocos o un solo gen mayor que pueden o puede estar presente en 2 o más formas alélicas, originando características especiales en el fenotipo, lo que hace diferir una especie de otra sin formas intermedias entre ellas. En la literatura frecuentemente encontramos términos como **variación molecular** (evolutiva), **variación fenética** y **genética**.

Los grados de variación morfológica son difíciles de apreciar e interpretar, debido a que las similitudes o diferencias micro y macroscópicas de las cepas estudiadas, pueden expresarse en varios niveles del fenotipo. Bridge et al (1986), al analizar las variaciones a nivel morfológico y bioquímico en 3 especies de *Penicillium* a partir de las siembras de un solo conidio, pudieron comprobar que éstos pueden dar origen principalmente a 2 tipos de colonias es-

tables (Tipo W y R), además de otro tipo inestable (menos frecuente), llamado del Tipo O (observado en *P. viridicatum*). Este último presenta un bajo porcentaje de conidios grandes, anormales y uninucleados (seguramente poliplóides). Sin embargo la progenie del tipo O, muestra propiedades en común con las 2 líneas estables.

Una explicación posible de estas variaciones morfo fisiológicas y bioquímicas es el ciclo parasexual. El tipo R, con una presencia de un 44% en cultivo, puede corresponder a una variante morfológica debida a los subcultivos y con desventajas ecológicas-competitivas frente al tipo W, con la misma presencia en cultivos y más adaptado al ambiente. Es por esto que las cepas tipo deberían guardarse desecadas. Como esta situación ha sido observada en otros *Hyphomycetes*, tales como *Aspergillus* y *Cladosporium*, entre otros (Prasil & De Hoog 1988, Morgan-Jones y Jacobsen 1988), es recomendable antes de la descripción de una nueva cepa en cultivo, analizar su grado de variabilidad desde subcultivos obtenidos por monoconidios, de esta manera no se afectarían las conclusiones taxonómicas con posterioridad..

3.- CONIDIÓGENESIS

A pesar de la gran información generada después del trabajo de Huges (1953-58), que permitió un alejamiento (aunque no total) del sistema Saccardiano, los criterios ontogénicos no pueden ser aplicados en términos absolutos y la conidiogénesis debe ser considerada como una función temporal (Minter et al. 1982). Algunos géneros tienen especies con diferentes desarrollos de células conidiógenas y ontogenia conidial (pleomorfismo). Las estructuras morfológicas producidas por los hongos pueden tener diferentes funciones y las resultantes conexiones entre estructuras-funciones, están bajo control genético. Estas expresiones pueden ser afectadas por las condiciones ambientales y la edad del cultivo; solo controlando estas variables puede obtenerse una información completa al respecto (Monte et al. 1990).

No es posible condensar en pocas líneas todo lo referente a conidiogénesis, es por eso que solo me referiré a la "fiálidica" (la más común en los *Deuteromycetes*), esta célula conidiógena presenta típicamente en el ápice un conspicuo engrosamiento periclinar, el collarite puede o no extenderse hacia los lados, pero raramente se aprecia como un embudo (*Phialophora*). En muchos casos el ápice es reducido, minuto, siempre evidente o ausente; este engrosamiento permite relacionar la ontogenia conidial como **enteroblástica** (formación de muchos conidios), y su falta como **holoblástica** (pocos o un solo conidio). Gams (1973), considera que una célula conidiógena que da origen a un solo conidio puede considerarse también como fiálide.

Las fiálides, pueden presentar distintas forma, grosor y color; existiendo a veces relación entre

grupos de especies teleomorfas y la morfología fialídica en sus anamorfos. Existen células conidiógenas monofialídicas, (un solo locus conidiógeno), otras son polifialídicas (más de un locus por proliferación percurrente), como en *Fusarium*, *Cylindrocarpon* y *Didymostilbe*. Estos 3 géneros pueden presentar ambos tipos de estructuras. La formación de células poliblasticas por proliferación simpodial, es muy escasa en los *Hyphomycetes*, sin embargo *Fusarium*, *Cladobotryum* y *Chaetopsina*, la presentan, considerándose como un tipo de conidiogénesis holoblastica.

La producción de distintos tipos de fialides (mono-poli-poliblasticas), se observa en algunas especies de *Fusarium* y tiene cierto valor taxonómico a nivel de especie (Pascoe 1990a y b). Todas estas estructuras son difíciles de observar en cultivos viejos, más aún cuando estas desaparecen por lisis enzimática, no pudiendo apreciarse sobre los conidióforos en medios de cultivos viejos.

Todas las etapas relacionadas con la ontogenia y posterior liberación y regeneración del conidio (proliferación, ontogenia, delimitación, secesión y regeneración Minter et al. 1982-83), permiten buenos aportes a nivel genérico. Si estas características se relacionan con las anatómicas, químicas, serológicas u otras, tendremos en el tiempo una mejor delimitación de los géneros anamorfos.

