

FLUCTUACION ESTACIONAL DE HONGOS ANEMOFILOS EN SANTIAGO NORTE - CHILE

(Fungal seasonal fluctuation of anemophilous fungi in northern Santiago - Chile)

Valeria Ibañez,* Luis Thompson,** & Jaime Mañalich***

* Depto. Infectología Fac Cs. Médicas Universidad de Santiago de Chile

** Unidad de Infectología y Medicina del Viajero, Clínica Santa María

*** Unidad de Nefrología, Clínica Las Condes

Palabras clave: Hongos anemófilos, estacionalidad, Santiago-Chile

Key words: Anemophilous fungi, seasonal fluctuation, Santiago-Chile

RESUMEN

Por el método de cultivo de esporas viables, se monitoreó la concentración fúngica y variabilidad genérica presente en la atmósfera de Santiago entre 1991 y 1992. Durante 52 semanas se recolectaron 1.040 muestras en 10 lugares mediante la impactación de 20 litros de aire en la superficie de un medio de cultivo, utilizando un equipo colector portátil RCS.

La atmósfera se presentó homogénea cualitativa y cuantitativamente, con una concentración media de 1.945 ufc/m³. El contenido fúngico aumentó en forma significativa en verano y presentó correlación positiva con la temperatura y luz solar y negativa con humedad relativa y presión barométrica.

Se identificaron 39 taxa: 86,7% correspondió a hongos filamentosos y 13,2% a levaduras. Los géneros predominantes en orden decreciente fueron *Cladosporium*, *Ulocladium*, *Alternaria*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Aureobasidium*, *Botrytis* y *Epicoccum*, los que en conjunto representaron el 75,6% del total de las colonias. *Cladosporium*, *Ulocladium* y *Epicoccum* aumentan su concentración en verano y se correlacionan en forma positiva con la temperatura y luz solar; *Botrytis* y *Penicillium* aumentan en invierno y otoño y *Aspergillus* solo en otoño.

INTRODUCCION

Los hongos utilizan diversas estrategias para colonizar nuevos sustratos, dispersando sus propágulos por el agua y el aire: la mayoría de los géneros fúngicos que presentan estructuras de fructificación exógenas (fundamentalmente *Deuteromyces*), aprovechan las corrientes

SUMMARY

During one year (1991-1992) thanks to the method of viable spore culture, air has been monitored in order to establish the fungal concentration and generic variability in the atmosphere of Santiago. During 52 weeks, 1040 samples were collected in 10 sites by impacting 20 liters of air in the surface of a culture medium through the use of a RCS portable collector.

The atmosphere presented a good qualitative and quantitative homogeneity with a 1.945 ufc/m³ mean concentration. The concentration of fungi significantly increased during summertime and presented a positive correlation with temperature and solar light and a negative correlation with a relative humidity and barometric pressure.

Thirty nine taxa were identified: 86,7% being filamentous fungi and 13,2% yeast. The predominant genera were, in decreasing order: *Cladosporium*, *Ulocladium*, *Alternaria*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Aureobasidium*, *Botrytis* and *Epicoccum*, representing 75.6% of total cultures. The concentration of *Cladosporium*, *Ulocladium* and *Epicoccum* increase during summer and are positively correlated with temperature and solar light. Finally, *Botrytis* and *Penicillium* increase during winter and autumn and *Aspergillus* increases only during autumn.

de aire para la liberación y transporte de sus conidios; los producidos en estructuras endógenas, presentan otros mecanismos de liberación activos o pasivos(1,2). Así entonces las células fúngicas inócuas, infecciosas o alergénicas están siempre presente en la atmósfera y su concentración y variedad dependen de la localidad geográfica y sus condiciones climáticas, sustrato orgánico, estación del año,

hora del día y grado de urbanización, entre otras.

La inhalación de estos propágulos puede ocasionar enfermedades alérgicas en pacientes atópicos, manifestándose como rinitis, asma o aspergilosis broncopulmonar alérgica. La hipersensibilidad en personas sanas puede presentarse como sinusitis fúngica y si están expuestas en forma constante a altas concentraciones, como alveolitis alérgica extrínseca. Los hongos involucrados mas frecuentemente en estas patologías son *Alternaria*, *Cladosporium*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Ulocladium*, *Candida*, *Helminthosporium*, *Stemphylium*, *Epicoccum*, *Curvularia*, *Phoma* y algunos *Basidiomycetes* (3,8).

Las personas que sufren de alergia respiratoria fúngica están expuestas a estos alérgenos constantemente y para facilitar su diagnóstico y tratamiento se han realizado estudios sobre prevalencia de hongos anemófilos en diferentes ciudades del mundo, tanto del aire exterior como en el confinado(9,17). En Chile la información aeromicológica es escasa, pero similar en resultados: Piontelli & Velasco(18), en un estudio gravimétrico realizado en Valparaíso entre los años 1971 y 1972, encontraron como géneros predominantes a *Hormodendrum* (*Cladosporium*), *Penicillium*, *Rhodotorula* y *Stemphylium*; identificaron 29 géneros de los cuales 83,7% correspondieron a hongos filamentosos. En 1976, Urrutia *et al.* (19), utilizando el mismo método, aislaron en Santiago Occidente a 16 géneros de hongos anemófilos, destacándose: *Hormodendrum*, *Mycelia sterilia*, *Candida*, *Penicillium* y *Aspergillus*.

Considerando la escasa información existente en nuestro país, nuestro objetivo fue determinar la concentración, distribución y variabilidad estacional de los propágulos fúngicos, correlacionándolos con las variables meteorológicas consideradas.

MATERIALES Y METODOS

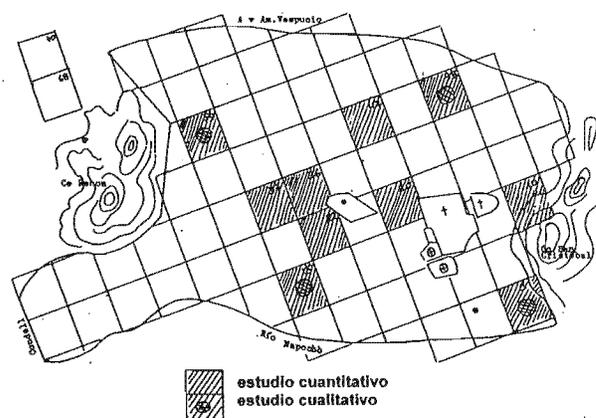
Nuestra investigación se realizó en Santiago, ciudad que se encuentra ubicada en el centro de una cuenca cerrada, a 560 m.s.n.m., con clima templado mediterráneo, con breves períodos lluviosos entre Marzo y Septiembre y vientos débiles(20). El área estudiada (Santiago Norte) corresponde a una zona urbana residencial-industrial, de aproximadamente 21 Km² que incluye un terminal hortofrutícola, un vertedero de desechos residenciales y un hipódromo. Esta área fue dividida en 70 zonas cartográficas equivalentes y según los resultados obtenidos de un muestreo preliminar realizado en toda su extensión, se determinó que el estudio cuantitativo de 10 zonas arrojaría información representativa del total, por lo que se eligieron éstas en forma aleatoria simple. De estas se escogieron cuatro, respetando los puntos cardinales, para el estudio cualitati-

vo simultáneo (Fig. 1).

