

**CONTRIBUCIÓN AL ESTUDIO DE MICROHONGOS FILAMENTOSOS EN LOS
ECOSISTEMAS PÁRAMO DE GUASCA Y EL TABLAZO.**

Estudio preliminar de mohos de páramos colombianos.

Adriana Chitiva - Jaramillo achitiva@javeriana.edu.co,
Rubén Torrenegra – Guerrero rtorrene@javeriana.edu.co,
Constanza Cabrera - Parada,
Nelly Díaz - Puentes,
Victoria Pineda - Parra.

Grupo de Investigación en Fitoquímica y Biotransformación, Departamento de Química,
Pontificia Universidad Javeriana.
Cra. 7 # 43 – 82, Edificio Carlos Ortiz, Oficina 201.
Teléfono 3208320 Extensión 4038
Fax 3208320 Extensión 4034

RESUMEN

Se llevó a cabo el aislamiento e identificación de hongos filamentosos originarios de los páramos de Guasca y El Tablazo, presentes en muestras del suelo y en las hojas de las plantas *Espeletia barclayana* y *Espeletia killipii*. Los hongos del fitoplano de dichas plantas se aislaron por las técnicas de implante y lavado; los del suelo por técnicas de dilución en placa, implante y lavado.

Se aislaron cepas pertenecientes a los géneros *Absidia*, *Acremonium*, *Alternaria*, *Aspergillus*, *Bartalinia*, *Circinella*, *Cladosporium*, *Cunninghamella*, *Curvularia*, *Emericella*, *Epicoccum*, *Fusarium*, *Geotrichum*, *Gliocadium*, *Metarhizium*, *Monilliella*, *Mortierella*, *Mucor*, *Nannizia*, *Paecilomyces*, *Penicillium*, *Phitomyces*, *Phoma*, *Rhizopus*, *Scopulariopsis*, *Stachybotris*, *Syncephalastrum*, *Trichoderma*, *Trichotecium*, y un gran número de micelios estériles. Algunas cepas fueron clasificadas según su especie y otras no presentan características similares a las especies conocidas actualmente.

Dentro de las especies aisladas, se consideraron típicas del ecosistema de páramo las pertenecientes a *Fusarium*, *Penicillium* y algunos mucorales, especialmente *Mortierella sp.*, por ser las más predominantes en este estudio y de acuerdo con reportes anteriores.

Palabras clave: *Espeletias*, Guasca, hongos del suelo, páramo, Tablazo.

ABSTRACT

It was carried out the isolation and identification of original filamentous fungi, of Guasca and El Tablazo paramos, presents in samples of the ground and the leaves *Espeletia barclayana* and *Espeletia killipii* plants. The fungi of the fitoplano of these plants was isolated by the techniques of implant and washed; those of the ground by techniques of dilution in plate, implant and washed. Strains pertaining to the genera *Absidia*, *Acremonium*, *Alternaria*, *Aspergillus*, *Bartalinia*, *Circinella*, *Cladosporium*, *Cunninghamella*, *Curvularia*, *Emericella*, *Epicoccum*, *Fusarium*, *Geotrichum*, *Gliocadium*, *Metarhizium*, *Monilliella*, *Mortierella*, *Mucor*, *Nannizia*, *Paecilomyces*, *Penicillium*, *Phitomyces*, *Phoma*, *Rhizopus*, *Scopulariopsis*, *Stachybotris*, *Syncephalastrum*, *Trichoderma*, *Trichotecium*, and a great number of sterile micelios were isolated. Some strains were classified according to their species and others at the moment do not present characteristics similar to the well-known species. Within the isolated species, the pertaining ones to *Fusarium*, *Penicillium* and some mucorals were considered typical of the páramo ecosystem, specially *Mortierella sp.*, being most predominant in this study and in agreement with previous reports.

Key words: *Espeletias*, Guasca, páramo, soil fungi, Tablazo.