4.- CONIDIOFORO

Los patrones de ramificación y disposición de los conidióforos relacionados con el tipo de conidiogénesis, el tamaño de la célula conidiógena y su posición en el estipe, son estructuras útiles en la separación de los géneros, a pesar que en todos ellos la ramificación no tiene el mismo valor. La terminología empleada para la ramificación del conidióforo no es consistente en la literatura, salvo en algunos géneros (Pitt 1979, Gams 1971). Seifert (1985), describe la terminología utilizada en la descripción de las ramificaciones de los conidióforos del género *Stilbella* e *Hyphomycetes* relacionados. Este autor incluye categorías tales como: monoclalial, donde un eje da origen a solo 2 ramas laterales (una vez monoclalial); si la ramificación se repite en el mismo eje, encontrándose a 2 niveles se considera 2 veces monoclalial; monovercillados, tervercillados, 2 niveles de monoclalial, 2 niveles de verticillados y acopleurógeno. Sin embargo no siempre es fácil describir las ramificaciones del conidióforo, especialmente cuando ciertos patrones de ramificación están entremezclados: situación que ha generado cierta divergencia entre los taxónomos para considerarlos en la delimitación a nivel genérico. Este es el caso de la inclusión de *Cylindrotrichum* en *Chaetopsis*, por Di Cosmo et al. (1983), situación no aceptada por Halubova-Jechová (1990), Cabello y Arambarri (1988) y Arambarri y Cabello (1989), los cuales

consideraron que las estructuras del conidióforo son diferentes. Algunos autores, aceptan los caracteres del conidióforo y la célula conidiógena como de importancia genérica, otros no aceptan como status genérico a los caracteres del conidio y los cambios de color de la pared del conidióforo en ácido láctico o KOH (Samuels 1985, Kirk & Sutton 1985, Seifert 1985). Por todo lo expuesto, el sólo análisis de la ramificación del conidióforo, parece no tener un valor aún estable en la delimitación genérica salvo en algunos casos.

En los *Hyphomycetes*, encontramos 3 tipos básicos de patrones de ramificación del conidióforo; no ramificados, ramificados verticiladamente y ramificados peniciladamente (el último es el más frecuente). Como estos patrones son comunes en grupos no relacionados de anamorfos, deben emplearse otros caracteres morfológicos y la pigmentación. Cuando los géneros de anamorfos están ligados a varios teleomorfos no relacionados, los grupos de especies existentes indican que deben efectuarse subdivisiones de éstos (Samuels & Seifert 1987).

Por ejemplo, en el género *Acremonium*, las especies que poseen conidióforos monofialídicos están relacionadas a teleomorfos en *Hypocreales* y otros taxa no relacionados, esta disposición tiene poco significado filogenético. Por ésto, los heterogéneos géneros de *Acremonium* y *Phialophora* (Gams & McGinnis 1983), no siempre se delimitan fácilmente. El primero, posee teleomorfos asociados a 2 familias de *Eurotiales* (*Cephalothecaceae* y *Pseudoeurotiaceae*), como también a *Chaetomiaceae*, *Clavicipitaceae* y otros taxa (Gams & McGinnis 1983). Mientras *Phialophora*, los presenta en *Eurotiales*, *Lasiosphaeriaceae* y *Diaporthaceae*. Debido a las pequeñas diferenciaciones y las dispersas relaciones de sus teleomorfos, se habla de especies agregadas (Art. 59 CIBN).

Phialemonium, un género semejante a los dos mencionados con anterioridad, se delimita de sus anamorfos similares fialídicos, por sus cortos conidióforos (adelofialides), o fialides sin septo basal, o sea conidióforos intercalares sin engrosamiento periclinal y ausentes de pigmentación. Las adelofialides son típicas y las fialides discretas y largas son escasas. En *Phialemonium*, es importante la observación directa de los cultivos para visualizar sus falsas cabezas conidiales dispuestas en cortos conidióforos.

Lecytophora (= *Margarinomyces*), es derivada de *Phialophora* (?), por poseer adelofialides semejantes a *Phialemonium*, pero con un ápice más ancho, engrosamiento periclinal y un corto collarite (*Phialophora lignicola* se trasladó por lo expuesto a *Lecytophora lignicola*). En *Acremonium strictum*, las adelofialides son muy comunes y se producen cuando la hifa está sumergida, situación que también se observa en la sección Albo-Lanosa de *Acremonium*

(*A.coenophialum*, *A.typhinum*, Morgan-Jones & Gams 1982).

Todas estas semejanzas o diferencias basadas solamente en la morfología, son fuertemente especulativas cuando no existe una indiscutible relación anamorfo-teleomorfo (La semejanza morfológica no siempre indica una estrecha semejanza genética).

Las especies del género *Verticillium* o semejantes, se relacionan a distintos grupos de *Hypocreales*, lo mismo sucede con *Gliocladium* (= *Clonostachys*), donde las ramificaciones peniciladas se presentan en los 3 mayores grupos de teleomorfos de *Hypocreales* (*Hypomyces*, *Nectria* e *Hypocrea*). La definición de este género ha sido expandida por Seifert (1985), para incluir las especies sinnematosas.