Las muestras de aire fueron tomadas entre septiembre de 1991 y agosto de 1992, con un sólo equipo colector, en duplicado, semanalmente, en el mismo día y lugar, entre las 11 y 13 h, alternando cada vez la secuencia del muestreo, de tal modo de anular la influencia horaria en la captación. Cada muestra se tomó aspirando 20 litros de aire, aproximadamente a 1,5 metros del suelo, girando en 360°, con un Reuter Centrifugal Sampler (RCS Biotest, Frankfurt), equipo portátil tipo impactador único; la parte interna del tambor colector fue limpiada eficientemente con alcohol 70° entre cada medición. Las láminas impactadas se incubaron a 25°C por 5 días en ambiente húmedo.

Para el recuento e identificación primaria se utilizó Agar Sabouraud Glucosa (Oxoid), suplementado con diclorán 0,002 gr/l, fosfato de potasio dihidrógeno 1gr/l, sulfato de magnesio 0,5 gr/l, penicilina 20.000 U/l y estreptomycin 40 mg/l. Los recuentos se expresaron en ufc/m³ y representan el promedio de las 2 muestras; el estudio cualitativo se hizo seleccionando al azar una de las láminas por lugar. Los hongos filamentosos se identificaron a nivel de género, directamente por sus características morfológicas macro y microscópicas o por subcultivos en Agar Papa Dextrosa (Oxoid), en base a literatura micológica específica(21,27). Las colonias que no desarrollaron órganos de fructificación en los subcultivos tras 20 días de incubación a 25° C, fueron agrupadas bajo el término Micelio no Esporulado. Las levaduras fueron clasificadas según presencia de pigmento como anaranjadas, blancas o negras.

Figura 1.- Ubicación geográfica del área de estudio



Se recopiló información sobre agua lluvia de la Estación Morandé del Ministerio de Obras Públicas, ubicada aprox. a 2,7 km del área en estudio; la temperatura media, humedad relativa, insolación, presión barométrica y nubosidad media, de la Estación Quinta Normal de la Dirección Meteorológica de Chile ubicada aprox. a 4 km de distancia.

Las diferencias entre las concentraciones fúngicas medias de las 10 zonas y sus comparaciones mensuales por estación climática, se estudiaron por análisis de Varianza y Test de Tuckey. La correlación entre concentración fúngica y variables meteorológicas por el Test de Pearson, con un nivel de confianza de 95%, utilizándose el paquete computacional S.A.S. del Computador Central de la Universidad de Chile.

El error experimental del método, se calculó sumando la variabilidad intralector e interlector, más la variabilidad del RCS, medidos cada uno como coeficiente de variación (CV: 4.1%, 4.9% y 20% respectivamente), estimándose un coeficiente total de 29%, similar al notificado por Smid *et al.* (28) en su estudio comparativo de 4 equipos colectores en el cual obtuvieron valores de CV para el RCS fluctuantes entre 24 y 37%.

RESULTADOS

1.- Estudio cuantitativo.

Se recolectaron 520 pares de muestras durante el año. En el estudio cuantitativo se detectaron 20.230 colonias. El 96,2% de los recuentos representa el promedio de lectura de las dos láminas cultivadas por lugar y el 3,8% restante es el recuento obtenido en una lámina debido al desarrollo de hongos invasores en la otra. La concentración media anual, considerando todas las observaciones, fue de 1.945 ufc/m³ con cifras que fluctuaron entre 300 y 8.850, con el 78% de ellas oscilando entre 1.527 y 3.509. La concentración media semanal de todos los propágulos fúngicos aerotransportados durante el año se presenta en el Gráfico 1. Las concentraciones medias anuales de propágulos totales obtenidas en los 10 lugares analizados, no presentaron diferencias significativas entre sí ($p=0,68$); en cambio, se detectaron diferencias importantes entre las concentraciones medias mensuales y entre las medias obtenidas según estación climática ($p=0,001$). El contenido total se correlacionó positivamente con temperatura ($p=0,02$) y negativamente con humedad relativa ($p=0,01$). Precipitación, insolación, presión barométrica y nubosidad no se mostraron relacionadas con la dispersión fúngica total (Tabla 1). Se observó en general, un fuerte descenso del contenido total de hongos anemófilos en los meses de Junio a Agosto, coincidentes con el aumento de humedad del aire y disminución de temperatura y fuertes aumentos entre Septiembre y Abril, cuando se eleva la temperatura y descende la humedad. En verano se obtuvo el recuento promedio significativamente más alto (2.476 ufc/m³), constituyendo el 31,9% del total de colonias y en invierno el más bajo (1.568 y 20,2%). No se encontró diferencia significativa entre las medias obtenidas en primavera con 1.834 ufc/m³ y 23,6% y la de otoño con 1.896 y el

24,4%, ni entre las medias de primavera e invierno.

2.- Estudio cualitativo

La identificación de las colonias se realizó en 4 lugares. Se estudiaron 208 láminas con 7.367 colonias en total; 89,8% correspondieron a hongos filamentosos y 10,2% a levaduras. De las 6.584 colonias de hongos filamentosos aislados, se identificaron 39 géneros: 15 dematiáceos y 24 hialinos. La frecuencia con que fueron aislados y su media anual se detallan en Tabla 2. El género dominante fue *Cladosporium* (45,2%), mientras *Ulocladium* (6,5%), *Alternaria* (6%), *Penicillium* (5,7%), *Aspergillus* (3,3%), *Botrytis* (3,1%), *Aureobasidium* (3,%) y *Epicoccum* (2,8%) presentaron bajas frecuencias. Las levaduras constituyeron el 10,2% siendo más frecuentes las blancas (8,3%). El 4,9% de las colonias fueron clasificadas como micelio no esporulado y el 0,4% no pudieron ser identificados por contaminación o pérdida de las cepas.

