

MICROMICETES ENDOPSAMÓFILOS
DE BARRA DE NAVIDAD, JALISCO, MÉXICO*

por María del Carmen González** y
Teófilo Herrera***

ENDOPSAMMOPHILOUS MICROMYCETES
FROM BARRA DE NAVIDAD, JALISCO, MEXICO

SUMMARY

The frequency and ecological diversity of endopsammophilous marine mycobiota, were evaluated in Barra de Navidad, Jalisco. From a total of 406 isolates, 13 belonged to the Zygomycetes, 279 to the Deuteromycetes, 103 to the Ascomycetes and 11 to the Basidiomycetes. Twenty three genera with 37 species were identified; the most frequent species was *Microascus trigonosporus* (10.59%) a species of terrestrial origin. Only two strictly marine species were sporadically isolated, *Corollospora maritima* (0.25%) and *C. intermedia* (0.98%); the last species together with *Drechslera halodes* (4.43%) a facultative marine micromycete, are new records for Mexico. Results showed a high diversity of endopsammophilous species (diversity index $D = 0.84$) in that environment.

RESUMEN

Se valoró la frecuencia y diversidad ecológica de la micobiota endopsamófila en Barra de Navidad, Jalisco. De un total de 406 aislamientos, 13 pertenecieron a los zigomicetes, 279 a los deuteromicetes, 103 a los ascomicetes y 11 a los basidiomicetes. Se identificaron 23 géneros con 37 especies de las cuales, la más frecuentemente aislada fue *Microascus trigonosporus* (10.59%) de origen terrestre. Solamente se aislaron en forma esporádica dos especies marinas estrictas, *Corollospora maritima* (0.25%) y *C. intermedia* (0.98%), siendo esta última junto con *Drechslera halodes* (4.43%), un micromicete marino facultativo, nuevos registros para México. Los resultados mostraron una diversidad elevada de especies endopsamófilas (índice de diversidad $D = 0.84$) en ese ambiente.

* Modificación de parte del trabajo de tesis que la primera autora presentó para obtener el grado de Maestra en Ciencias (Biología), en la Facultad de Ciencias de la UNAM.

** Escuela de Biología, Universidad Autónoma de Guadalajara, Apartado Postal 1-440, Guadalajara, Jal. 44100, México.

*** Laboratorio de Micología, Depto. de Botánica, Instituto Biología, UNAM, Apartado Postal 70-233, México, D. F. 04510

INTRODUCCIÓN

Los micromicetes endopsamófilos que viven en las playas de tipo arenoso habitan entre o sobre los granos de arena. Estos microorganismos, denominados micromicetes marinos endopsamófilos o arenícolas, poseen una importancia ecológica relevante porque juegan un papel primordial como descomponedores primarios de todos los sustratos orgánicos principalmente lignocelulósicos, que se encuentran en la playa, por lo que contribuyen a remineralizar y reciclar los nutrientes en ese ambiente (Kohlmeyer y Kohlmeyer, 1979).

El estudio de los micromicetes arenícolas es complejo debido a que en la arena de la playa se encuentran mezclados tres grupos de hongos: a) marinos estrictos u obligatorios, que crecen y esporulan exclusivamente en un hábitat marino, b) marinos facultativos, que provienen de ambientes dulceacuícolas o terrestres, capaces de crecer y posiblemente esporular en el medio marino y c) no marinos, de origen dulceacuícola o terrestre, incapaces de crecer y esporular en el medio marino.

Los micromicetes arenícolas de las regiones litorales del mundo se encuentran poco estudiados. No obstante, el interés actual que tienen las playas marinas desde el punto de vista económico y ecológico, ha propiciado el desarrollo de esta área de la micología. Como consecuencia, la información que existe sobre la micobiota de la arena de playas marinas es escasa y reciente, y abarca principalmente aspectos taxonómicos, morfológicos y en menor grado ecológicos (Kohlmeyer, 1966; Wagner-Merner, 1972; Tokura, 1982, 1984; Rees y Jones, 1985).