INTRODUCCIÓN

Se denomina Páramo al ecosistema húmedo de los Andes tropicales, sobre 3000m de altura, excluyendo de esta definición las alturas de Perú y Bolivia, porque en ellas predomina la sequedad y se denominan punas; Colombia posee así el 60% de los páramos del mundo, el resto lo comparten Venezuela y Ecuador (Guhl 1982). Estos ecosistemas son de gran importancia como reservorio de agua y por estar expuestos a poca intervención foránea, son también un importante reservorio de cepas microbianas nativas.

Por su amplia diversidad metabólica, los microorganismos representan una fuente ilimitada de potencial biológico para la aplicación industrial y la mayoría de estos procesos requieren el aislamiento de microorganismos a partir del ambiente como primer paso en la búsqueda de productos naturales tales como metabolitos secundarios y enzimas.

La diversidad micológica de las zonas tropicales ha sido poco estudiada en comparación con la de las zonas templadas (Dumont et. al. 1978, Pulido 1982). Los trabajos sobre hongos en Colombia se centran en macromicetos pertenecientes principalmente a los Basidiomicetos, Ascomicetos, líquenes y mixomicetes dando gran importancia a aquellos causantes de enfermedades en plantas (Guzmán 1978, 1997, Tobón 1991, Velásquez 1998).

Sobre los microhongos filamentosos se ha dado especial atención a las especies fitopatógenas y entomopatógenas por la implicación que tienen en el rendimiento de las cosechas, al igual que las especies conocidas como controladores biológicos. A nivel de ecosistemas, se ha investigado con mayor profundidad los bosques y praderas, como se observa en el trabajo de Gams (1980), quien presenta una completa revisión sobre los estudios realizados en suelos de cultivo y plantaciones forestales en zonas tropicales y subtropicales. En Colombia Veerkamp et. al. (1983) describieron tres nuevas especies de microhongos colombianos aislados de muestras de suelo agrario y de bosque andino.

Respecto a los hongos del suelo en ecosistemas naturales tipo páramo, en 1978 Guzmán reportó agaricales que solo se conocen de los páramos colombianos. Más recientemente se conocen los trabajos de Valencia sobre *Fusarium oxysporum* en el páramo de Chisacá (1989), y micorrizas vesículo-arbusculares nativas de páramo y bosque altoandino de la región de Monserrate (1994); Gualdrón et al. (1997) reportó un estudio sobre la microflora del suelo en sitios de vegetación natural del páramo de Chisacá. Más recientemente, Cepero et. al (2000), realizó un estudio acerca de la biodiversidad de microhongos en plantas de *Espeletia grandiflora* en el páramo de Cruz Verde.

El objetivo de este trabajo fue aislar hongos filamentosos de los ecosistemas páramo de Guasca y El Tablazo (localizados en los alrededores de Bogotá), a partir de muestras de suelo y hojas de *Espeletia barclayana* y *E. killipii*, con el fin de iniciar una colección de cepas nativas colombianas, para ser identificadas y evaluadas de acuerdo a su potencial biológico.

MATERIALES Y METODOS

Recolección de muestras

Las muestras de suelo y de hojas de *Espeletia killipii* se recolectaron en el frailejón del páramo de Guasca (Municipio de Guasca, 3000 – 3500m.s.n.m.) y las hojas de *Espeletia barclayana* en el del páramo El Tablazo (Municipio de Subachoque, 3800 m.s.n.m.). Se utilizó un muestreo

aleatorio sin remplazamiento, tomando 30 hojas de cada especie de planta y 10 muestras de suelo de la región circundante; cuya recolección se realizó utilizando guantes, palas y bolsas estériles. Las muestras de almacenaron a 4°C para su posterior análisis.

Medios de Cultivo

Agar Papa Dextrosa (PDA), Agar Extracto de Malta (MEA), Agar Celulosa, Agar Harina de Maíz, Agar Extracto de Suelo y Caldo Papa Sacarosa (PSC), todos estos fueron adicionados con 50ppm de cloranfenicol a fin de inhibir el crecimiento bacteriano acompañante.

Aislamientos a partir de hojas de *Espeletia*.