Los 8 géneros mencionados y las levaduras blancas estuvieron presentes durante todos los meses del año, (Gráficos 2 al 5). No se encontraron diferencias significativas entre los recuentos medios anuales de los hongos más frecuentes en los 4 lugares estudiados, a excepción de *Alternaria* que presentó una mayor concentración en el lugar 59, zona principalmente industrial y la más cercana al vertedero oficial.

Cladosporium Link : presentó una concentración media anual de 801 ufc/m³, la más alta de todos los géneros encontrados. Su patrón de variación mensual es similar al observado con el recuento total de acrosporas, con fuertes alzas entre Septiembre y Abril y cifras mínimas entre Junio y Agosto, correlacionándose positivamente con temperatura e insolación solar y en forma negativa con humedad relativa y presión barométrica (Gráfico 2). Esto se tradujo en un aumento de sus conidios en verano, estación climática que difirió estadísticamente con todas y concentró el 38,4% del total de colonias de este género. Las diferencias observadas entre el resto de las estaciones no tuvieron significación; en invierno disminuyó al 16% mientras que en primavera y otoño presentaron concentraciones similares (21 y 24,6%).

La dinámica de dispersión aérea de los demás hongos y su relación con algunas variables meteorológicas, puede agruparse en dos modelos.

El modelo mostrado por el recuento total y *Cladosporium*, es seguido ajustadamente por *Ulocladium* y *Epicoccum* y en menor medida por *Alternaria* que muestran correlaciones significativas con humedad, presión barométrica, insolación y temperatura (Gráfico 3). El 36,5% del aislamiento de *Ulocladium* se obtuvo en verano con una media estacional de 168 ufc/m³, cifra estadísticamente similar solo a la registrada en primavera; en invierno y otoño la frecuencia de aislamiento disminuyó al 20 y 18% con una

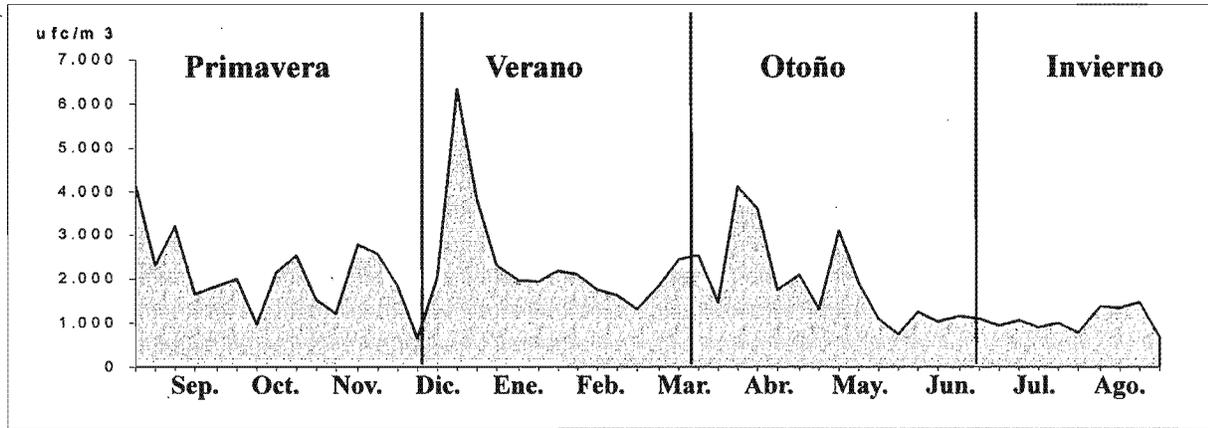


Gráfico 1.- Concentración media semanal de propágulos fúngicos totales (Santiago-Norte)

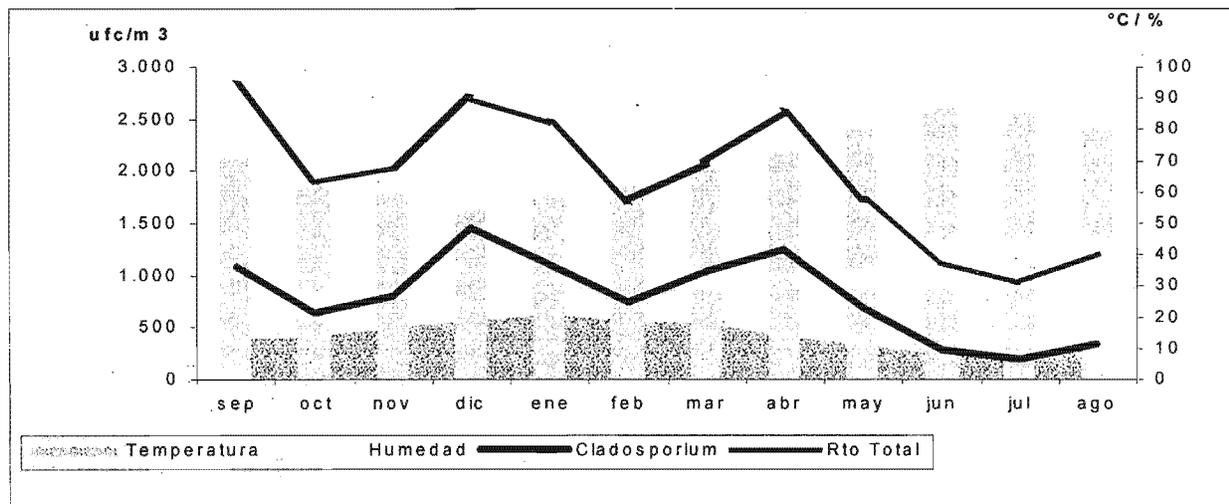


Gráfico 2.- Evolución del recuento total y *Cladosporium* en relación a t.º y Hr.