5.- CONIDIOMATA

Dentro de un determinado Orden o Familia, los anamorfos pueden tener una amplia variedad de formas (Rango de anamorfos), situación que se observa en *Dothideales*, *Eurotiales*, *Hypocreales*, etc. Si consideramos como ejemplo a estos últimos (Samuels & Seifert 1987), veremos que existen aproximadamente más de 40 anamorfos relacionados, los cuales incluyen géneros de *Coelomycetes* e *Hyphomycetes*; entre éstos existe un amplio rango de formas en las estructuras productoras de conidios. (pleomorfismo)

La forma y grado de agregación de los conidióforos en los *Hyphomycetes*, es uno de los criterios importantes en su clasificación, tales como: *esporodocios*, *picnidios* y *sinnemas*. Sin embargo después de Hughes (1953), los conidiomata, fueron relegados a caracteres secundarios en la taxonomía de los anamorfos. Todos los conidiomata, son derivados de un estroma, aunque no siempre es posible observarlo en cultivo. Los *esporodocios* son poco frecuentes en las dematiáceas (pero constantes en algunos géneros). La presencia o ausencia del sinnema, también es considerada como un carácter de importancia secundaria, ya que puede aparecer entre las especies que producen conidióforos laxos. Sin embargo, el análisis de la anatomía del sinnema, combinado con otros aspectos morfológicos como la ontogenia conidial, la textura de las masas conidiales y su forma, los patrones de ramificación, el tipo de desarrollo en cultivo u otros, pueden aportar información de las posibles relaciones entre ellos (Seifert & Okada 1990).

Seifert (1985), propone una terminología descriptiva en relación al sinnema, sin descartar las posibilidades de categorías intermedias en éste, como también en otros tipos de conidiomata, cuando uno considerara el entero espectro de los hongos anamórficos. Varios géneros incluyen especies mono y sinnematosas, como *Penicillium*, *Aspergillus*, *Hirsutella*, pero también *Doratomyces* y *Scopulariopsis*. El caso particular de estos dos géneros, indicaría que deberían unificarse en uno sólo, situación

que se respalda por sus estrechas relaciones teleomórficas. Otros géneros solo presentan especies sinnematosas solamente (*Graphium*), situación que se emplea como un importante carácter taxonómico.

La formación del sinnema, es más frecuente en los hongos dematiáceos, especialmente en áreas tropicales y subtropicales; en este sentido se ha especulado sobre la influencia del clima en la agregación de los conidióforos. Si así fuere, habría limitaciones en emplear su presencia como criterio genérico (Halubová-Jechová 1990). No debe olvidarse que el comportamiento de los conidiomata es muy variable en cultivo, situación no muy útil para los fines taxonómicos. Sin embargo algunas especies producen estructuras típicas y estables en los cultivos y su estudio morfo-anatómico puede aportar en reconocer las relaciones o el rumbo evolutivo. Algunos ciclos de vida de un anamorfo, conservan la anatomía ancestral del teleomorfo. Varias especies de *Trichophyton* y *Microsporum*, pueden formar pseudo-cleistotecios rodeados por hifas peridiales características de su teleomorfo (*Arthroderma*), pero en su interior no contienen ascos sino abundantes microconidios (Okoshi & Hasegawa 1966, Stockdale 1961, Saito et al. 1991). Esta situación la hemos observado también en *Trichophyton terrestre* complex en aislamientos de suelos chilenos (datos no publicados).

La importancia de los posibles cambios del pH en los pigmentos estromáticos y periteciales de algunos teleomorfos, ha sido enfatizado en la taxonomía de algunos Ordenes (Dorenbosch 1970, Samuels 1976, Rossman 1983, Seifert y Samson 1985). Un espécimen es considerado KOH positivo, si el pigmento cambia de color cuando se incluye en KOH al 2% (desde algún grado de color amarillo, naranja, rojo-café a rojo-sangre, a púrpura, revertiendo a su color normal en ácido láctico al 90%). Generalmente la reacción en KOH en los teleomorfos, está correlacionada con la que presentan los anamorfos asociados.

La presencia o ausencia de estroma, se emplea en las claves como ayuda genérica, sin embargo en algunas oportunidades un género puede incluir especies estromáticas o no. Aparentemente el grosor del estroma es también influenciado por las condiciones ambientales. Las formas estromáticas se presentan a menudo en sustratos de larga duración, donde la conservación del agua puede ser más importante que un desarrollo rápido en el ambiente. Generalmente, los teleomorfos estromáticos tiende a formar anamorfos estromáticos; estos últimos pueden asumir in vitro morfologías muy diferentes a las expresadas in vivo o en la naturaleza, incluso el grosor del estroma parece ser influenciado por las condiciones ambientales (Halubová-Jechová 1990). La presencia o ausencia de setas en los conidiomata picnidiales, es otro carácter que se emplea en la delimitación genérica (*Phoma*, *Pyrenochaeta*), pero

no siempre es útil (Van Der Aa et al. 1990). La textura y los caracteres de cultivo de los géneros productores de picnidios, se emplean constantemente, pero las especies no pueden ser identificadas correctamente usando solamente características morfológicas como en el género *Phoma* (Monte et al. 1990).

El conocimiento incompleto o insuficiente en la actualidad de los ciclos de vida, debido a la variabilidad de algunos teleomorfos (Ej. *Phomopsis*), nos encamina al empleo de métodos experimentales modernos a nivel molecular y genético, los cuales serán con seguridad las futuras necesidades.