- Implante: Las hojas muestreadas se fragmentaron con bisturí y se introdujeron trozos en la superficie de las placas de agar utilizando una pinza.

- Lavado: Las hojas fueron introducidas en botellas de 250ml con 50ml de una solución de agua, tween 20 al 0.5% y cloranfenicol 50ppm; se agitó fuertemente durante 5min, se filtró y el agua de filtrado se concentró por centrifugación a 3000rpm durante 15 minutos. El sedimento se sembró en las placas de agar.

Aislamientos a partir de suelo.

- Implante: Con una pinza se tomaron pequeñas partículas de suelo y se colocaron sobre la superficie de las placas de agar presionándolas suavemente.

- Dilución en placa: Se preparó una serie de tubos de dilución que contenían 9ml de agua destilada. Se colocó 1g de suelo en uno de los tubos y se agitó durante 10min. Se realizaron diluciones seriadas y se inoculó 0.1ml de la tercera dilución en placas de agar, esparciendo con una espátula de vidrio.

- Lavado de Suelo: Se elaboró un aparato lavador modificando el descrito por Valencia (1979), el cual consta de dos embudos buchner de 5cm de diámetro. En el extremo superior se colocó el primer embudo con un tapón de caucho conectado a una manguera de entrada de agua contenida en un galón. Dicho embudo a su vez se acopló por su extremo inferior al segundo embudo que contenía papel de filtro para reducir el tamaño del poro. Este último se acondicionó a un recipiente de vidrio para recoger el agua del proceso. Los tapones de caucho, fueron perforados introduciendo varillas de vidrio que facilitaron la entrada de aire para permitir la circulación de agua. Se tomaron 20 g de suelo previamente cernido por tamiz de 2mm y se colocaron en el aparato lavador. Las partículas de suelo lavadas se tomaron del segundo embudo y se secaron sobre el papel de filtro en una caja de Petri, para luego transferir partículas sobre las placas de agar.

Posteriormente todas las placas inoculadas por las técnicas mencionadas, se incubaron a temperatura ambiente durante 3 - 6 días para observar crecimiento de colonias de hongos, a partir de las cuales se realizó el aislamiento de cultivos axénicos con base en sus diferencias macroscópicas.

Identificación de Hongos Aislados.

Se llevó a cabo la clasificación por claves taxonómicas de hongos filamentosos de acuerdo con las descripciones de autores tales como Barnett & Hunter (1972), Zapater (1965), Gams &

Domsch (1980), Hughes (1989), Samson & Hoekstra (1999). Las observaciones microscópicas se llevaron a cabo de acuerdo con las recomendaciones de Koneman (1987).

Se calculó el índice de valor de importancia (IVI) para cada uno de los géneros aislados, mediante la sumatoria de la diversidad relativa [(# de especies del género / # total de especies) x 100], densidad relativa [(# de cepas del género / # total de cepas) x 100] y frecuencia relativa [(# de hábitats donde se presentó cada género / sumatoria de la frecuencia de géneros en el total de hábitats) x 100], según lo propuesto por Mori y Boom (1983).

La diversidad fúngica encontrada en este estudio preliminar, se evaluó con los índices de diversidad de Shannon (H) y riqueza de Margalef (R) (Odum 1987, Ramírez 1999). Adicionalmente se calculó el índice de similitud de acuerdo a las especies comúnmente halladas en las muestras de suelo y plantas (Odum 1972)

RESULTADOS Y DISCUSION

Por las técnicas descritas se obtuvo un total de 214 aislamientos o colonias axénicas de hongos, correspondientes a 29 géneros y 61 especies (Tabla 1). En algunos casos sólo fue posible la identificación hasta género, pero las colonias presentan características morfológicas específicas, por lo cual se consideraron preliminarmente como cepas diferentes hasta su posterior identificación de especie. Algunas cepas no presentaron cuerpos de fructificación que permitieran su clasificación y por tanto fueron agrupados como micelios estériles.

Tabla 1. Número de géneros, especies e índices de diversidad encontrados para los hábitats estudiados.