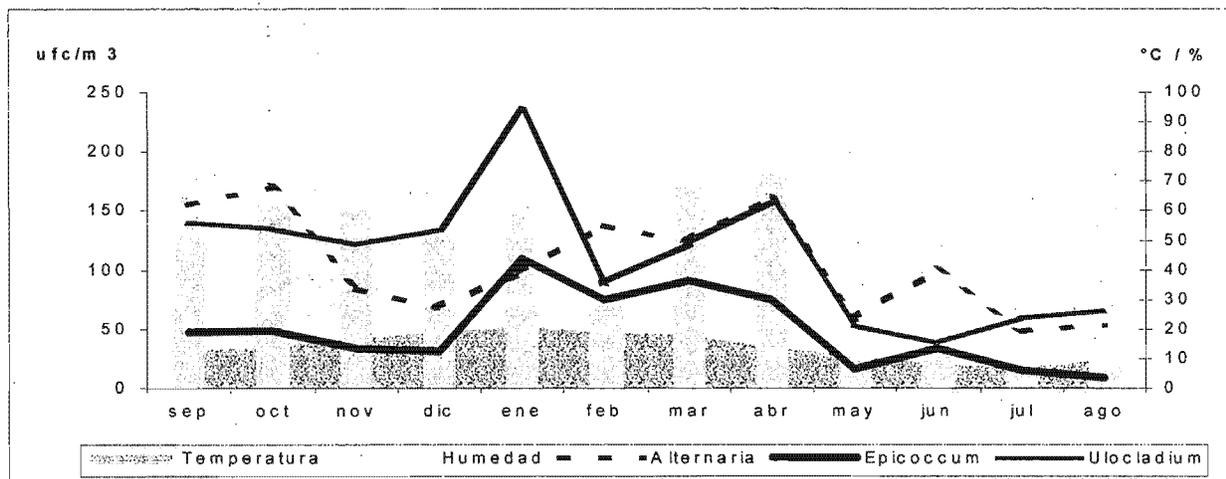


Gráfico 3.- Evolución de *Alternaria*, *Epicoccum* y *Ulocladium* en relación a t.º y Hr.

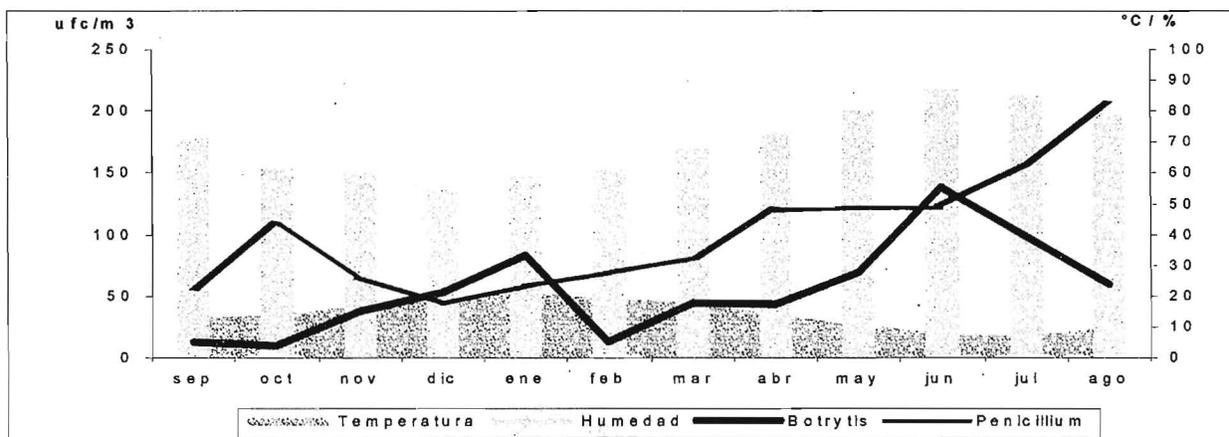


Gráfico 4.- Distribución temporal de *Botrytis* y *Penicillium* en relación a t° y Hr.

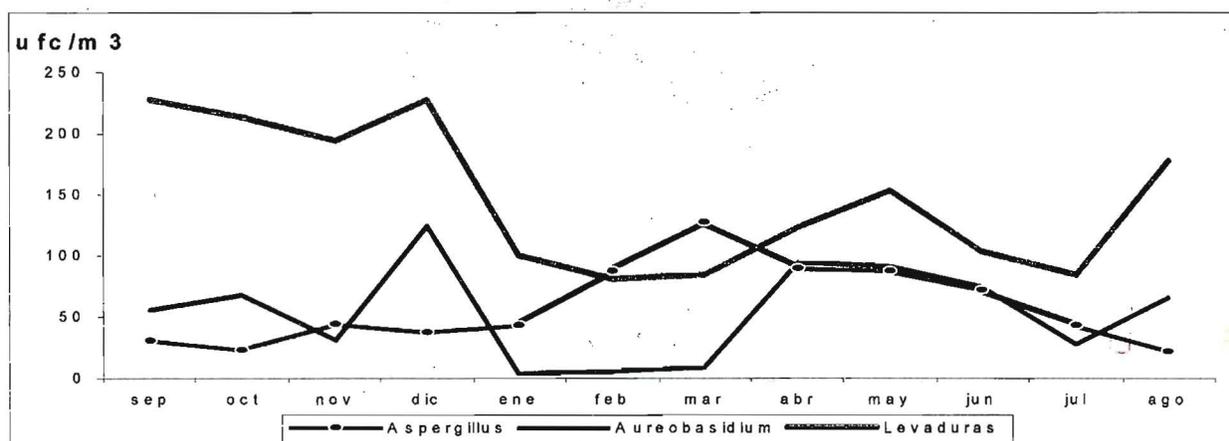


Gráfico 5.- Concentración media mensual de *Aspergillus*, *Aureobasidium* y Lev. blancas

Tabla 1.- Coeficiente de correlación entre variables meteorológicas y hongos anemófilos (nivel de significancia)

	Precipitación	Temperatura	Humedad Relativa	Insolación	Presión Barométrica	Nubosidad
Recuento Total	(0,28) - 0,34	(0,02) 0,67	(0,01) -0,68	(0,09) 0,52	(0,09) -0,51	(0,33) -0,31
<i>Alternaria</i>	(0,33) -0,31	(0,40) 0,27	(0,32) -0,31	(0,37) 0,28	(0,09) -0,50	(0,43) -0,25
<i>Aspergillus</i>	(0,81) 0,07	(0,63) 0,15	(0,66) 0,14	(0,82) -0,07	(0,33) -0,31	(0,81) -0,08
<i>Aureobasidium</i>	(0,10) 0,49	(0,34) -0,30	(0,67) 0,13	(0,17) -0,42	(0,71) 0,12	(0,05) 0,57
<i>Botrytis</i>	(0,13) 0,46	(0,13) -0,46	(0,05) 0,58	(0,14) -0,46	(0,25) 0,36	(0,21) 0,39
<i>Cladosporium</i>	(0,21) -0,39	(0,007) 0,73	(0,02) -0,68	(0,05) 0,56	(0,03) -0,61	(0,19) -0,41
<i>Epicoccum</i>	(0,09) -0,50	(0,01) 0,68	(0,10) -0,49	(0,02) 0,66	(0,01) -0,70	(0,02) -0,66
Lev. Blancas	(0,83) -0,07	(0,92) 0,03	(0,25) -0,36	(0,73) 0,11	(0,88) -0,05	(0,65) 0,15
<i>Penicillium</i>	(0,42) 0,26	(0,004) -0,76	(0,008) 0,72	(0,07) -0,54	(0,03) 0,62	(0,19) 0,40
<i>Ulocladium</i>	(0,05) -0,57	(0,02) 0,64	(0,03) -0,62	(0,01) 0,70	(0,05) -0,57	(0,058) -0,56

