

NUEVAS CITAS DE HONGOS AISLADOS DE SUELO TRUMAO SOMETIDO A DIFERENTES MANEJOS AGRO-FORESTALES EN LA X REGION DE CHILE

(New records of fungi isolated from trumao soil under different agroforestral managements in the X Region of Chile)

E. Valenzuela¹, P. Carias¹, D. Pinochet² & M. Polette¹

1. Instituto de Microbiología, Facultad de Ciencias

Universidad Austral de Chile. Casilla 167. Valdivia Chile.

2. Instituto de Ingeniería Agraria y Suelos, Facultad de Ciencias Agrarias

Universidad Austral de Chile. Casilla 567. Valdivia Chile.

Palabras clave: Hongos, suelo, taxonomía, *Cunninghamella bainieri*, *Eurotium amstelodami*, *Mariannaea elegans*, *Penicillium montanense*, *Trichocladium opacum*, *Westerdykella multispora*, *Pragmopycnis* sp., ecología.
Keywords: Fungi, trumao soil, taxonomy, *Cunninghamella bainieri*, *Eurotium amstelodami*, *Mariannaea elegans*, *Penicillium montanense*, *Trichocladium opacum*, *Westerdykella multispora*, *Pragmopycnis* sp., ecology.

RESUMEN

En suelo trumao chileno sometido a distintos manejos agro-forestales, se citan por primera vez las especies *Cunninghamella bainieri* Naumov, *Eurotium amstelodami* Mangin, *Mariannaea elegans* (Corda) Samson, *Penicillium montanense* Christensen & Backus, *Trichocladium opacum* Hughes, *Westerdykella multispora* (Saito & Minoura) Cejp & Milko y *Pragmopycnis* sp. Se describen y comentan sus estructuras microscópicas y aspectos ecológicos.

SUMMARY

Cunninghamella bainieri Naumov, *Eurotium amstelodami* Mangin, *Mariannaea elegans* (Corda) Samson, *Penicillium montanense* Christensen & Backus, *Trichocladium opacum* Hughes, *Westerdykella multispora* (Saito & Minoura) Cejp & Milko and *Pragmopycnis* sp., isolated from a trumao soil under different management are reported for the first time in Chile. Their microscopic structure as well as their ecological aspects are also described and commented.

INTRODUCCION

Este trabajo aporta nueva información sobre las especies fúngicas de un suelo trumao del sur de Chile, sometido a distintos manejos agro-forestales. Otros trabajos que han abordado el estudio taxonómico de los hongos de este tipo de suelo son los de Grinbergs (1976) y Borie *et al.* (1982), quienes han señalado que los hongos pertenecientes a los *Hyphomycetes* y *Zygomycetes* (*Mucorales*) predominan en los suelos trumaos. Por su parte Borie *et al.* (1990), señalan que la proporción de hongos actinomicetes y bacterias en los suelos trumaos, es de 20:80. Franz (1971), al relacionar las condiciones climáticas con la distribución de los hongos indica que en la zona sur de Chile predominan diferentes *Mucorales* como *Circinella elegans* van Tieghem y *Zygorhynchus heterogamus* (Borie) Vuillemin.

MATERIALES Y METODOS

Las muestras de suelo trumao se recolectaron durante los meses de Febrero y Abril de 1996, en la comuna de Mariquina (Provincia de Valdivia) desde tres sitios sometidos a diferentes manejos (bosque nativo, pradera permanente y pradera en rotación) y a tres profundidades distintas (0-10, 10-20 y 20-40 cm).

Para el aislamiento de los hongos las muestras de suelo se procesaron por los métodos de lavado de partículas y de las diluciones seriadas, en el primer caso, en un cilindro plástico de 16 cm de largo y 4.6 cm de radio, se introdujeron tres tamices de porosidad decreciente y 10 g de la muestra a analizar se depositaron en el tamiz de 2 mm ubicado en la parte superior del lavador de partículas, una vez dispuesta la muestra se lavó con 10 L de H₂O destilada estéril. Posteriormente se extrajeron los tamices del cilindro y con ayuda de una pinza estéril se recolectaron 20