En la actualidad se desconoce casi por completo la estructura de las comunidades de micromicetes endopsamófilos que habitan en la arena de las playas de los casi 11 000 km de litorales que tiene México en el océano Pacífico, Golfo de México y Mar Caribe. La única información disponible se refiere a las siguientes especies de micromicetes endopsamófilos marinos estrictos aislados en forma casual y esporádica en los estados de Baja California Sur, Oaxaca, Quintana Roo, Veracruz y Yucatán: *Arenariomyces trifurcatus* Höhnk, *Corollospora maritima* Werdermann, *C. pulchella* Kohlmeyer, Schmidt et Nair, *C. trifurcata* (Höhnk) Kohlmeyer, *Lindra thalassiae* Orpurt, Meyers, Boral et Simms, *L. marinera* Meyers, *Nia vibrissa* Moore et Meyers y *Varicosporina ramulosa* Meyers et Kohlmeyer (Kohlmeyer, 1968, 1980, 1984; Kohlmeyer y Kohlmeyer, 1971).

Recientemente, debido a la ausencia de estudios sobre la micobiota endopsamófila en las playas de México, se realizó el presente trabajo cuyo objetivo fue evaluar la frecuencia, diversidad y relaciones ecológicas de los micromicetes endopsamófilos en Barra de Navidad, Jalisco.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. La región de Barra de Navidad se encuentra en el litoral americano del Océano Pacífico en el estado de Jalisco, México. El área de estudio se localiza entre los meridianos 104° 41' 03" y 104° 42' 49" de longitud oeste y los paralelos 19° 11' 47" y 19° 13' 18" de latitud norte (Fig. 1). Comprende la barra arenosa de la laguna Barra de Navidad y la playa de arena de la bahía Navidad (CETENAL, 1988,1989). El clima de la región es AWo(W)i, el más seco de los cálidos subhúmedos con lluvias de verano (de mayo a septiembre), con un cociente P/T (precipitación anual en mm / temperatura media anual en °C) de 43.2 y con una

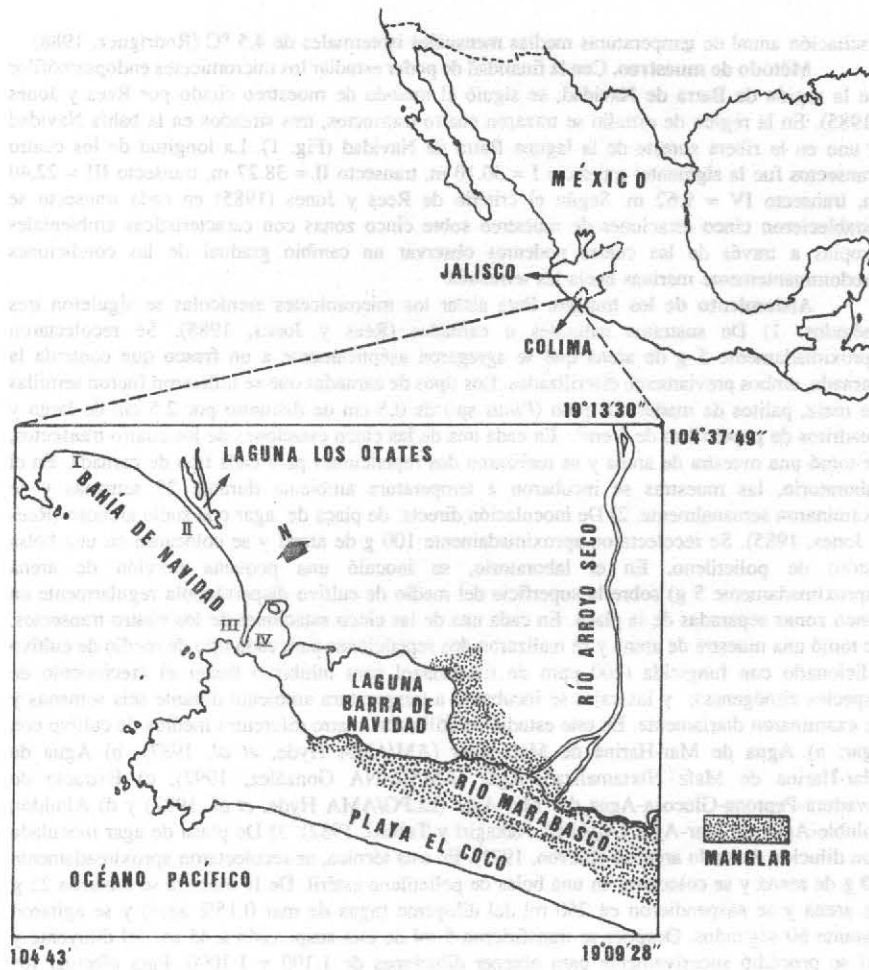


Fig. 1. Mapa de la zona de estudio ubicada en el límite de los estados Jalisco y Colima, México. Los números indican la situación de los cuatro transectos. Escala gráfica 1:50 000 (Fuente CETENAL, 1988, 1989).

oscilación anual de temperaturas medias mensuales isotermas de 4.5 °C (Rodríguez, 1988).