6.- CONIDIOS

La morfología conidial y la septación son los elementos importantes en la distinción de las especies de *Hyphomycetes*, sin embargo, estos caracteres no deben ser sobrevaluados, debido a que a veces los géneros incluyen especies septadas y aseptadas (*Chaetopsina*), lo mismo sucede con el tamaño de éstos (*Pitomyces*, *Endophragmiella*, *Monodictis*). El color claro u oscuro (*Chalara*, *Chloridium*), o como los conidios secos y húmedos de los *Acremonium* sección. *Gliomastix*, o el número de septos o tipo de éstos, ya sea los muriformes y multiseptados de *Chalara* y *Endophragmiella*.

Algunos taxa presentan características poco comunes, como las células basales pediceladas de los macroconidios de *Fusarium*, que permite delimitar algunas secciones (Booth 1971).

Los conidios de los anamorfos de *Hypocreales*, nacen usualmente o en gotas de líquido claro (*Acremonium*, *Verticillium*, *Gliocladium penicillioides*), u opaco (*Tubercularia*, *Fusarium*, *Gliocladium roseum*).

Varios hongos anamórficos tienen un bajo nivel de organización y complejidad, sus propágulos son poco diferenciados de sus estructuras hifales, tal es el caso de las clamidosporas, la conidiogénesis simpodial (*Tritirachium*, *Acrodonium*, *Beauveria*), o la conidiogénesis artrica (*Geotrichum*), o es de tipo levaduriforme. Algunos géneros contienen especies fuertemente pleoanamórficas, a veces no relacionadas o de dudosa identidad, pueden presentar similitudes en sus conidios o estructuras conidiógenas, pero sus teleomorfos no son relacionados.

En los *Hypocreales*, los conidios en cadena no son comunes, pero en algunas especies de *Fusarium* (*F. moniliforme*), se producen. Mientras en los *Eurotiales*, esta situación es común. Los conidios de *Gliocladium roseum*, se unen en cadenas imbricadas, las cadenas de los conidióforos adyacentes pueden adherirse formando columnas visibles claramente a la lupa estereoscópica (debe diferenciarse de *G. catenulatum*, el cual forma cadenas conidiales que se tornan verdes después de 6-10 días. Normalmente los conidios formados en cadenas en los conidiomata

del género *Myrothecium*, sólo se producen cuando se secan sus masas conidiales en el esporodio (Samuels & Seifert 1987).

En los ciclos de vida de algunos hongos, la formación de 2 o hasta 5-6 tipos de conidios, o de distintos tipos de conidióforos, puede ser bastante frecuente en cultivo. Los Dermatofitos, son un buen ejemplo en Micología médica, como en los géneros comunes de *Fusarium*, *Aureobasidium* y muchos otros.

La formación de microconidios, es una característica común en especies de *Fusarium*, a veces estos se presentan como única forma de conidiogénesis, sin formación de macroconidios (Gams & Nirenberg 1989), esta situación no debe catalogarse para la descripción de 2 géneros diferentes (concepto politético del género). Los distintos tipos de conidios pueden producirse en distintos tiempos generacionales, no todos al mismo tiempo; esta situación conlleva al estudio de todo el ciclo de vida fúngico (varias observaciones diferidas). Según Booth (1979), algunas especies al crecer en sustratos efímeros, tienden a producir estructuras simples ya sea en la producción de los conidiomata, conidióforos y conidios, por la necesidad de un rápido recorrido de sus ciclos de vida, acorde a la naturaleza transitoria del sustrato.

7.- PLEOANAMORFISMO (Sinanamorfos)

Además de los procesos conidiogénicos clásicos de tipo "Blástico y Tático" que se produce en células diferenciadas especializadas, algunos géneros de anamorfos son capaces de producir otros tipos de propágulos a partir de células conidiógenas diferenciadas o indiferenciadas de las hifas normales, las cuales pueden tener cierto valor taxonómico a nivel de especie, como el caso específico de los "aleuroconidios, clamidoconidios y papuloconidios". Las diferencias entre los 2 primeros radica según Charmicael (1971), en que el aleuroconidio es un propágulo dehiscente mientras el segundo no lo es. El papuloconidio no es un verdadero conidio, sino un propágulo particular producido por el género *Papulaspora*, constituido por un bulbillo de células blandas que evolutivamente pueden haber derivado de ancestrales esclerocios o de inicios de pseudoascomas. La presencia de éstos u otros conidios producidos por una misma cepa (sinanamorfos), no debe dar origen a una nomenclatura binomial separada, aunque el CINB (Art.59) lo acepte. En la actualidad existen suficientes evidencias que permiten determinar que los distintos tipos de conidiogénesis no significan diferentes categorías. Un tipo deriva de otro (en la misma cepa), en concordancia a factores externos, de edad, nutricionales u otros que aún no comprendemos claramente (ciclos de vida reducidos, Minter 1985). Si consideramos además de los caracteres morfológicos, los quimiotaxonómicos, veremos que

la unidad de este individuo es evidente. Por lo expuesto, Hennebert 1991, concluye diciendo: "la diversidad morfológica, la plasticidad ontogénica de las formas y la unidad de los caracteres quimiotaconómicos expresados por un solo pool de genes en la misma cepa, demuestra en forma clara la naturaleza artificial de las categorías monoanamórficas de los taxa y la necesidad de un concepto más sintético de la especie para llegar a una taxonomía más natural".