partículas de suelo por tamiz, estas se sembraron en forma independiente en placas de Petri que contenían agar extracto de malta al 2% (AEM), agar Czapek al 2% (ACz) y agar papa dextrosa al 2% (PDA), todos adicionados con estreptomycin (25 µg/ml) y penicilina (50 µg/ml). Sembradas las placas, se incubaron a 23 ± 2 °C y se revisaron periódicamente hasta los 20 días. Las colonias fúngicas que se fueron originando se repicaron en tubos que contenían los medios de cultivos antes señalados, pero sin antibióticos. Para el método de las diluciones seriadas se siguió las indicaciones de Pochon & Tardieux (1965), se emplearon los mismos medios de cultivos, temperatura de incubación y período de incubación utilizados en el método de lavado de partículas. Para determinar la pureza de los cultivos fúngicos obtenidos, las estructuras microscópicas (esporas, cuerpos fructíferos, células conidiogénicas, etc.) y las características morfométricas, se realizaron preparaciones al fresco, utilizando como líquidos de montaje H₂O destilada y azul de lactofenol. La determinación taxonómica se realizó comparando las características macro-microscópicas de los hongos en estudio con las señaladas por Cain (1961), Cejp & Milko (1964), Domsch *et al.* (1980), Ellis (1971), Ramírez (1982), Raper & Fennell (1965), Samson (1974), Sutton (1980) y Zycha *et al.* (1969).

RESULTADOS Y DISCUSION

Cunninghamella bainieri Naumov.

Aislada del sector de pradera permanente desde la profundidad 0-10 cm. Abril de 1996.

Colonia de 90 mm de diám., a los tres días de cultivo en AEM 2%, algodonosa, inicialmente hialina llegando a ser grisácea. Esporangióforos de 13-18.2 µm de largo, lisos, hialinos, rectos con ramas verticiladas o solitarias que terminan apicalmente en vesículas. Vesículas de 10.4-16.9 µm de diám., globosas a subglobosas, hialinas. Esporangiolos de 6.5-7.8 µm (excluida la ornamentación), globosos, equinulados, de color café pálido.

Observaciones: *Cunninghamella bainieri* se caracteriza por el color de la colonia en la madurez y por sus esporangiolos equinulados. De acuerdo a Domsch *et al.* (1980) y Zycha *et al.* (1969), especies similares a *C. bainieri* son *Cunninghamella elegans* Lendner (= *C. blakesleeana* Lendner) y *Cunninghamella vesiculosa* Misra, la primera de ellas presenta colonias amarillas en su madurez y esporangióforos con ramas simples o verticiladas, por su parte *C. vesiculosa*, presenta colonias que permanecen de color blanco, esporangiolos con largas espinas y esporangióforos irregularmente ramificados con vesículas piriformes.

De acuerdo a Domsch *et al.* (1980), *C. bainieri* ha

sido aislada preponderantemente desde suelos de zonas subtropicales y mediterráneas y más raramente desde suelos de regiones templadas. Por su parte Soyong (1991), ha aislado esta especie desde la rizosfera de plantas de arroz. En Chile Mujica y Vergara (1980), indican que Miqueles aisló una especie del género *Cunninghamella* desde el tracto digestivos de aves de corral.

Eurotium amstelodami Mangin

Aislado del sector pradera permanente desde la profundidad 10-20 cm. Abril de 1996.

Colonia de 20 mm de diám., a los 14 días en ACz al 2%, de color amarillo a amarillo-verdoso, textura granular el reverso incoloro a amarillo. Cleistotecios de 61-84.5 (120) µm, globosos a subglobosos, amarillos de paredes angulares y lisas. Ascos de 9-10.4 µm, claviformes, hialinos. Ascosporas de 4.6-5.2 x 3.5-3.9 µm, lenticulares a elipsoidales, hialinas, rugosas y con una banda ecuatorial visible. Conidióforos de 250-310 x 8-11 µm hialinos a amarillo-verde pálido. Vesícula aspergilar de 16-23 µm de diám. Fíalides de 6.5-7.8 x 2.6-3.1 µm, ampuliformes, hialinas, lisas. Conidios de 3.9-5.0 x 3.5-4.0 µm, globosos, equinulados, hialinos, en masa de color verde.

Observaciones: La especie aislada, concuerda bien con las características macro-microscópicas citadas por Raper & Fennell (1965) y Domsch *et al.* (1980), sólo hemos detectado pequeñas diferencias en el tamaño de los cleistotecios, Raper & Fennell (1965)(*loc. cit.*) indican que estos miden mayoritariamente 115-140 µm, en tanto que los de la cepa en estudio miden mayoritariamente 61-84.5 (120) µm.