Método de muestreo. Con la finalidad de poder estudiar los micromicetes endopsamófilos de la región de Barra de Navidad, se siguió el método de muestreo citado por Rees y Jones (1985). En la región de estudio se trazaron cuatro transectos, tres situados en la bahía Navidad y uno en la ribera sureste de la laguna Barra de Navidad (Fig. 1). La longitud de los cuatro transectos fue la siguiente: transecto I = 30.10 m, transecto II = 38.27 m, transecto III = 22.40 m, transecto IV = 9.62 m. Según el criterio de Rees y Jones (1985) en cada transecto se establecieron cinco estaciones de muestreo sobre cinco zonas con características ambientales propias a través de las cuales podemos observar un cambio gradual de las condiciones predominantemente marinas hacia las terrestres.

Aislamiento de los hongos. Para aislar los micromicetes arenícolas se siguieron tres métodos: 1) De sustratos naturales o carnadas (Rees y Jones, 1985). Se recolectaron aproximadamente 5 g de arena que se agregaron asépticamente a un frasco que contenía la carnada, ambos previamente esterilizados. Los tipos de carnadas que se utilizaron fueron semillas de maíz, palitos de madera de pino (*Pinus* sp.) de 0.5 cm de diámetro por 2.5 cm de largo y cuadritos de papel filtro de 1 cm². En cada una de las cinco estaciones de los cuatro transectos, se tomó una muestra de arena y se realizaron dos repeticiones para cada tipo de carnada. En el laboratorio, las muestras se incubaron a temperatura ambiente durante 25 semanas y se examinaron semanalmente. 2) De inoculación directa de placa de agar con suelo arenoso (Rees y Jones, 1985). Se recolectaron aproximadamente 100 g de arena y se colocaron en una bolsa estéril de polietileno. En el laboratorio, se inoculó una pequeña porción de arena (aproximadamente 5 g) sobre la superficie del medio de cultivo dispersándola regularmente en cinco zonas separadas de la placa. En cada una de las cinco estaciones de los cuatro transectos, se tomó una muestra de arena y se realizaron dos repeticiones para cada tipo de medio de cultivo adicionado con fungicida (200 ppm de tiabendazol para inhibir o frenar el crecimiento de especies zimógenas); y las cajas se incubaron a temperatura ambiente durante seis semanas y se examinaron diariamente. En este estudio se utilizaron cuatro diferentes medios de cultivo con agar: a) Agua de Mar-Harina de Maíz-Agar (AM/AMA Hyde, *et al.* 1987), b) Agua de Mar-Harina de Maíz Nixtamalizado-Agar (AM/HMNA González, 1992), c) Extracto de levadura-Peptona-Glucosa-Agua de Mar-Agar (ELPG/AMA Hyde, *et al.* 1987) y d) Almidón soluble-Agua de Mar-Agar (Al/AMA Nakagiri y Tubaki, 1982). 3) De placa de agar inoculada con dilución de suelo arenoso (Barron, 1971). En esta técnica, se recolectaron aproximadamente 50 g de arena y se colocaron en una bolsa de polietileno estéril. De la muestra se tomaron 25 g de arena y se suspendieron en 250 ml del diluyente (agua de mar 0.15% agar) y se agitaron durante 60 segundos. Después se transfirieron 5 ml de esta suspensión a 45 ml del diluyente y así se procedió sucesivamente para obtener diluciones de 1:100 y 1:1000. Para efectuar los aislamientos se utilizó el medio de cultivo de Zambrano y Casas-Campillo (1959) Glucosa-Extracto de Levadura-Peptona-Agar (GELPA), modificado por el primero de los autores de este trabajo por el uso del agua de mar como solvente. Este medio es semejante al de Nakagiri y Tubaki mencionado antes, pero con diferentes proporciones en sus ingredientes. Sobre placas de dicho medio de cultivo, se colocaron 0.5 ml de la dilución y se distribuyeron utilizando un rodillo de vidrio. En cada una de las cinco estaciones de los cuatro transectos, se tomó una muestra de arena y se realizaron dos repeticiones para cada una de las dos diluciones. Las cajas se incubaron bajo condiciones ambientales durante seis semanas y se examinaron diariamente.