Tabla 2.- Recuento total, media anual y frecuencia relativa (ufc/m³) de hongos anemófilos en Santiago Norte (1991-1992)

Taxa - Categoría	Recuento Total	Media Anual	Frecuencia Relativa
<i>Acremonium</i> Link	250	5	0.3
<i>Alternaria</i> Nees	5512	106	6
<i>Arthrimum</i> Kunze	163	3	0.2
Ascomycetes	200	4	0.2
<i>Aspergillus</i> Link	303	58	3.3
<i>Aureobasidium</i> Viala & Boyer	2800	54	3
<i>Beauveria</i> Vuillemin	100	2	0.1
<i>Botrytis</i> Mich. ex Pers.	2862	55	3.1
<i>Botryotrichum</i> Sacc. & Marchal	125	2	0.1
<i>Chaetomium</i> Kunze	388	7	0.4
<i>Chrysosporium</i> Corda	88	2	0.1
<i>Cladosporium</i> Link	41650	801	45.2
<i>Curvularia</i> Boedijn	75	1	0.1
<i>Doratomyces</i> Corda	13	0	0
<i>Drechslera</i> Ito	225	4	0.2
<i>Epicoccum</i> Link	2588	50	2.8
<i>Fusarium</i> Link	38	1	0
<i>Gliocladium</i> Corda	13	0	0
<i>Gliomastix</i> Gueguen	13	0	0
<i>Humicola</i> Traaen	75	1	0.1
Lev. Anaranjadas	1675	32	1.8
Lev. Blancas	7600	146	8.3
Lev. Negras	150	3	0.2
<i>Malbranchea</i> Sacc.	788	15	0.9
Micelio no esporulado	4550	88	4.9
<i>Chrysonilia</i> von Arx	313	6	0.3
<i>Mucor</i> Fresen.	1213	23	1.3
<i>Myceliophthora</i> Cost.	13	0	0
<i>Nigrospora</i> Zimmerm.	50	1	0.1
<i>Nodulisporium</i> Preuss	13	0	0
<i>Paecilomyces</i> Bainier	725	14	0.8
<i>Penicillium</i> Link	528	101	5.7
<i>Periconia</i> Tode	63	1	0.1
<i>Phoma</i> Sacc.	500	10	0.5
<i>Pithomyces</i> Berk & Br.	63	1	0.1
<i>Rhizopus</i> Ehrenb	275	5	0.3
<i>Sclerotium</i> Tode	188	4	0.2
<i>Scopulariopsis</i> Bainier	213	4	0.2
<i>Stachybotris</i> Corda	50	1	0.1
<i>Stemphylium</i> Wallroth	938	18	1
<i>Trichoderma</i> Pers.	400	8	0.4
<i>Trichotecium</i> Link	113	2	0.1
<i>Ulocladium</i> Preus	5988	115	6.5
<i>Verticillium</i> Nees	25	0	0
Zygomycetes, otros	350	7	0.4
Hongos no Identificados	363	7	0.4

media cercana a 90 ufc/m^3 , pero ambas cifras tampoco difirieron con primavera. *Epicoccum* sólo presentó un período de alza que se extiende de Enero a Abril, su mayor presencia se registró en verano, estación que difiere con todas y concentró el 45% de aislamientos con una media de 89 ufc/m^3 . Aunque la concentración de *Alternaria*, tiende a disminuir en los meses invernales y aumentar en período estival, no presenta estacionalidad definida ni fue influenciada por las variables meteorológicas consideradas.

Un segundo modelo contrapuesto al del recuento total, caracterizado por fuertes aumentos desde Marzo a Agosto, coincide con el descenso de temperatura y un mayor nivel de humedad y menores concentraciones entre Septiembre a Marzo, cuando hay mayores temperaturas y menor humedad. Este modelo es seguido por *Penicillium* y en menor grado por *Botrytis* (Gráfico 4). *Penicillium* presenta un patrón ascendente desde Diciembre, alcanzando su cifra máxima en Agosto; sus conidios se observaron con mayor frecuencia en invierno (38%), estadísticamente diferente solo de las medias observadas en verano y primavera. En estos últimos períodos, se observó la menor presencia de este género que se dispersó mejor con el aumento de la presión atmosférica, (Tabla 1). *Botrytis* en cambio, tuvo una pequeña alza en los meses calurosos y la mayor dispersión en los meses más húmedos y fríos. Se aisló con mayor frecuencia relativa en otoño e invierno (76 y 67 ufc/m^3) valores que sólo difirieron en forma importante con primavera, estación en que se obtuvo una media de 24 ufc/m^3 .

Aspergillus, *Aureobasidium* y las Levaduras blancas, no presentaron ninguna correlación con las variables abióticas estudiadas, por lo cual tampoco se ajustan a los modelos caracterizados; sus dinámicas aerobiológicas se aprecian en el Gráfico 5. La categoría de hongos levaduriformes se ubicó en el segundo lugar de prevalencia y aunque se observan altas concentraciones entre Septiembre y Diciembre seguidas de una fuerte caída en Enero, las cifras medias obtenidas en las distintas estaciones climáticas no difirieron significativamente entre sí.

Aspergillus (al igual que *Penicillium*) presentó un solo período de alza, con una máxima de 128 ufc/m^3 en Marzo; sus propágulos se concentraron significativamente en otoño (40%), con una media de 93 ufc/m^3 , pero no se diferenció del verano, estación que representó el 31% del contenido. *Aureobasidium* presentó dos períodos de dispersión atmosférica, y entre ambos prácticamente desapareció del aire con cifras bajo 10 ufc/m^3 ; al igual que las levaduras que no presentan una estacionalidad definida.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Nuestros resultados indican que entre 1991 y 1992

la atmósfera de Santiago Norte se presentó homogénea cualitativa y cuantitativamente respecto de la microbiota fúngica, a pesar de existir diferencias moderadas en el grado de pavimentación y áreas verdes en la zona y de la presencia de las 3 fuentes orgánicas susceptibles de degradación microbiana ya señaladas. Passman (29), constató una mayor concentración de propágulos fúngicos a 150 m de distancia de una fuente emisora. En nuestro caso, los lugares analizados más cercanos a estos focos se ubicaron a mayor distancia, así sus concentraciones pudieron no ser influenciadas por ellos. Esta homogeneidad atmosférica respecto de la micota anemófila, coincide con algunas informaciones previas (15,30), aunque en Ciudad de México se asoció la vegetación con el aumento del contenido fúngico (31).