	<i>E. killipii</i>	<i>E. barclayana</i>	Suelo	Total
Géneros	8	11	25	29
Especies	14	16	47	61
Aislamientos	29	54	131	214
Riqueza de Especies	8,89	8,66	21,73	
Diversidad de Especies	0,33	0,42	1,04	

La gran mayoría de hongos aislados pertenecen a la clase Deuteromycetes y unos pocos a la de los Zygomycetes. En general, se encontraron hongos pertenecientes a las familias Mucoraceae, Moniliaceae, Dematiaceae y Tuberculariaceae (Tabla 2).

Tabla 2. Total de especies encontradas en los tipos de muestras evaluados.

HONGO		TIPO DE MUESTRA		
Género	Especie	<i>E. killipii</i>	<i>E. barclayana</i>	Suelo
<i>Absidia</i>	<i>corymbifera</i>			X

<i>Acremonium</i>	<i>killiense</i>	X	X	X
	<i>sp. cepa SG12</i>			X
	<i>sp. cepa SG115</i>			
<i>Alternaria</i>	<i>alternata</i>	X		X
<i>Aspergillus</i>	<i>alutaceus</i>			X
	<i>flavus</i>			X
	<i>fumigatus</i>			X
	<i>nidulans</i>			X
	<i>niger</i>		X	X
	<i>oryzae</i>			X
	<i>terreus</i>			X
	<i>penicillioides</i>		X	
<i>Bartalinia</i>	<i>sp.</i>		X	
<i>Cladosporium</i>	<i>sp</i>	X		X
<i>Circinella</i>	<i>sp.</i>		X	
<i>Cunninghamella</i>	<i>elegans</i>			X
	<i>echinulata</i>			X
<i>Curvularia</i>	<i>sativus</i>		X	
	<i>spicifer</i>			X
<i>Emericella</i>	<i>nivea</i>			X
<i>Epicoccum</i>	<i>purpurascens</i>		X	X
<i>Fusarium</i>	<i>acuminatum</i>	X		
	<i>equisetti</i>			X
	<i>Moniliforme</i>	X	X	X
	<i>nivale</i>	X		
	<i>oxysporum</i>	X	X	X
	<i>sporotrichioides</i>	X		
<i>Geotrichum</i>	<i>candidum</i>			X
<i>Gliocadium</i>	<i>catenulatum</i>	X		
	<i>roseum</i>			X
<i>Metharrhizium</i>	<i>anopsiliae</i>			X
<i>Moniliella</i>	<i>sp. SG61</i>			X
<i>Mortierella</i>	<i>sp.</i>		X	
<i>Mucor</i>	<i>circinelloides</i>		X	
	<i>hiemalis</i>			X
<i>Nannizia</i>	<i>incurvata</i>			X
<i>Paecilomyces</i>	<i>lilacinus</i>			X
	<i>sp.</i>			X
<i>Penicillium</i>	<i>brevicompectum</i>			X
	<i>verrucosum</i>			X
	<i>frequentans</i>			X
	<i>expansum</i>	X	X	X
	<i>italicum</i>	X	X	X
	<i>rubrum</i>			X
	<i>sp. cepa SG20</i>			X
	<i>sp. cepa SG64</i>			X
	<i>sp. cepa SG91</i>			X
	<i>sp. cepa SG94</i>			X
	<i>sp. EB-406-05</i>		X	
<i>sp. EK-2.1</i>	X			
<i>Phoma</i>	<i>sp. cepa SG</i>			X
<i>Pithomyces</i>	<i>chartarum</i>			X
<i>Rhizopus</i>	<i>oligosporus</i>			X
	<i>oryzae</i>			X
<i>Scopulariopsis</i>	<i>brevicaulis</i>			X
<i>Stachybotrys</i>	<i>chartarum</i>			X
<i>Syncephalastrum</i>	<i>racemosum</i>			X

<i>Trichoderma</i>	<i>viride</i>			
	<i>harzianum</i>	X	X	X
	<i>koningii</i>		X	
	<i>hamatum</i>	X		X
<i>Trichotecium</i>	<i>sp.</i>	X		