A todos los medios de cultivo que se emplearon en este trabajo se les adicionó 0.5 mg/ml de succinato de cloranfenicol (laboratorios Lakeside) para inhibir el crecimiento bacteriano (Booth, 1971).

Cuantificación de factores ambientales abióticos. Los factores ambientales abióticos que se cuantificaron fueron el pH, temperatura, salinidad y tamaño de las partículas de arena (Johnson y Sparrow, 1961). El pH se determinó utilizando un electropotenciómetro Marksson 92, la temperatura mediante un termómetro estándar, la salinidad con un refractómetro BioMarine y el tamaño de las partículas del suelo arenoso por medio de un análisis granulométrico por tamizado (Lambe y Whitman, 1981), clasificándose el suelo según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (Wagner, 1957).

Análisis de los resultados. Para estimar la frecuencia y la diversidad ecológica de los micromicetes endosporófilos que se aislaron en Barra de Navidad, Jalisco, los datos se analizaron matemáticamente. Para evaluar el porcentaje de frecuencia relativa de los micromicetes, se aplicó la ecuación citada por Hyde (1986). Todas las especies arenícolas que se aislaron, se compararon cotejando la frecuencia de dichas especies entre pares de transectos y también entre pares de estaciones, usando el índice de similitud de Sorensen (1948). Para medir la diversidad de los micromicetes arenícolas se empleó la ecuación del índice de diversidad de Shannon (Shannon y Weaver, 1949) y el de Pielou (1975) y para averiguar el grado de concentración del predominio se utilizó el índice citado por Simpson (1949). Con el propósito de medir la riqueza o variedad de especies se usó el índice citado por Margalef (1958).

RESULTADOS

Como resultado de los muestreos se obtuvieron 406 aislamientos de micromicetes endosporófilos en Barra de Navidad, Jalisco. Se identificaron 38 micromicetes: 3 cigomicetes, 26 deuteromicetes, 8 ascomicetes y un basidiomicete.

La mayoría de los micromicetes que se aislaron en Barra de Navidad, Jalisco, se lograron identificar hasta especie. Sólo siete se determinaron hasta nivel genérico y uno se identificó hasta subdivisión tomando como base la presencia de fibulas (conexiones en grapa o gancho) en el micelio. Los resultados que se obtuvieron sobre la frecuencia de las especies se muestra en la tabla 1.

Las especies más comunes que se aislaron en Barra de Navidad, Jalisco, fueron *Microascus trigonosporus* (10.59%), *Cladosporium cladosporioides* (10.10%), *Aspergillus niger* (9.61%), *Fusarium solani* (8.87%), *Aspergillus nidulans* (7.88) y *A. flavus* (7.64%).

Las especies aisladas con menor frecuencia incluyeron *Scopulariopsis brevicaulis* (4.68%), *Alternaria* sp. (4.68%, Fig. 2), *Drechslera halodes* (4.43%, Fig. 3), *Curvularia lunata* (4.19%), *Fusarium semitectum* (3.69%), *Microascus manginii* (3.20%), *Aspergillus tamarisii* (2.96%), un basidiomicete no identificado (2.71), *Microascus* sp. (1.97%) y *Mucor hiemalis* (1.72%). Todas las demás especies (22) se encontraron en menos del 1% de los aislamientos, entre ellas *Corollospora intermedia* (0.98%, Fig. 4), *Lasiodiplodia theobromae* (0.74%, Fig. 5), *Nigrospora sphaerica* (0.49%), *Chaetomium* sp. (0.25%) y *Zygosporium masonii* (0.25%, Fig. 6).

De los 406 aislamientos y las 37 especies que se obtuvieron, en el transecto III se presentó la mayor frecuencia de aislamientos (143) y en el transecto I la menor frecuencia (72). En tanto que, en el transecto IV se obtuvo el mayor número de especies (23) y en el

Tabla 1. Porcentaje de frecuencia relativa de los micromicetes endosamófilos que se aislaron en Barra de Navidad, Jalisco.