Las grandes diferencias metodológicas y geográficas observadas en la literatura aeromicológica dificultan la comparación de los resultados (tópico desarrollado por Burge (32)) y nos restringió al análisis de unos pocos artículos.

Nuestra concentración media anual de arosporas totales de 1.945 ufc/m^3 , fue superior a las medias obtenidas durante 3 años consecutivos en zonas más frías (Dinamarca (33) y Holanda (34), aunque el patrón estacional en ambos casos resultó similar al nuestro. En ciudades de Canadá, Italia, México y USA también se ha observado aumento de la concentración estival y disminución en invierno (11,12, 31, 35), en cambio en Oklahoma y Sao Paulo la mayor frecuencia relativa de aislamiento se ha visto en invierno y otoño (15, 36); en otros estudios, sin embargo, no se ha encontrado estacionalidad definida (37,38).

Cladosporium, a pesar de su condición de psicrotolerante, alcanzó una media anual de 801 ufc/m^3 superior a la media estimada para Copenhague de 193 ufc/m^3 y a la obtenida en Holanda de 110 ufc/m^3 ; el 45,2% del total de colonias aisladas, fue similar al 39% y 44% obtenidos en Santiago Occidente y Valparaíso en años anteriores (19,18). Su porcentaje de aislamiento en la literatura extranjera ya citada ha fluctuado entre 1 y 69%.

Las levaduras blancas, que constituyeron el 8,2% en este monitoreo, también se aislaron en porcentaje parecido en los dos estudios chilenos referidos (18, 19). En cambio, nuestra cifra de 6,5% para *Ulocladium* es muy alta comparada con la baja frecuencia, menor al 0,2%, observada en otros estudios (10, 13,33,34), no aislándose en los anteriores trabajos nacionales. Respecto de *Alternaria*, nuestro porcentaje de aislamiento (6%), fue ligeramente superior o similar al obtenido tanto en Santiago Occidente (19) como en Valparaíso (18), en India (39), México (31) e Italia (10,40) pero muy inferior a algunos reportados en USA (17,41,42), España (13) y Dinamarca (33). Las colonias de *Penicillium* que constituyeron el 5,7% de nuestro re-

gistro, en Valparaíso fueron el 19% y en Santiago Occidente el 8%; fuera de Chile las cifras varían entre el 5 y 26%. *Aspergillus*, que junto con *Penicillium* se aísla con mayor frecuencia de ambientes interiores (43), presentó una media anual de 58 ufc/m³, superior a la observada en Holanda y Copenhagen (34,33); en este monitoreo, constituyó el 3,3% de las colonias obtenidas, similar al 2% encontrado en Valparaíso e inferior al 7,2% de Santiago Occidente. Las frecuencias relativas citadas en la literatura varían entre 1 al 12% (10, 13, 17, 31, 33, 42), aunque en España se le aisló con una frecuencia del 32,3% (44). *Botrytis* presentó una frecuencia relativa del 3,1%, ligeramente inferior al 5,9% de Pavia (10), pero superior a las obtenidas en Cagliari (40), Valparaíso (18) y Copenhagen (33).

Aureobasidium es más frecuente en Santiago que en Valparaíso, donde sólo representó el 0,3%, aunque la frecuencia relativa informada en otros países ha fluctuado entre 0,1 y 19,2%. *Epicoccum* constituyó el 2,8% en nuestro trabajo, resultando similar al 3,9% encontrado previamente en esta ciudad, se han informado frecuencias menores inferiores a 0,4% (13, 33, 40) y mayores, cercanas al 6% (17, 41, 42).

Epicoccum, *Cladosporium* y *Ulocladium*, fueron favorecidos en su dispersión por el aumento de la temperatura y luz solar, efecto no observado en Pavia (10) ni en Sao Paulo (36), en esta última ciudad, el aumento de la temperatura disminuyó las ascosporas de *Cladosporium* y estimuló la dispersión de *Alternaria* y levaduras, hecho que no constatamos en Santiago, donde la concentración aérea de *Alternaria*, *Aspergillus* y levaduras blancas no fueron afectados por las variables climatológicas consideradas.

La lluvia no disminuyó la concentración de conidios secos ni aumentó la de los mucosos, como era de esperar según los patrones de dispersión descritos (12). Una explicación podría ser que, de las 52 ocasiones en que se tomaron las muestras, sólo 4 coincidieron con lluvia (dos durante el muestreo) y sólo en 5 se recolectaron muestras al día siguiente de haber llovido. También podría deberse a que el estudio de correlación se realizó con las sumas mensuales de ambas variables, no respetándose las individualidades. O bien que esta variable no sea determinante en la dispersión de los conidios de estos géneros específicos, como parece avalar el estudio de Caretta *et al.* (10) y el de Beaumont *et al.* (34) ya citados; además estos últimos no encontraron correlación significativa entre la velocidad del viento, precipitación y radiación solar con aspectos cualitativos ni cuantitativos del aislamiento de hongos, pero sí observaron que a mayor temperatura se produce una mayor concentración del total de hongos y de *Cladosporium*, resultado que también corresponde con nuestras observaciones. Gambale (36), observó que con el aumento de las precipitaciones disminuye solo la concen-

tración de *Alternaria* y *Epicoccum*, sin influenciar significativamente el recuento total de hongos; pero no recuperó *Ulocladium* en su estudio, único género que en nuestra investigación fue afectado por la lluvia. El efecto negativo ejercido por la humedad relativa sobre *Cladosporium*, concuerda con lo visto en Sao Paulo (36), donde además disminuye el recuento total de propágulos, pero es opuesto a lo medido en Pavia por Caretta *et al.* (10). El aumento de la presión barométrica, que en nuestro estudio favoreció la dispersión de *Penicillium* y afectó negativamente la de *Cladosporium*, *Ulocladium* y *Epicoccum*, en Sao Paulo, sin embargo, influyó en forma inversa en *Penicillium* y *Epicoccum*.

Nuestras observaciones, concuerdan en forma parcial con las de Piontelli & Velasco (18) en el estudio realizado en Valparaíso, donde comprobaron que el número de colonias se correlacionaba positivamente con temperatura y velocidad del viento y en forma negativa con humedad relativa del aire. El otro estudio chileno realizado no consideró variables meteorológicas.