En la tabla 1 se presenta el número de géneros y especies encontrados en los tres tipos de muestras. Las muestras de *Espeletia killipii* presentaron la menor diversidad, lo cual se manifestó por el índice calculado de diversidad y riqueza. Las muestras de suelo presentaron la mayor diversidad en cuanto a géneros y especies de microhongos filamentosos. Las muestras correspondientes a *E. barclayana* y *E. killipii* presentaron valores de diversidad (H) y riqueza (R) similares, siendo las primeras ligeramente superiores.

En la Tabla 2 se presentan los géneros y especies encontrados en los tres tipos de muestras. Las descripciones de las especies se relacionan en Chitiva (2001), Díaz (2001) y Pineda (2000).

El género que presentó mayor diversidad fue *Penicillium* con 10 especies, seguido de *Aspergillus* y *Fusarium* con 8 y 6 respectivamente. Especies de los géneros *Bartalinia*, *Circinella*, *Mortierella* y *Trichotecium* fueron exclusivos de las muestras de *Espeletias*, siendo los tres primeros hallados en *E. barclayana* y el último en *E. killipii*, exclusivamente. En las muestras de suelo se hallaron también varias especies que no se aislaron de las plantas (ver tabla 2). Se obtuvieron 10 especies comunes a los tres tipos de muestras, lo que equivale a un 16.6% del total de las especies determinadas y corresponde a un índice de similitud de 0.27 entre hongos de plantas y del suelo.

El porcentaje calculado de IVI para este estudio mostró que *Penicillium* es el género más importante ecológicamente en las muestras evaluadas, seguido por *Fusarium* y *Aspergillus*. También se observa una importancia bastante significativa para el conjunto de las especies de Mucorales. *Penicillium* sp. y *Fusarium* sp. obtuvieron el mayor valor de diversidad y densidad relativa, respectivamente (Tabla 3). Aunque géneros como *Metarrhizium*, *Pithomyces*, y *Nannizzia* presentaron un bajo porcentaje IVI, permiten visualizar la gran diversidad fúngica del macroambiente estudiado.

Tabla 3. Índice de valor de importancia calculado para cada género aislado.

Género	Diversidad Relativa	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	IVI %
<i>Absidia</i>	1,64	0,93	2,27	4,85
<i>Acremonium</i>	4,92	6,07	6,82	17,81
<i>Alternaria</i>	1,64	2,34	4,55	8,52
<i>Aspergillus</i>	13,11	11,21	4,55	28,88
<i>Bartalinia</i>	1,64	0,47	2,27	4,38
<i>Circinella</i>	1,64	0,93	2,27	4,85

<i>Cladosporium</i>	1,64	3,27	4,55	9,46
<i>Cunninghamella</i>	3,28	2,34	2,27	7,89
<i>Curvularia</i>	3,28	2,34	4,55	10,16
<i>Emericella</i>	1,64	1,40	2,27	5,31
<i>Epicoccum</i>	1,64	3,27	4,55	9,46
<i>Fusarium</i>	9,84	18,22	6,82	34,88
<i>Geotrichum</i>	1,64	0,93	2,27	4,85
<i>Gliocadium</i>	3,28	2,34	4,55	10,16
<i>Metharrhizium</i>	1,64	1,87	2,27	5,78
<i>Moniliella</i>	1,64	1,40	2,27	5,31
<i>Mortierella</i>	1,64	0,47	2,27	4,38
<i>Mucor</i>	3,28	3,27	4,55	11,10
<i>Nannizia</i>	1,64	1,87	2,27	5,78
<i>Paecilomyces</i>	3,28	1,87	2,27	7,42
<i>Phoma</i>	1,64	0,47	2,27	4,38
<i>Penicillium</i>	16,39	14,02	6,82	37,23
<i>Pithomyces</i>	1,64	1,87	2,27	5,78
<i>Rhizopus</i>	3,28	2,34	2,27	7,89
<i>Scopulariopsis</i>	1,64	0,93	2,27	4,85
<i>Stachybotrys</i>	1,64	0,47	2,27	4,38
<i>Syncephalastrum</i>	1,64	0,47	2,27	4,38
<i>Trichoderma</i>	6,56	11,68	6,82	25,06
<i>Trichotecium</i>	1,64	0,93	2,27	4,85