Micromicete endosamófilo	Porcentaje de Frecuencia Relativa
Comunes a Frecuentes	
<i>Microascus trigonosporus</i> Emmons et Dodge	10.59
<i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fresen.) de Vries	10.10
<i>Aspergillus niger</i> v. Tiegh.	9.61
<i>Fusarium solani</i> (Mart.) Sacc.	8.87
<i>Aspergillus nidulans</i> (Eidam) Wint.	7.88
<i>Aspergillus flavus</i> Link	7.64
Frecuentes a Esporádicos	
<i>Alternaria</i> sp.	4.68
<i>Scopulariopsis brevicaulis</i> (Sacc.) Bain	4.68
<i>Drechslera halodes</i> (Drechs.) Subram. et Jain*	4.43
<i>Curvularia lunata</i> (Wak.) Boedijn	4.19
<i>Fusarium semitectum</i> Berk. et Rav.	3.69
<i>Microascus manginii</i> (Loub.) Curzi	3.20
<i>Aspergillus tamaris</i> Kita	2.96
Basidiomicete no identificado	2.71
<i>Microascus</i> sp.	1.97
<i>Mucor hiemalis</i> Wehmer	1.72
Esporádicos a Raros	
<i>Corollospora intermedia</i> Schmidt**	0.98
<i>Drechslera biseptata</i> (Sacc. et Roum.) Rich. et Fraser	0.98
<i>Syncephalastrum racemosum</i> Cohn ex Schröt.	0.98
<i>Curvularia geniculata</i> (Tracy et Earle) Boedijn	0.74
<i>Lasiodiplodia theobromae</i> (Pat.) Griff et Maubl.	0.74
<i>Scopulariopsis brumptii</i> Salvanet-Duval	0.74
<i>Aspergillus repens</i> (Cda.) Sacc.	0.49
<i>Cunninghamella echinulata</i> (Thaxt.) Thaxt.	0.49
<i>Curvularia eragrostidis</i> (Henn.) Meyer	0.49
<i>Fusarium moniliforme</i> Sheldon	0.49
<i>Geotrichum candidum</i> Link ex Leman	0.49
<i>Myrothecium verrucaria</i> (Alb. et Schw.) Ditm. ex Steudel	0.49
<i>Nigrospora sphaerica</i> (Sacc.) Mason	0.49
<i>Trichoderma</i> sp.	0.49
<i>Acremonium</i> sp.	0.25
<i>Cladosporium sphaerospermum</i> Penz.	0.25
<i>Corollospora maritima</i> Werdermann**	0.25
<i>Chaetomium</i> sp.	0.25
<i>Fusarium oxysporum</i> Schlecht.	0.25
<i>Stemphylium</i> sp.	0.25
<i>Saccharomyces</i> sp.	0.25
<i>Zygosporium masonii</i> Hughes	0.25