De acuerdo a la clave presentada por Raper & Fennell (1965), una especie próxima a *Eurotium amstelodami* se puede considerar *Eurotium montevidensis*, que difiere por presentar colonias en ACz de crecimiento restringido, radialmente surcadas, con zonación evidente, predominante desarrollo del estado conidial y un escaso a nulo desarrollo de cleistotecios. Además, en el área central de la colonia se desarrollan coremios y el reverso llega a ser de color negro.

De acuerdo a Domsch *et al.* (1980), *E. amstelodami* preferentemente se distribuye en suelos cultivados y sin cultivar de zonas tropicales y subtropicales, también ha sido aislado desde estuarios y la rizosfera de plantas de importancia agro-forestal.

En Chile *E. amstelodami* (anamorfo *Aspergillus hollandicus* (W.Gams & Samson 1985a), es uno de los Ascomycetes comunes detectados en el país en análisis de alimentos diversos, especialmente: cereales, harinas de pescado, almendras, maní, alimentos balanceados o sustratos diversos con baja actividad de agua (E. Piontelli comunicación personal). Sin embargo, parte de su presencia, está representada por taxa anamorfos descritos

bajo la antigua denominación de *Aspergillus glaucus* grupo, sin denominación del nombre del teleomorfo (Thom & Church, 1926; Raper & Fennell, 1965) o simplemente como *A. glaucus*. Esta situación, refleja la presencia de un grupo muy semejante de especies con fiálides estrictamente uniseriadas que presentan teleomorfos en *Eurotium* (mayoritariamente en Chile *E. amstelodami*, *E. rubrum*, *E. herbariorum* y *E. chevalieri*).

En la actualidad, los representantes del grupo *A. glaucus*, son considerados dentro de los taxa infragénicos de *Aspergillus*, como el Subgénero *Aspergillus*, Sección *Aspergillus* (W.Gams et al., 1985a).

W.Gams & Samson (1985b), sugieren que para evitar confusiones, el nombre de *A. glaucus* no debe ser usado sólo como indicativo de grupo y debe designarse como el anamorfo de *Eurotium herbariorum*.

Mariannaea elegans var. *elegans* (Corda) Samson

Aislado del sector pradera permanente desde la profundidad 0-10 cm. Abril de 1996.

Colonia de 49 mm de diám., a los 7 días de cultivo en AEM al 2%, zonada, flocosa-farinacea, el centro de color blanco invierno y la zona de avance blanco. Reverso de color cremoso. Fiálides de 13-21 x 2-6 µm, ampuliformes con un largo cuello, hialinas y lisas. Conidios de 4-5.2 x 1.5-2.6 µm, elipsoidales, lisos, hialinos, formando cadenas imbrincadas. Clamidosporas de 5.2-10.4 µm, subglobosas, de color café-amarillento, solitarias o formando cortas cadenas.

Observaciones: Según Samson (1974), el género *Mariannaea* fue propuesto por Arnaud (1952) y como especie tipo *Mariannaea elegans*. Caracteriza al género la formación de conidios imbrincados en cadenas divergentes y esto lo diferencia del género *Clonostachys*. Samson (loc. cit.) también señala que tras comparar el material tipo de *Spicaria* (*Penicillium*) *elegans* Corda, *S. elegans* var. *sorghina* Sacc. y *S. elegans* var. *microspora* Jaczewski con el tipo de *M. elegans* var. *elegans* se determinó que todas corresponden al mismo taxa. Samson (1974), indica que algunos autores han incluido a las especies del género *Mariannaea* dentro del género *Paecilomyces*, lo cual es incorrecto, pues como se señaló anteriormente las especies del género *Mariannaea* forman cadenas de conidios imbrincados y divergentes, desde fiálides distintas a las de *Paecilomyces*.

Según Domsch et al. (1980), *M. elegans* var. *elegans* ha sido aislada desde distintos tipos de suelos en distintas partes del mundo, también desde la corteza en descomposición de *Pinus sylvestri*. Además se considera a *M. elegans* var. *elegans* un degradador moderado de celulosa.

Penicillium montanense Christensen & Backus.

Aislado del sector bosque nativo desde la profundidad 0-10 cm. Febrero de 1996.

Colonia de 30 mm de diám., a los 14 días de cultivo en agar ACz, hialina, con escaso desarrollo micelial, mayoritariamente se forman hifas sumergidas. Reverso de la colonia incoloro. Conidióforos de 10.4-16.9 (35) x 2.6-3.8 µm, monoverticilados, lisos, se originan desde el sustrato. Fiálides de 7.8-9.1 x 2.6-3.8 µm, ampuliformes terminan en un corto cuello, lisas. Conidios de 3.9-5.1 µm de diám, subglobosos a globosos, equinulados, de color café. Colonia de 62 mm a los 14 días de cultivo en AEM, superficie plana, flocosa llegando a ser velutinosa, margen de la colonia irregular, de color blanco y el resto de la superficie verde oscuro, con la edad llega a ser café-negruzco, reverso incoloro o amarillo pálido. Las características microscópicas son iguales a las señaladas en agar Acz.