De acuerdo con Neville (1995), aunque las esporas de muchos hongos se encuentren en la atmósfera, solo un grupo muy selecto puede colonizar la superficie de la hoja o fitoplano, lo cual justifica el reducido número de especies de hongos en las muestras de hojas de *Espeletia* estudiadas, comparado con las encontradas en las muestras de suelo. Estos hongos epífitos se encuentran distribuidos en gran cantidad de plantas y bajo diferentes condiciones climáticas.

Muchos de los géneros reportados en el presente estudio como colonizadores de las plantas de *E. barclayana* y *E. killipii* coinciden con los reportados por Cepero et. al. (2000) a partir de *E. grandiflora*, de acuerdo con lo cual, puede considerarse *Fusarium*, *Cladosporium*, *Alternaria* y *Epicoccum* como géneros comunes en especies de *Espeletias*. Las diferencias presentadas entre los hongos aislados de las tres especies de plantas, puede explicarse de acuerdo con Gualdrón et. al. (1997), según lo cual la carga microbiana en el mismo páramo varía de acuerdo con la vegetación y el tipo de suelo, teniendo en cuenta que cada especie vegetal proviene de un páramo diferente.

Respecto a los hongos aislados del suelo, según Grant (1989), *Penicillium*, *Acremonium*, *Cladosporium* y *Aspergillus*, a los cuales pertenece un buen número de las especies recuperadas en este estudio, son considerados como el grupo principal de microorganismos en el suelo. Muchas de las especies del suelo aisladas en el presente estudio coinciden con las reportadas por Gualdrón et. al. (1997), lo cual permite considerarlas típicas de los ecosistemas páramo colombianos, como son: *Epicoccum purpurascens*, *Fusarium equisetii*, *F. sporotrichioides*, *Geotrichum candidum*, *Gliocadium roseum*, *Mucor circinelloides*, *Mucor hiemalis*, *Paecilomyces lilacinus*, *Penicillium rubrum*, *P. frecuenteans*, *P. verrucosum*, *Trichoderma hamatum*. Adicionalmente, especies de *Phoma* y *Mortierella* han sido reportadas en hábitats similares, por lo cual se deduce su afinidad por este tipo de ambientes (Gualdrón 1997, Möller

1996), al igual que la presencia de un abundante número de micelios estériles, de acuerdo con Robinson (1998) y Graf et. al. (1995).

Este estudio permitió conocer de forma preliminar la diversidad de microhongos asociados a frailejona, ampliando el conocimiento ecológico del ecosistema páramo. Por otra parte, se aislaron dos cepas de *Penicillium* sp., cuyas características no concuerdan con las especies actualmente conocidas y por tanto pueden representar especies nuevas; estas se encuentran actualmente en evaluación.

AGRADECIMIENTOS

Este Trabajo se realizó con el apoyo financiero de la Universidad Javeriana y el Instituto colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología “Francisco José de Caldas”, Colciencias; proyecto 1203-12-10104 de “Biotransformación de diterpenos obtenidos de *Asteráceas* por hongos filamentosos nativos”.