Los ejemplos de sinanamorfos son comunes en los *Hypocreales* como en otros taxa, por ejemplo: *Verticillium* y *Sepedonium*, sinanamorfos de *Hypomyces chrysospermum*, *Sibrina* y *Papulaspora*, sinanamorfos de *Hypomyces papulasporae*, *Verticillium* y *Gliocladium*, sinanamorfos de *Nectria ochroleuca*, *Scedosporium* y *Graphium*, sinanamorfos de *Pseudallescheria boidii*.

8.- EL ENFOQUE MODERNO

A pesar que en la literatura las contribuciones aún enfatizan mayoritariamente la taxonomía morfológica tradicional, se ha observado en este último decenio un aumento notable de publicaciones que emplean la quimiotaconomía, la ultraestructura, la serología y la biología molecular como nuevas herramientas taxonómicas, algunas de ellas aún en franca experimentación y ajuste, pero con enormes perspectivas futuras.

En la delimitación de los géneros u otra entidad taxonómica inferior o superior, la microscopía electrónica (TEM y SEM), ha permitido el estudio de caracteres ultraestructurales diversos, como la pared celular, los tipos de septos la conidiogénesis, elementos citoplasmáticos u otros. Por medio de su empleo se pueden establecer amplias interrelaciones entre los hongos que presentan pequeñas diferencias morfológicas, como así en eventos meióticos y mitóticos (Boehout & Linnemans 1982).

La serología con sus estudios antigénicos, se considera cada vez más útil para la identificación rápida de los hongos a nivel específico o infraespecífico, ya sea en la micología médica como en las afinidades genéticas de cepas parentales (Palonelli et al. 1985, 1988).

Los patrones totales de proteínas (isoenzimas) y su electroforesis, permiten la distinción entre especies u otros taxa infraespecíficos. Esta metodología se ha empleado ampliamente como una ayuda a la biología y la sistemática, permitiendo diferenciar especies fitopatógenas de *Puccinia* (Burdon & Marshall 1981), correlacionar en forma precisa grupos de compatibilidad vegetativa, patotipos y tipos electroforéticos en *Fusarium* (Bosland & Williams 1987), en taxonomía fúngica y genética de poblaciones en *Asco* y *Basidiomycetes* (Micales et al. 1986, Riba et al. 1987, Koch & Kohler 1990, Hwang

et al. 1987, Hanson & Wells 1991).

Los análisis de algunos componentes particulares de la célula fúngica, tales como: polímeros y carbohidratos de pared, sistema de ubiquinonas (Coenzima Q), metabolitos secundarios (Micotoxinas principalmente), esteroides, ácidos grasos, antraquinonas, test fisiológicos, etc., son métodos experimentales usados por muchos investigadores y en los centros especializados en la delimitación de géneros y especies (CBS Newsletter 1988).

En la actualidad cabe destacar un notorio incremento de la biología molecular como las técnicas de análisis de DNA, en especial las secuencias de RNA ribosomal (rRNA) de cadenas largas (ssrRNA o lsrRNA). Esta metodología se emplea para señalar las relaciones filogenéticas de diversos organismos eucariontes o procariontes, como relacionar grupos de algas (Perasso et al. 1989, Bruns et al. 1989), o géneros de levaduras (Guêho et al. 1990), o en bacterias (Woese 1987, Gouy & Li 1989). Debido a que las moléculas de rRNA están compuestas por secuencias de segmentos altamente constantes, entremezclados con regiones de gran variabilidad, los genes ribosomales se presentan en las células fúngicas como grupos de unión únicos constituidos por elementos genéticos repetidos uno tras otro (en tandem), los cuales contienen pequeñas y largas subunidades. El número de elementos que se repite varía dentro de las especies o entre ellas y en los hongos es en un número cercano a las 100 copias; mecanismo a quien Dover (1982), puso el nombre de conducción molecular (molecular drive). El mecanismo que mantiene la homogeneidad en las secuencias entre las copias de genes de un individuo, es la conversión génica y el crossing-over desigual en la meiosis. Debido a la variada distribución física de los rRNA en los distintos grupos taxonómicos y la diferente homogeneidad dentro de los individuos y de las especies, se asume la posibilidad de examinar las secuencias iguales (homóneas) entre las cepas de una especie (Dover 1987). Esto hace posible la identificación de especies por secuencias únicas de rRNA, tal como se ha comprobado en patrones de restricción enzimáticos en rRNA o en fragmentos de largas secuencias (Peterson & Logrieco 1991) u otros de separación de proteínas aplicados a los ácidos nucleicos. Los métodos filogenéticos directa o indirectamente apuntan sobre las relaciones del material genético, más que medir la expresión de sus determinantes genéticos (Brenner 1988).

Conclusiones

Como comenta Kendrick (1981), a pesar de las buenas intenciones de los taxónomos en *Hyphomycetes*, la clasificación de sus taxa sigue siendo mayoritariamente artificial (aunque bastante práctica),

y de poco valor predictivo si se compara con los conceptos genéricos aplicados en los hongos teleomórficos.

Es indudable que el micólogo actual, netamente feneticista, no puede soportar por sí solo, todo el peso de la información dispersa en otras disciplinas científicas que emplean a los hongos para sus estudios experimentales. Esta situación modifica en mayor o menor grado el panorama taxonómico actual aún netamente morfo-anatómico y con un contenido especulativo en muchos casos, lo cual no es beneficioso para la sistemática del grupo, reflejándose en su inestable nomenclatura.