Observaciones: De acuerdo a la clave presentada por Ramírez (1982) *Penicillium montanense*, pertenece a la serie restrictum que incluye 9 especies de *Penicillium* monoverticilados. Al cotejar las características macro-microscópicas de las especies de la serie indicadas por Ramírez (1982), versus las de la cepa del presente estudio, se descartan *P. striatisporum* Stolk; *P. restrictum* Gilman & Abbott; *P. atrovirens* Smith; *P. raperi* Smith y *P. arabicum* Baghdadi, pues presentan conidios de menos de 3 µm de diám. Por su parte, las restantes especies de la serie *P. montanense*; *P. dimorphosporum* Swart; *P. fuscum* (Scopp) Raper & Thom y *P. vasconiae* Ramírez & Martínez, presentan en común la producción de conidios evidentemente equinulados o tuberculados de 5 µm de diám., o más y se diferencian básicamente de *P. montanense* por presentar colonias de crecimiento restringido en ACz (20-25 mm) y el micelio no crece sumergido en el agar, en tanto que las colonias de *P. montanense* presentan un pobre crecimiento en ACz pero el micelio crece sumergido en el agar. Además, *P. dimorphosporum* presenta dos tipos de conidios, *P. vasconiae* solo conidios globosos, equinulados y el reverso de la colonia en AEM es de color salmón y finalmente *P. fuscum* también forma conidios globosos, equinulados y el reverso de la colonia en AEM no es coloreado.

Cabe señalar que las características macroscópicas observadas tanto en ACz como AEM de la cepa en estudio, concuerdan plenamente con las indicadas por Ramírez (1982) para *P. montanense*, solo hemos detectados pequeñas diferencias en el tamaño de los conidios que varían entre 3.9-5.1 µm de diám, en tanto Ramírez (1982) señala un rango entre 4-6 µm de diám., más al revisar la diagnóstico original de *P. montanense* (Christensen & Backus, 1962) se señala que los conidios miden comúnmente 4-4.6 µm de diám., y su rango varía entre 3.5 a 5.4 µm de diám., lo que concuerda con nuestras observaciones.

P. montanense ha sido aislado por Christensen & Backus (1962) en Montana USA desde suelo de bosque donde predominaban *Pinus contorta* var. *latifolia*, *Pseudotsuga taxifolia* (= *P. menziessi*), *Picea engelmanni* y *Abies lasiocarpa*. Creemos que la presencia de *P. montanense* en la muestra de suelo analizada, podría explicarse por los cultivos de coníferas (*P. menziessi* y *Picea glauca*) que existen en los alrededores del lugar de estudio. *P. montanense* puede haberse introducido a Chile en las semillas de las coníferas antes señaladas, que son exportadas desde USA y países europeos.

Trichocladium opacum Hughes.

Aislado de sectores de pradera permanente, pradera en rotación y bosque nativo desde la profundidad 20-40 cm. Febrero de 1996.

Colonia de 22 mm de diám., a los 10 días de cultivo en AEM al 2%, textura felposa, color negro-grisáceo, el micelio inmerso y superficial de la colonia esta formado por hifas hialinas a café pálido de 2-3.7 µm de diám. Células conidiogénicas no diferenciadas. Aleuroconidios de 13-36.4 x 7.8-14.3 µm, oblongos a claviformes con su extremo apical redondeado, de paredes lisas, septadas transversalmente (1-4 septos), en la juventud hialinas al madurar de color café. Conidiofóros ausentes.

Observaciones: *Trichocladium opacum* se caracteriza por sus hifas pigmentadas y sus aleuroconidios de paredes lisas que presentan más de 3 células. Según Ellis (1971), especies semejante a *T. opacum* son *Trichocladium asperum* Harz y *Trichocladium canadense* Hughes, difieren por presentar hifas hialinas y aleuroconidios formados mayoritariamente por 2 células. Además las paredes de los aleuroconidios de *T. asperum* son rugosos y los de *T. canadense* lisos.