*especie marina facultativa, **especie marina estricta

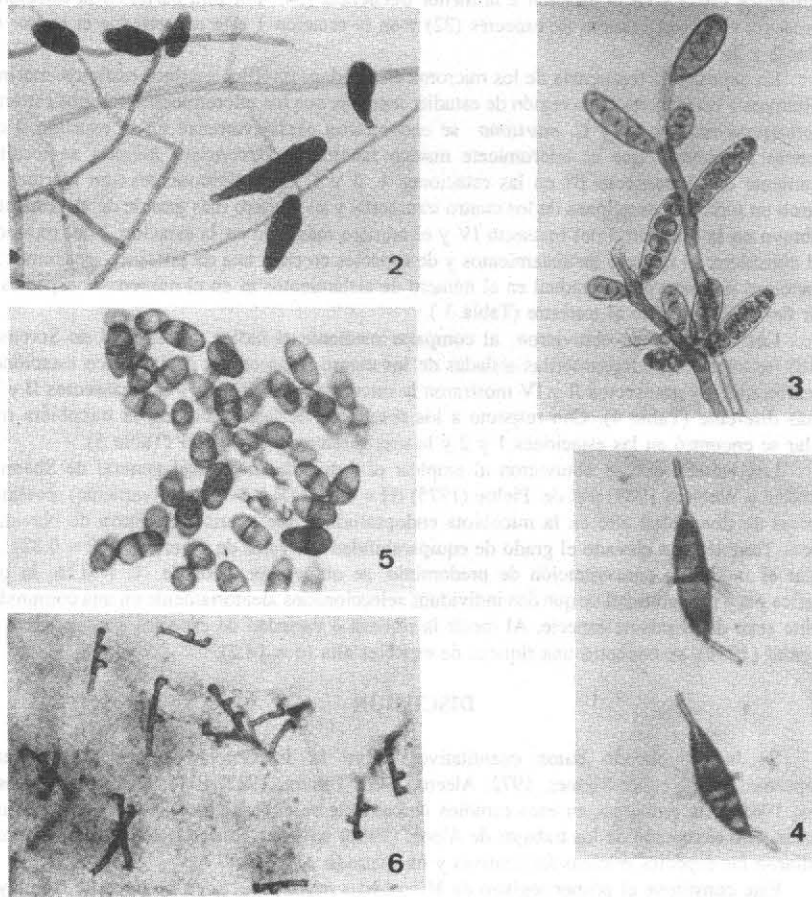


Fig. 2-6. Algunas especies de micromicetas endopamófilos de Barra de Navidad, Jalisco. 2: Dictiosporas de *Alternaria* sp., X 400, 3: Conidióforos y fragmosporas de *Drechslera halodes*, X 400, 4: Ascosporas de *Corollospora intermedia*, X 1200, 5: Picniosporas de *Lasiodiplodia theobromae*, X 400, 6: Conidióforos de *Zygosporium masonii*, X 400.

transecto II este número fue el menor (13). En la estación 5 se manifestó la mayor frecuencia de aislamientos (107) y en la estación 2 la menor frecuencia (54). Por otra parte, en la estación 3 se presentó el mayor número de especies (22) y en la estación 1 este número fue el menor (7, Tablas 2 y 3).

En cuanto a la frecuencia de los micromicetes endopsamófilos marinos estrictos, marinos facultativos y no marinos en la región de estudio, tenemos que los micromicetes marinos estrictos *Corollospora intermedia* y *C. maritima* se encontraron exclusivamente en la estación 3 del transecto I, mientras que el micromicete marino facultativo *Drechslera halodes* se localizó únicamente en el transecto III en las estaciones 1, 2 y 3. Los micromicetes no marinos se aislaron en todas las estaciones de los cuatro transectos y su número más grande de aislamientos se obtuvo en la estación 5 del transecto IV y el número más bajo en la estación 2 del transecto I. Al considerar el número de aislamientos y de especies en cada una de las cinco estaciones no se encontró un incremento gradual en el número de aislamientos ni en el número de especies al pasar del medio marino al terrestre (Tabla 3).

Los datos que se obtuvieron al comparar mediante el índice de similitud de Sorensen (1948) las especies endopsamófilas aisladas de los cuatro transectos y de las cinco estaciones, indicaron que los transectos II y IV mostraron la micobiota más similar y los transectos II y III la más diferente (Tabla 4). Con respecto a los resultados de las estaciones, la micobiota más similar se encontró en las estaciones 1 y 2 y la más diferente en la 1 y 5 (Tabla 5).

Los valores que se obtuvieron al emplear el índice de diversidad general de Shannon (Shannon y Weaver, 1949) y el de Pielou (1975) ($H = 4.33$, $D = 0.84$ respectivamente) revelaron un nivel de diversidad alto en la micobiota endopsamófila que se aisló en Barra de Navidad, Jalisco. También fue elevado el grado de equiparabilidad del valor de diversidad ($E = 0.82$). Al aplicar el índice de concentración de predominio, se obtuvo un valor de $C = 0.16$, lo que significa poca probabilidad de que dos individuos seleccionados aleatoriamente en una comunidad infinita sean de la misma especie. Al medir la riqueza o variedad de especies con el índice de Margalef (1958), se encontró una riqueza de especies alta ($d = 14.2$).

DISCUSIÓN

Se han publicado datos cuantitativos sobre la frecuencia de los micromicetes endopsamófilos (Wagner-Merner, 1972; Aleem, 1980; Tokura, 1982, 1984; Kirk, 1983; Rees y Jones, 1985). Sin embargo, en esos estudios únicamente se cuantificaron las especies marinas estrictas, con excepción de los trabajos de Aleem (1980) y Rees y Jones (1985), quienes además estudiaron las especies marinas facultativas y no marinas.