A pesar que los caracteres de la conidiogénesis, se reconocen como una herramienta para el establecimiento de las relaciones naturales de los hongos anamórficos (Cole y Samson 1979), después de casi 40 años de sobrevalorar la conidiogénesis y la célula conidiógena, aún no hemos podido asociar en forma natural muchos grupos fúngicos a pesar de los buenos intentos personales de los especialistas, los cuales han sido aceptados o rechazados por la comunidad de micólogos por la falta de criterios unánimes en la delimitación morfológica de los taxa. En este sentido ha sido de gran ayuda el empleo del concepto genérico politético empleado por distintos taxónomos para evitar la dispersión y creación de nuevos taxa pleoanamórficos.

Queda aún mucho camino que recorrer, especialmente para aplicar toda la información disponible y evaluar la importancia de ciertos caracteres morfo-fisiológicos, la estrecha relación entre comuni-

dad - medio llevado a un efectivo enmascaramiento de las similitudes genéticas en estos hongos, las herramientas moleculares permitirán dilucidar en buena medida estas interrogantes en un futuro cercano. La expansión sustancial en el uso de métodos filogenéticos y su aplicación en la identificación de diversos microorganismos, merece ser examinada seriamente, por su impacto sobre la sistemática y la nomenclatura, pero también por su aporte a nuevos conocimientos biológicos, clínicos, o por la utilidad práctica que involucra identificar nuevos taxa.

Los resultados experimentales aún incompletos, pueden sobredimensionar la información obtenida. Las secuencias relacionadas de ácidos nucleicos pueden tener un 5% o menos de divergencia; consecuentemente estas relaciones son consideradas similitudes más que identidades y se recomienda que las características fenéticas deben ser concordantes con la definición filogenética de especie, la cual no debe ser considerada la base primaria para la especiación.

Estamos en la alborada de una nueva taxonomía del grupo, donde muchos de los géneros descritos por conveniencia en el pasado, sin una clara relación genealógica, podrán tener la jerarquía que la evolución les asignó. Las controversias entre los taxónomos profesionales no dejarán de existir, seguramente se acentuarán con los futuros aportes, pero debemos seguir el camino con optimismo renovador, quizás esto último sea el mejor tributo a nuestra paciencia.

Agradecimientos.

Se agradecen los comentarios y las útiles sugerencias efectuadas por el Prof.Dr. Giuseppe Caretta en la confección de este manuscrito.

REFERENCIAS

- Arambarri, A.M. & Cabello, M.N. (1989). A numerical taxonomy study of some phialidic genera of Hyphomycetes; cluster analysis Mycotaxon 34 : 679-696
- Boekhout, T. & Linnemans, W.A.N. (1981). Ultrastructure of mitosis in *Rhodosporidium toruloides* Stud. Mycol. 22 : 23-38
- Booth, C. (1971). The genus *Fusarium*. C.M.I. Kew, Surrey, England
- (1979). Do you believe in genera ?. Trans.Br.Mycol.Soc 71 : 1-9
- Bosland, P.W. & Williams, P.H. (1987). An evolution of *Fusarium oxysporum* from crucifers based on pathogenicity, isozyme polymorphism, vegetative compatibility, and geographic origin. Can. J. Bot. 65 : 2060-2073
- Brasier, C.M. & Rayner, A.D.M. (1987). Whither terminology below the species level in the fungi ?. In: Evolutionary biology of the fungi (Eds.) Rayner, A.D.M. et al. Cambridge University Press. Cambridge pp 381-388
- Bridge, P.D., Hawksworth, D.L., Kozakiewicz, Z., Onions, A.H.S., Paterson, R.R.M., Sackin, M.J. & Sneath, P.H.A. (1989). A reappraisal of the tetraverticillate *Penicillia*, using biochemical, physiological and morphological features. I. Numerical taxonomy. J.Gen.Microb. 135 : 2941-2966