Domsch et al. (1980), indica que *T. opacum* probablemente tiene una distribución mundial y ha sido aislado de diversos tipos de suelos (agrícolas, forestales, tundra, ártico, etc.) se le considera una especie saprófita de madera, tallos y raíces muertas. También ha sido aislado de quistes de *Heterodera trifolii* en Nueva Zelandia (Hay & Sckipp, 1993).

En Chile, la única especie del género *Trichocladium* que registra la literatura micológica (Lazo, 1996) es *Trichocladium minimum* aislado por Hoog & Grinbergs (1975) desde suelo trumao.

Westerdykella multispora (Saito & Minoura) Cejp & Milko.

Aislado del sector pradera en rotación desde la profundidad 0-10 cm. Abril de 1996.

Colonia de 70 mm de diám., a los 10 días de cultivo en AEM al 2%, de textura lanosa, de color rosáceo con

escaso desarrollo de micelio aéreo incoloro y cleistotecios en toda su superficie. Cleistotecios de 82.5-365 µm de diám., de color negro, glabros con paredes de textura angular. Ascospores de 13-16 (25) x 9-11.7 µm, globosos a subglobosos a veces algo claviformes, hialinos, evanescentes al madurar, contienen 8 ascospores cuando jóvenes y al madurar cada ascospora presenta aproximadamente 32 segmentos. Ascospores de 3.9-5.2 x 2-2.6 (3.1) µm, elipsoidales, lisas, de color café pálido a café.

Observaciones: Según Cain (1961), *Westerdykella multispora* es una especie que se caracteriza por colonias que no presentan coloración violeta o púrpura, presenta ascospores de corto estípote, subglobosos de menos de 30 µm de largo, que cuando jóvenes contienen ascospores septadas transversalmente, raramente con menos de tres septos. Además, las ascospores miden menos de 5 µm de ancho. Cain (1961), también señala que una especie próxima a *W. multispora* es *Preussia indica* (Chattop. & Das Gupta) Cain, la cual tan solo difiere por presentar colonias de coloración violeta o púrpura y ascospores frecuentemente con menos de 3 septos. Por su parte, von Arx & Storm (1967), tratan a *Preussia indica* y otras especies de *Preussia* (*P. purpurea*, *P. aurantiaca* y *P. globosa*) como sinónimo de *Westerdykella dispersa*, pues indican que los caracteres utilizados por Cain (1961) y otros autores, como el color de la colonias y el número de septos de las ascospores, no son de gran valor taxonómico, ya que se pueden deber a degeneraciones que ha sufrido un mismo hongo, Von Arx & Storm (1967), señalan que la especie más próxima a *W. multispora* sería entonces *W. dispersa*, que difiere por presentar formas picnidiales (espermogonio según Cain, 1961).

W. multispora es una especie coprófila que ha sido aislada en Japón (Cain, 1961 y Cejp & Milko, 1964) y también desde muestras de sedimento provenientes del fondo de un lago subtropical en la India (Mishara, 1995).

Pragimopycnis sp.

Aislado del sector pradera permanente desde la profundidad 0-10 cm. Abril de 1996.

Colonia de 10 mm de diám., a los 10 días de cultivo en AEM al 2%, elevada, de color negro, presenta un micelio inmerso, ramificado, septado oscuro y algunas zonas hialinas. Conidiomata de 300-360 µm de ancho por 130-250 µm de alto, subglobosos, negros, eustomáticos, esparcidos, superficiales de paredes angulares, evanescentes, sin ostiolo. Conidiofóros de 20-123 µm de alto, septados, hialinos, ramificados irregularmente, se originan desde la base de la conidiomata. Células conidiogénicas de 6.5-13 x 2-2.6 µm, enteroblásticas, polifalídicas, indeterminadas, terminales o intercalares, lisas, hialinas. Conidios de 4.9-5.2 x 2-2.6 µm, fusiformes a alantoides, lisos, hialinos.

Observaciones: Según Sutton (1980), el género

Pragmopycnis se caracteriza por presentar conidiomata estromáticos, evanescente, sin ostiolo, conidióforos septados hialinos e irregularmente ramificados y células conidiógenas enteroblásticas, polifialídicas, integradas. Sutton (1980), señala que especies de este género han sido aisladas desde ramillas de *Pseudotsunga menziesii* en Canadá y U.S.A.