Este constituye el primer registro de *Microascus trigonosporus* en la arena de las playas marinas. Es un micromicete terrestre que previamente fue aislado del suelo arenoso del desierto de Sonora, en Baja California Norte, México (Ranzoni, 1968) y del desierto de Arizona (Barron et al. 1961).

Drechslera halodes es una especie marina facultativa y constituye un nuevo registro para México. En la actualidad, se considera que los aislamientos de origen marino identificados como de esta especie deben ser clasificados dentro del género *Exserohilum* aunque no han sido bien definidas las especies marinas del mismo (Kohlmeyer y Volkmann-Kohlmeyer, 1991).

Corollospora intermedia es una especie arenícola marina estricta que se encuentra

Tabla 2. Frecuencia de los micromicetes endopsamófilos que se aislaron en Barra de Navidad, Jalisco, en los cuatro transectos.

Micromicete endopsamófilo	Transecto				Frecuencia
	I	II	III	IV	
<i>Microascus trigonosporus</i>	13	13	13	4	43
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	3	9	15	14	41
<i>Aspergillus niger</i>	9	8	10	12	39
<i>Fusarium solani</i>	0	17	14	5	36
<i>Aspergillus nidulans</i>	2	11	11	8	32
<i>Aspergillus flavus</i>	14	7	5	5	31
<i>Alternaria</i> sp.	2	4	8	5	19
<i>Scopulariopsis brevicaulis</i>	8	6	5	0	19
<i>Drechslera halodes</i>	0	0	18	0	18
<i>Curvularia lunata</i>	0	2	6	9	17
<i>Fusarium semitectum</i>	0	0	3	12	15
<i>Microascus manginii</i>	5	0	8	0	13
<i>Aspergillus tamaritii</i>	0	2	5	5	12
Basidiomiceto no identificado	0	1	6	4	11
<i>Microascus</i> sp.	4	0	4	0	8
<i>Mucor hiemalis</i>	0	0	2	5	7
<i>Corollospora intermedia</i>	4	0	0	0	4
<i>Drechslera biseptata</i>	1	1	2	0	4
<i>Syncephalastrum racemosum</i>	0	0	2	2	4
<i>Curvularia geniculata</i>	0	0	1	2	3
<i>Lasiodiplodia theobromae</i>	0	0	3	0	3
<i>Scopulariopsis brumptii</i>	3	0	0	0	3
<i>Aspergillus repens</i>	0	0	0	2	2
<i>Cunninghamella echinulata</i>	0	2	0	0	2
<i>Curvularia eragrostidis</i>	0	0	0	2	2
<i>Fusarium moniliforme</i>	0	0	0	2	2
<i>Geotrichum candidum</i>	0	0	0	2	2
<i>Myrothecium verrucaria</i>	0	0	0	2	2
<i>Nigrospora sphaerica</i>	0	1	0	1	2
<i>Trichoderma</i> sp.	2	0	0	0	2
<i>Acremonium</i> sp.	0	0	0	1	1
<i>Cladosporium sphaerospermum</i>	0	0	0	1	1
<i>Corollospora maritima</i>	1	0	0	0	1
<i>Chaetomium</i> sp.	0	0	0	1	1
<i>Fusarium oxysporum</i>	0	0	1	0	1
<i>Stemphylium</i> sp.	1	0	0	0	1
<i>Saccharomyces</i> sp.	0	0	0	1	1
<i>Zygosporium masonii</i>	0	0	1	0	1
Frecuencia transectos	72	84	143	107	406
Número de especies aisladas	15	13	21	23	

Tabla 3. Suma de la frecuencia de los micromicetes endosporófilos que se aislaron en Barra de Navidad, Jalisco, en las cinco estaciones de cada uno de los cuatro transectos.