- Dover, G.A. (1982). Molecular drive, a cohesive mode of species evolution. *Nature* 299 : 111-117
- (1987). DNA turnover and the molecular clock. *J. Mol. Evol.* 26 : 47-58
- Frisvald, J.C., Filtenborg, O., Samson, R.A. & Stolk, A.C. (1990). Chemotaxonomy of the genus *Talaromyces*. *Antonie van Leeuwenhoek* 57 : 179-189
- Gams, W. (1971). *Cephalosporium*artige Schimmelpilze (Hyphomycetes). Gustav Fischer, Verlag, Stuttgart
- (1973). Phialides with solitary conidia ? Remarks on conidium ontogeny in some Hyphomycetes. *Persoonia* 7 : 161-169
- & McGinnis, R.M. (1983). *Phialemonium*, a new anamorph genus intermediate between *Phialophora* and *Acremonium*. *Mycologia* 75 : 977-987
- & Nirenberg, H.I. (1989). A Contribution to the generic definition of *Fusarium*. *Mycotaxon* 35 : 407-416
- Gouy, M. & Li, Wen-Hsiung. (1989). Phylogenetic analysis based on rRNA sequences supports the archaeobacterial rather than the eocyte tree. *Nature* 339 : 145-147
- Guêho, E., Kurtzman, C.P. & Peterson, S.W. (1990). Evolutionary affinities of heterobasidiomycetous yeast estimated from 18S and 22S ribosomal RNA sequence divergence. *Syst. Appl. Microbiol.* 13 : 230-236
- Hanson, L.C. & Wells, K. (1991). Characterization of three *Tremella* species by isozyme analysis. *Mycologia* 83 : 446-454
- Hennebert, G.L. (1991). Art. 59 and the problem with pleomorphic fungi. *Mycotaxon* 40 : 479-496
- Holubová-Jechová, V. (1990). Problems in the taxonomy of the dematiaceous Hyphomycetes. *Stud. Mycol. C.B.S.* 32: 41-48
- Hughes, S. J. (1953). Conidiophores, conidia and classification. *Can. J. Bot.* 31 : 577-659
- (1958). Revisiones Hyphomycetum aliquot cum appendice de nominibus rejiciendis. *Can. J. Bot.* 36 : 727-836
- Hwang, B.K., Yun, J.H. & Kim, Z.S. (1987). Geographic variation of esterase isozyme in population of *Alternaria mali* on apple leaves. *J. Phytopath.* 119 : 225-231
- Kirk, P. M. & Sutton, B. C. (1985). Areassessments of the anamorph genus *Chaetopsina* (Hyphomycetes). *Trans. Br. Mycol. Soc.* 85 : 709-718
- Koch, G. & Kohler, N. (1990). Isozyme variation and genetic distance of *Erysiphe graminis* de formae speciales. *J. Phytopath.* 129 : 89-101
- Micales, J.A., Bonde, M.R. & Peterson, G.L. (1986). The use of isozyme analysis in fungal taxonomy and genetics *Mycotaxon* 27 : 405-449
- Minter, D.W. (1985). A reappraisal of the relationships between *Arthrinium* and other Hyphomycetes. *Proc. Indian. Acad. Sci. (Plant Sci)* 94 : 281-308
- Kirk, P.M. & Sutton, B.C. (1982). Holoblastic phialides. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 79 : 75-93
- Sutton, B.C. & Brady, B.L. (1983). What are phialides anyway ? *Trans. Br. Mycol. Soc.* 81 : 109-120
- (1987). What is happening in Ascomycete classification? *The mycologist* 2 : 55-63
- Mishler, B.D. (1991). An overview of competing concepts of species and speciation *Newsletter M.S. of Amer.* 42 : 27
- Monte, E., Bridg3e, P.D. & Sutton, B.C. (1990). Physiological and biochemical studies in Coelomycetes *Phoma. Stud. Mycol.* 32 : 21-28
- Morgan-Jones, C. & Gams, W. (1982). Notes on Hyphomycetes. XLI. An endophyte of *Festuca arundinacea* and the anamorph of *Epichloe typhina*, new taxa in one of two new sections of *Acremonium*. *Mycotaxon* 15 : 311-318
- & Jacobsen, B.J. (1988). Notes on Hyphomycetes LVII. Some dematiaceous taxa, including two undescribed species of *Cladosporium*, associated with biodeterioration of carpet, plaster and wallpaper. *Mycotaxon* 32 : 223-236
- Mugnai, L., Bridge, P. D. & Evans, H. C. (1989). A Chemotaxonomic evaluation of the genus *Beauveria*. *Mycol. res.* 92 : 199-209
- Okoshi, S. & Hasegawa, A. (1966). Abortive cleistothecia of *Trichophyton mentagrophytes* from dog and rat ringworm. *Jap. J. Med. Mycol.* 7 : 31-35
- Palonelli, L., Castagnola, M., D'Urso, C. & Morace, G. (1985). Serological approaches for identification of *Aspergillus* and *Penicillium* species. In: *Advances in Penicillium and Aspergillus systematics*. (Eds.) Samson, R.A. & Pitt, J.I. Plenum Press, New York and London pp. 267-279
- Dettori, G., Rosa, R., Castagnola, M. & Schipper, M.A.A. (1988). Antigenic studies on *Rhizopus microsporus*, *Rh. rhizopodiformis*, progeny and intermediates (*Rh. chinensis*). *Antonie van Leeuwenhoek* 54 : 5-18
- Pascoe, I.G. (1990a). *Fusarium* morphology I. Identification and characterization of a third conidial type, the mesoconidium. *Mycotaxon* 37 : 121-160
- (1990b). *Fusarium* morphology II. Experiments on growing conditions and dispersal of mesoconidia. *Mycotaxon* 37 : 161-172