Al igual que *P. montanense* creemos que *Pragmopycnis* sp., puede haberse introducido a Chile en las semillas de coníferas que son exportadas desde USA y países europeos.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a la DID proyecto S-96-03 Universidad Austral de Chile. A la AECI Chile y al Ministerio de Agricultura de la República de Honduras por la concesión de una beca y apoyo económico a uno de nosotros (P. Carias) para realizar un Magister en Ciencias mención Protección Vegetal en la Universidad Austral de Chile. Al Dr. Eduardo Piontelli por la valiosa información micológica entregada.

REFERENCIAS

- Borie, G.; Peirano, A.; Aguilera, M.; Peirano, P. (1990). Biotas de suelos derivados de cenizas volcánicas. Determinación del factor biomasico. IV Congreso Nacional de las Ciencias del Suelo. Pub. Soc. Chilena de la Ciencia del Suelo. Fac. de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Univ. de Chile. Santiago, Chile. pp. 88-92
- Cain, R. (1961). Studies of coprophilous Ascomycetes. Can. J. Bot. 39:1633-1666
- Cejp, K. & Milko, A. (1964). Rody celedi Eurotiaceae 32 sporami ve vrecku - I. Westerdykella. Česká Mykologie 18:82-84
- Christensen, M. & Backus, M. (1962). A new *Penicillium* from coniferous forest soil. Mycologia 54:573-577
- Domsch, K.; Gams, W. & Anderson, T. (1980). Compendium of soil fungi. Ed. Academic Press, London. Vol.1.
- De Hoog, G. & Grinbergs, J. (1975). A new *Trichocladium*. Trans. Brit. myc. Soc. 64:341-343
- Ellis, M. (1971). Dematiaceous Hyphomycetes. Ed. Commonwealth Mycological Institute, Kew., Surrey, England.
- Franz, G. (1971). Mikrobiologische charakterisierung einiger natürlicher und kultivierter standorte in drei verschiedenen ökologischen Regionen Chiles. Plant and Soil 34:133-158
- Gams, W. & Samson, R.A. (1985a). Typification of the species of *Aspergillus* and associated teleomorphs. In: R.A. Samson & J. Pitt (Eds.) Advances in *Penicillium* and *Aspergillus* Systematics, Nato ASI Series A, Vol.102, Plenum Press, N.York and London. pp. 31-62.
- Grinbergs, E. (1976). Taxonomía de los microorganismos más frecuentes de los suelos trumao del sur de Chile. Tesis Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia.
- Hay, F. & Skipp, R. (1993). Fungi and actinomycetes associated with cyst *Heterodera trifolii* Goffart (Nematoda: Tylenchida) in pasture soil in New Zealand. Nematologica 39:376-384
- Lazo, W. (1996). Especies fúngicas de Chile: índice alfabético. Boletín Micológico 11:103-128
- Mishra, R. (1995). Distribution of microfungi in the transitional zone of a subtropical lake in India. Can. J. Bot. 73:512-516
- Mujica, F. & Vergara, C. (1980). Flora fungosa chilena. Ed. Universitaria, Santiago de Chile.
- Pochon, J. & Tardieux, P. (1965). Técnicas de análisis en microbiología del suelo. Ed. Técnica e Investigación, Burgos.
- Ramírez, C. (1982). Manual and atlas of the penicillia. Ed. Elsevier Biomedical Press, Amsterdam.
- Raper, K. & Fennell, D. (1965). The genus *Aspergillus*. Ed. The Williams and Wilkins Company.
- Samson, R. (1974). *Paecilomyces* and some allies Hyphomycetes. Studies in Mycology 6:1-119
- Soytong, K. (1991). Isolation of soil fungi and screening for their cellulose degradation properties. Khon Kaen Agricultural Journal 19:218-225
- Sutton, B. (1980). The *Coelomycetes*, fungi imperfecti with pyrenidia, acervuli and stromata. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England.
- Thom, C. & Raper, K.B. (1941). The *Aspergillus glaucus* group. U.S. Dep. Agric. Misc. Pub. 426:1-46
- Von Arx, J. & Storm, P. (1967). Über einige aus dem erdboden isolierte, zu sporormia Preussia an Westerdykella gehörende ascomyceten. Persoonia 4:407-415
- Zunino, H.; Borie, F.; Aguilera, M.; Peirano, P.; Caiozzi, M.; Martín, J. (1982). Bioquímica de suelos derivados de cenizas volcánicas. I. Ecología microbiana y su relación con las propiedades físico-químicas de ellos. Agricultura Técnica 42: 67-72
- Zycha, H.; Siepmann, R. & Linnemann, G. (1969). Mucorales. Ed. Verlag Von J. Cramer.