Independientemente de la estrategia empleada para el estudio aeromicológico en diversas partes del mundo, los hongos anemófilos descritos con más frecuencia pertenecen a los géneros *Cladosporium*, *Alternaria*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Aureobasidium*, *Phoma*, *Nigrospora*, *Rhizopus*, *Mucor*, *Stemphylium*, *Curvularia*, *Fusarium*, *Scopulariopsis*, *Acremonium*, *Chaetomium*, *Trichoderma*, *Candida*, *Rhodotorula*. Según este estudio, nuestra atmósfera no escapa a esta composición fúngica general, además parte de estas taxa son también citados en una extensa revisión de la flora alergogénica de Chile realizada por Carrasco & Galleguillos en 1973 (45).

Algunos de éstos hongos, también estarían involucrados en Chile en alergias respiratorias. Se detectan universalmente mediante pruebas cutáneas y de provocación nasal/bronquial o por la detección sérica de IgE antifúngicas (46, 53). En Santiago, la prevalencia de reactividad cutánea a alérgenos inhalantes comunes en la población normal, bordearía el 30% (54, 55). En esta misma ciudad, Valenzuela *et al.* (56), analizaron 4.364 pruebas cutáneas positivas practicadas en 1982 en un centro de enfermedades respiratorias, encontrando que fueron reactivas frente extractos de *Alternaria* (11,8%), de *Aspergillus* (7,5%), de *Penicillium* (6,5%) y de *Cladosporium* (5,1%).

Con nuestros resultados esperamos contribuir a una mejor selección de los extractos fúngicos a utilizar en las pruebas de ayuda diagnóstica de estas afecciones en los pacientes santiaguinos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su gratitud a los Profesores

Dr. Mario Pino C., por su constante apoyo y sugerencias, su permanente asesoría taxonómica y al Sr Miguel A. Cumsille por su oportuna asesoría estadística.

REFERENCIAS

- 1.- Ingold, C. (1966). Spore liberation. En *The Fungi -an advance treatise*. Ainsworth and Sussman (eds) Academic Press. London
- 2.- Gregory, P. (1966). Dispersal. En *The Fungi -an advance treatise*. Ainsworth and Sussman (eds) Academic Press. London
- 3.- Ricketti, A. (1993). Allergic rhinitis. En *Allergic Diseases. Diagnosis and Management*. Patterson, Grammer, Greenberger. Leiss (eds). 4th ed. JB Pippincott Co.
- 4.- Lehrer, S.; Aukrust, L. & Salvaggio, J. (1983). Respiratory allergy induced by fungi. *Clin. Chest. Med.* 4:23-41
- 5.- Iversen, M. & Dahl, R. (1992). Characteristics of mould allergy in asthmatic patients. *Allergy* 47:65
- 6.- Licorish, R.; Novey, H.; Kozak, P.; Fairshier, R.; Wilson, A. (1985). Role of Alternaria and Penicillium spores in the pathogenesis of asthma. *J.Allergy. Clin. Immunol.* 76:819-825
- 7.- Solomon, W. & Mathews, K. (1983). Aerobiology and inhalant allergens. En *Allergy. Principle and Practice*. Vol 2. Middleton E. et al (eds). St Louis. CV Mosby
- 8.- Salvaggio, J. & Aukrust, L. (1981). Mold-induced asthma. *J.Allergy. Clin. Immunol.* 68:3273-46
- 9.- Caplin, I. & Unger, D. (1983). Molds on the southern California deserts. *Ann Allergy* 50:260-263
- 10.- Caretta, G.; Crippa, A.; Franca, D.; del Frate, G.; Guglielminetti, M.; Mangariotti, A.; Picco, A.; Savino, E. (1983). Airborne fungi at Pavia (Italy). *Boletín Micológico* 1:187-199
- 11.- Collins-Williams, C.; Kuo, H.; Garey, D.; Davidson, D.; Collins-Williams, B.; Fitch, M.; Fischer, J. (1973). Atmospheric mold counts in Toronto, Canada. 1971. *Ann. Allergy.* 31:69-71
- 12.- D'Amato, G.; Stanzola, A.; Cocco, G.; Melillo, G. (1984). Mold allergy : a three year investigation (1980-1982) of the airborne fungal spores in Naples, Italy. *Ann Allergy* 52:363-367
- 13.- Gracia, F.; Dronza, B.; Justribo, M.; Rezusta, A.; Rubio, M. (1986). Estudio de los hongos intra y extradomiciliarios en sujetos con hipersensibilidad inmediata en Zaragoza (España). *Allergol et Immunopathol* 14:101-106
- 14.- Kotimaa, M.; Terho, E.; Hussman, K. (1987). Airborne moulds and actinomyces in the work environment of farmers. *Eur. J. Respir. Dis.* 152:91-100
- 15.- Levetin, E. & Horowitz, D. (1978). A one year survey of the airborne molds of Tulsa, Oklahoma. I-II Outdoor and Indoor survey. *Ann. Allergy.* 41:21-29
- 16.- Meyer, G.; Prince, H.; Raymer, W. (1983). Airborne fungi-a resurvey. *Ann Allergy* 51:26-29
- 17.- Al-Doory, Y.; Domson, L.; Sly, E.; Howard, W. (1980). Airborne fungi and pollens of the Washington, DC. Metropolitan Area. *Ann. Allergy.* 45:360-367
- 18.- Piontelli, E. & Velasco, M. (1974). Flora anemófila del aire en Valparaíso. Chile. *Rev. Méd. Chile* 102:104-108
- 19.- Errutia, J.; Orellana, M.; Muñoz, J.; Carrasco, E.; Troncoso, A. (1976). Estudio aeromicológico en el área occidente de Santiago. *Rev. Med. Chile* 104:213-215
- 20.- Aranda, C. & Romero, H. (1989). Topoclimatología de la Cuenca de Santiago y sus efectos en la contaminación atmosférica y en la salud. *Enfer.respir.cir.torac.* 5:24-30
- 21.- Sansom, R.; Hoekstra, E. & van Dorscht, C. (1981). Introduction to food-borne fungi. Centraalbureau voor Schimmelcultures, Baar.
- 22.- Bennett, H. & Hunter, B. (1972). *Illustrated genera of imperfect fungi*. Burgess Publishing Co. USA.
- 23.- Kern, M. (1985). *Medical mycology a self- instructional text*. FA Davis Co, Philadelphia
- 24.- Larone, D. (1987). *Medically important fungi. A guide to identification*. 2 ed. Elsevier Science Publishing Co Inc.
- 25.- Onions, A.; Allsopp, P. & Eggins, H. (1981). *Smith's introduction to industrial mycology*. 7 ed. John Wiley and Sons N.Y.
- 26.- Piontelli, E. & Toro, M. (1989). Introducción al estudio de los microhongos. Guía de identificación genérica. Parte I: Micorales, Ascomycetes, Deuteromycetes. Fac Medicina, Universidad de Valparaíso
- 27.- Piontelli, E. & Toro, M. (1991). Claves para algunos taxa comunes en alimentos. Fac Medicina, Universidad de Valparaíso
- 28.- Smid, T.; Schokkin, E.; Boleij, J.; Heederik, D. (1989). Enumeration of viable fungi in occupational environments: a comparison of sampler and media. *Ann. Ind. Hyg. Assoc. J.* 50: 235-239
- 29.- Passman, F. (1983). Recovery of *Aspergillus fumigatus* aco-spora from municipal sewage sludge composting operations in the state of Maine. *Mycopathologia* 83:41-51
- 30.- Morrow, B. & Jackson, F. (1978). Aerobiological studies based in Derby I, II, III. *Clin. Allergy.* 8:589-619
- 31.- López, R.; Ruiz, D.; Guadalupe, J.; Esquenaze, A.; Alvarez, M. (1986). Variación estacional de hongos productores de alergia en el sur de la ciudad de México. *Allergol et Immunopathol* 14:43-48
- 32.- Burge, H. (1992). Monitoring for airborne allergens. *Ann. Allergy* 69:9-18