- Sutton, B.C. & Brady, B.L. (1983). What are phialides anyway? Trans. Br. Mycol. Soc. 81 : 109-120
- (1987). What is happening in Ascomycete classification? The mycologist 2 : 55-63
- Mishler, B.D. (1991). An overview of competing concepts of species and speciation Newsletter M.S. of Amer. 42 : 27
- Monte, E., Bridge, P.D. & Sutton, B.C. (1990). Physiological and biochemical studies in Coelomycetes Phoma. Stud. Mycol. 32 : 21-28
- Morgan-Jones, C. & Gams, W. (1982). Notes on Hyphomycetes. XLI. An endophyte of *Festuca arundinacea* and the anamorph of *Epichloe typhina*, new taxa in one of two new sections of *Acremonium*. Mycotaxon 15 : 311-318
- & Jacobsen, B.J. (1988). Notes on Hyphomycetes LVII. Some dematiaceous taxa, including two undescribed species of *Cladosporium*, associated with biodeterioration of carpet, plaster and wallpaper. Mycotaxon 32 : 223-236
- Mugnai, L., Bridge, P. D. & Evans, H. C. (1989). A Chemotaxonomic evaluation of the genus *Beauveria*. Mycol. res. 92 : 199-209
- Okoshi, S. & Hasegawa, A. (1966). Abortive cleistothecia of *Trichophyton mentagrophytes* from dog and rat ringworm. Jap. J. Med. Mycol. 7 : 31-35
- Palonelli, L., Castagnola, M., D'Urso, C. & Morace, G. (1985). Serological approaches for identification of *Aspergillus* and *Penicillium* species. In: Advances in *Penicillium* and *Aspergillus* systematics. (Eds.) Samson, R.A. & Pitt, J.I. Plenum Press, New York and London pp. 267-279
- , Dettori, G., Rosa, R., Castagnola, M. & Schipper, M.A.A. (1988). Antigenic studies on *Rhizopus microsporus*, *Rh. rhizopodiformis*, progeny and intermediates (*Rh. chinensis*). Antonie van Leeuwenhoek 54 : 5-18
- Pascoe, I.G. (1990a). *Fusarium* morphology I. Identification and characterization of a third conidial type, the mesoconidium. Mycotaxon 37 : 121-160
- (1990b). *Fusarium* morphology II. Experiments on growing conditions and dispersal of mesoconidia. Mycotaxon 37 : 161-172
- Perasso, R., Baroin, A., Qu, L.H., Bachelier, J.P. & Adoutle, A. (1989). Origin of the algae. Nature 339 : 142-144
- Peterson, S.W. & Logrieco, A. (1991). Ribosomal RNA sequence variation among interfertile strains of some *Gibberella* species. Mycologia 83 : 397-402
- Pitt, J.I. (1979). The genus *Penicillium* and its teleomorphic states *Eupenicillium* and *Talaromyces*. Academic Press, London
- & Hocking, D.L. (1985). The naming of chemical variants in *Penicillium* and *Aspergillus*. In: Advances in *Penicillium* and *Aspergillus* systematics. (Eds.) Samson, R.A. & Pitt, J.I. Plenum Press, New York, London pp. 89-91
- & Samson, R.A. (1989). Approaches to *Penicillium* and *Aspergillus* systematics. Stud. Mycol. 32 : 77-90
- Prasil, K. & De Hoog, G.S. (1988). Variability in *Cladosporium herbarum*. Trans. Br. Mycol. Soc. 90 : 49-54
- Riba, G., Soarez, G. F., Samson, R. A., Onillon, J. & Caudal, A. (1987). Isozyme analysis of isolates of the entomogenous fungi *Tolyocladium cylindrosporum* and *T. extinguens* (Deuteromycotina, Hyphomycetes). J. Invert. Path. 48 : 362-367
- Romero, J.A. & Minter, D.W. (1988). Fluorescence microscopy : An aid to the elucidation of Ascomycete structure. Trans. Br. Mycol. Soc. 90 : 457-470
- Rossmann, A. Y. (1983). The phragmosporous species of *Nectria*. Mycol. Pap. 150 : 1-164
- Saito, Y., Tanaka, S. & Watanabe, S. (1991). Ultrastructure of the pseudo-cleistothecia produced by the *Trichophyton mentagrophytes* complex. J. Med. Vet. Mycol. 29 : 225-233
- Samson, R.A. & Pitt, J.I. (Eds.) Modern concepts in *Penicillium* and *Aspergillus*. Plenum Press, New York and London.
- Samuels, G.J. (1976). A revision of the fungi formerly classified as *Nectria* Subgenus *Hyphomycetes*. Mem. N.York Bot. Gard. 26 : 1-126
- (1985). Four new species of *Nectria* and their *Chaetopsina* anamorph. Mycotaxon 22 : 13-32
- & Seifert, K.A. (1987). Taxonomic implications of variation among Hypocrealean anamorph. In: Pleoanamorphic fungi: The diversity and its taxonomic implications. (Ed. J. Sugiyama) Kodansha Ltd. Tokyo and Elsevier Amsterdam pp. 29-56
- Seifert, K.A. (1985). A monograph of *Stilbella* and some allied Hyphomycetes. Stud. Mycol. C.B.S. 27 : 1-235
- & Samson, R.A. (1985). The genus *acremonium* and the synnematous *Penicillia* in Advances in *Penicillium* and *Aspergillus* Systematics (Eds. Samson, R.A. & Pitt, J.I.) Plenum Publishers N. York, pp. 143-154.
- & Okada, G. (1990). Taxonomic implications of conidiomatal anatomy in synnematous Hyphomycetes. Stud. Mycol. 32 : 29-40.
- Stockdale, P. (1961). A perfect state of *Microsporum gypseum* (Bodin) Guirart et Grigorakis. Sabouraudia 1 : 41-48.
- Van der, Aa. J., Noordeloos, M. E. & De Gruyter, J. (1990). Species concepts in some larger genera of the Coelomyces. Studies in Mycology 32 : 3-19
- Woese, C.R. (1987). Bacterial evolution. Microbiol. Rev. 51 : 221-271.