REFERENCIAS

- BARNETT HL, HUNTER B. 1972. Illustrated Genera of Imperfect Fungi. 3 ed. Minnesota.
- CEPERO C, MADRIÑAN S, PARDO S. 2000. Estudio preliminar de biodiversidad de microhongos de la población de *Espeletia grandiflora* en el páramo de Cruz Verde. Centro de Investigaciones Microbiológicas. Universidad de los Andes.
- CHITIVA A., CABRERA C. 2001. Contribución al estudio de los hongos filamentosos en la zona de frailejones del páramo de Guasca. Tesis de Microbiología. Departamento de Química. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá.
- DIAZ LN. 2001. Biotransformación del ácido kaur-9(11)-16-dien-19-oico por la cepa nativa *Penicillium* sp. EB-406-05. Tesis M.D. Microbiología Industrial. Departamento de Química. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá.
- GAMS W., DOMSCH KH. 1980. Compendium of soil fungi. Institute of soil fungi. Federal Agricultural Research Centre. Academic Press. New York.
- DUMONT K, BURITICA P, FORERO E. 1978. Los Hongos de Colombia I. Caldasia. 12:159-164.
- GRAF F., SDHUMACHER T. 1995. *Sclerotinia glacialis* sp. nov., from the alpine zone of Switzerland. Mycol. Reser. 99(1): 113-117.
- GRANT W.D., LONG P.E. 1989. Microbiología Ambiental. Editorial Acribia. Zaragoza – España.
- GUALDRON C, SUAREZ. 1997. Hongos Aislados del Suelo del Páramo de Chisacá Colombia. Caldasia 19(1-2): 235-245.
- GUHL E. 1982. Los páramos circundantes de la sabana de Bogotá. Jardín Botánico “José Celestino Mutis”. Bogotá.
- GUZMÁN G, VARELA L. 1978. Los hongos de Colombia III. Observaciones sobre los hongos, líquenes y mixomicetos de Colombia. Caldasia. 12(58):309-327
- GUZMÁN G. 1997. Los nombres de los hongos y lo relacionado con ellos en América Latina. Instituto de Ecología A.C. México.
- KONEMAN EW, GLENN DR. 1987. Micología Práctica de Laboratorio. 3ª edición. Medica Panamericana. Buenos Aires, Argentina.
- MÖLLER , C. & DREYFUSS M. 1996. Microfungi from antarctic lichens, mosses and vascular plants. Mycologia. 88(6):922-933.
- MORI S., BOOM M. 1983. Ecological importance of Myrtaceae in an eastern Brazilian wet forest. Biotropica. 15:68-70.
- NEVILLE, J. 1995. Fungal Ecology: Colonización and Descomposición of Leaves. Chapman & Hall. Inglaterra
- PINEDA VE. 2000. Flora fúngica presente en las hojas de la planta *Espeletia killipii* y su capacidad de transformar el ácido Kaur-9(11)16-dien-19-oico. Tesis M.D. Microbiología Industrial. Departamento de Química. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá.
- PULIDO M. 1982. Contribución al conocimiento de los Agaricales de Colombia. Tesis Departamento de Biología. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 270pp.
- ROBINSON CH, FISHER P, SUTTON BC. 1998. fungal biodiversity in dead leaves of fertilized plants of *Dryas octopetala* from a high arctic site. Mycol Res. 102(5):573-576.
- SAMSON R., HOEKSTRA E. 1999. Introduction to food – borne fungi. Centraalbureau voor schmelcultures.
- TOBÓN L.E. 1991. Ascomicetos de Colombia. Discomicetos del Departamento de Antioquia. Caldasia 16:78, Pág 327-335.
- VALENCIA H. 1979. La microbiología del Suelo y sus Perspectivas. Boletín Informativo Departamento de Biología, 1:1-18. UNC. Colombia.
- VALENCIA H. 1989. Suelo supresivo de *Fusarium oxysporum* en vegetación arbustiva en el páramo de Chisacá. Suelos Ecuatoriales. 19:63-69.
- VALENCIA H, MURILLO M & MOYANO Y. 1994. Micorrizas vesículo-arbusculares asociadas con tres especies nativas de páramo y bosque altoandino de la región de Monserrate. Acad. Colomb. Cienc. Colecc. Jorge Alvarez N° 6.2:449-456.
- VEERKAMP J, GAMS W. 1983. Los hongos de Colombia VIII. Some new species of soil fungi from Colombia. Caldasia. 13 (65): 709-717.

VELÁSQUEZ L.F. 1998. Hongos de Antioquia: Guía Ilustrada. Universidad de Antioquia. Medellín.