- 33.- Larsen, L. (1981). A three-year-survey of microfungi in the air of Copenhagen 1977-79. *Allergy* 36:15-22
- 34.- Beaumont, F.; Kauffman, H.; van der Mark, T.; Shuiter, H.; de Vries, K. (1985). Volumetric aerobiological survey of conidial fungi in the north-east Netherlands. *Allergy* 40:173-180
- 35.- Lewis, W.; Dixit, A. & Wedner, H. (1991). Mold aerospora of the Texas gulf coast region. *J. Allergy Clin Immunol* January
- 36.- Gambale, W. (1980). Acao de fatores abióticos na dispersao aérea da fungos. Teses de Doutorado. Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de Sao Paulo. Brasil
- 37.- Al-Doory, Y. (1984). Airborne fungi. En *Mould Allergy*. Al-Doory. Domson (eds) Lea-Febiger. Philadelphia
- 38.- Singh, B.; Singh, A.; Nair, P.; Gangal, S. (1987). Survey of airborne pollen and fungal spores at Dehra Dun. India. *Ann. Allergy* 59:229-234
- 39.- Vittal, B. & Krishnamoorthi, K. (1988). A census of airborne mold spores in the atmosphere of the city of Madras, India. *Ann. Allergy* 60: 99-101
- 40.- Cosentino, S.; Pisano, P.; Fadda, M. Palmas, F. (1990). Pollen and mold allergy: aerobiologic survey in the atmosphere of Cagliari. Italy (1986-1988). *Ann. Allergy* 65:393-400
- 41.- Chapman, J. & Williams, S. (1984). Aeroallergens of the southeast Missouri area: a report of skin test frequencies and air sampling data. *Ann. Allergy* 52:411-418
- 42.- Sneller, M. & Roby, R. (1979). Incidence of fungal spores at the homes of allergic patients in an agricultural community. A 12-month study in and out of doors. *Ann. Allergy* 43:225-228
- 43.- Verhoeff, A.P.; van Wijnen, J.H.; Brunckreef, B.; Fischer, P.; van Reenen-Hoekstra, E.S.; Samson, R.A. (1992). Presence of viable mould propagules in indoor air in relation to house damp and outdoor air. *Allergy* 47:83-91
- 44.- Trujillo, D.; Infante, F.; Galan, C.; Domínguez, E. (1990). Seasonal and daily variation of *Aspergillus* Mich. Ex Fr. spores in the atmosphere of Córdoba (Spain). *Allergol et Immunopathol* 18:167-173
- 45.- Carrasco, E. & Galleguillos, F. (1973). Características geográfico-climáticas y flora alergogénica de Chile. *Rev. Méd. Chile* 101:155-162
- 46.- Gutman, A. & Bush, R. (1993). Fungal antigens. En *Allergic Diseases. Diagnosis and Management*. 4ª ed. Patterson. Grammer. Greenber, Leiss ed. J B Pippincott Co.
- 47.- Iguchi, H.; Ueda, M.; Sakamoto, T.; Yamada, M.; Torii, S. (1990). Study of the frequency and clinical significance of positive RAST for mould allergen in asthmatic patients. *Alerugi* 39:1388-1396
- 48.- Koivikko, A.; Viander, M. & Lanner, A. (1991). Use of the extended Phadebas RAST panel in the diagnosis of mould allergy in asthmatic children. *Allergy* 46:85-91
- 49.- Horner, W. E.; Helbling, A.; Salvaggio, J.; Lehrer, S. (1995). Fungal allergens. *Clin. Microbiol. Rev.* 8:161-179
- 50.- Guerra, F.; Daza, J.; Miguel, R.; Moreno, C.; Arenas, A.; Sánchez, G. (1992). Analysis of the 10-year clinical results of fungal sensitivity. *Allergy* 47(Suppl):73 Abstract.
- 51.- Santilli, J.; Rockwell, W. & Collins, R. (1990). Individual patterns of immediate skin reactivity to mold extracts. *Ann. Allergy* 65:454-458
- 52.- Sue, M.D.; Gordon, E.H. & Freund, L.H. (1993). Comparative skin test reaction patterns in allergic rhinitis and asthma. *Ann. Allergy* 70:37 Abstract.
- 53.- Dixit, A.; Lewis, W. & Wedner, J. (1992). The allergens of *Epitocum nigrum* Link. *J. Allergy Clin. Immunol.* 90:11-22
- 54.- Corrales, R.; Leiva, A. & Moreno, R. (1990). Prevalencia de atopía en niños entre 5 y 15 años. *Enferm. respir. cir. torac.* 6 (Suplem):25 Resumen.
- 55.- Herman, M.; Helle, B. & Valenzuela, P. (1981). Pruebas cutáneas alérgicas en población normal. *Acta Médica FAB* 4:12-16
- 56.- Valenzuela, P.; Herman, M. & Helle, B. (1984). Reactividad cutánea a alérgenos inhalantes comunes. *Acta Médica FAB* 7:83-91