Micromicete endosporófilo	Estación					Frecuencia
	1	2	3	4	5	
<i>Microascus trigonosporus</i>	18	12	4	7	2	43
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	0	0	10	13	18	41
<i>Aspergillus niger</i>	0	2	9	6	22	39
<i>Fusarium solani</i>	14	15	7	0	0	36
<i>Aspergillus nidulans</i>	0	0	6	6	20	32
<i>Aspergillus flavus</i>	0	0	10	14	7	31
<i>Alternaria</i> sp.	9	2	8	0	0	19
<i>Scopulariopsis brevicaulis</i>	6	2	10	1	0	19
<i>Drechslera halodes</i>	10	3	5	0	0	18
<i>Curvularia lunata</i>	0	0	0	9	8	17
<i>Fusarium semitectum</i>	0	3	2	6	4	15
<i>Microascus manginii</i>	3	7	3	0	0	13
<i>Aspergillus tamaritii</i>	0	0	2	5	5	12
Basidiomiceto no identificado	0	0	1	8	2	11
<i>Microascus</i> sp.	4	3	1	0	0	8
<i>Mucor hiemalis</i>	0	0	2	5	0	7
<i>Corollospora intermedia</i>	0	0	4	0	0	4
<i>Drechslera bisepata</i>	0	0	2	2	0	4
<i>Syncephalastrum racemosum</i>	0	0	0	0	4	4
<i>Curvularia geniculata</i>	0	0	0	3	0	3
<i>Lasiodiplodia theobromae</i>	0	1	1	1	0	3
<i>Scopulariopsis brumptii</i>	0	0	0	1	2	3
<i>Aspergillus repens</i>	0	0	0	0	2	2
<i>Cunninghamella echinulata</i>	0	0	0	0	2	2
<i>Curvularia eragrostidis</i>	0	2	0	0	0	2
<i>Fusarium moniliforme</i>	0	0	0	0	2	2
<i>Geotrichum candidum</i>	0	0	0	0	2	2
<i>Myrothecium verrucaria</i>	0	1	0	1	0	2
<i>Nigrospora sphaerica</i>	0	0	1	0	1	2
<i>Trichoderma</i> sp.	0	0	1	0	1	2
<i>Acremonium</i> sp.	0	0	0	0	1	1
<i>Cladosporium sphaerospermum</i>	0	0	1	0	0	1
<i>Corollospora maritima</i>	0	0	1	0	0	1
<i>Chaetomium</i> sp.	0	1	0	0	0	1
<i>Fusarium oxysporum</i>	0	0	0	0	1	1
<i>Stemphylium</i> sp.	0	0	0	0	1	1
<i>Saccharomyces</i> sp.	0	0	0	0	1	1
<i>Zygosporium masonii</i>	0	0	1	0	0	1
Frecuencia estaciones	64	54	92	88	108	406
Número de especies aisladas	7	13	22	15	20	

Tabla 4. Índices de similitud de los micromicetes arenícolas que se aislaron en los cuatro transectos en Barra de Navidad, Jalisco.

Pares de transectos comparados	Número de especies comunes	Índice de Similitud
I-II	8	55
I-III	14	60
I-IV	10	54
II-III	6	30
II-IV	12	67
III-IV	11	56
I y II-III y IV	15	57

Tabla 5. Índices de similitud de los micromicetes arenícolas que se aislaron en las cinco estaciones de los cuatro puntos de recolección en Barra de Navidad, Jalisco.

Pares de estaciones comparadas	Número de especies comunes	Índice de Similitud
1-2	7	70
1-3	7	47
1-4	2	16
1-5	1	7
2-3	10	55
2-4	6	40
2-5	3	18
3-4	12	60
3-5	10	46
4-5	10	54

registrada en Sierra Leona, Africa Oriental (Océano Atlántico) como la especie más común en la espuma marina (Aleem, 1980). También se había encontrado antes en Alemania (Schaumann, 1972; Schmidt, 1974), Japón (Tokura, 1982) y más recientemente en la India (Ravikumar y Purushothaman, 1988). En este trabajo es la primera vez que se informa su presencia en la costa del Océano Pacífico en América y constituye un nuevo registro para México.

Corollospora maritima es un hongo cosmopolita por lo que se localiza en las zonas templadas, subtropicales y tropicales del mundo (Kohlmeyer, 1983). Particularmente en México, esta especie está registrada en la costa del Océano Atlántico y en el Océano Pacífico (estado de Oaxaca) (Kohlmeyer, 1968, 1980, 1984; Kohlmeyer y Kohlmeyer, 1971). En este estudio se registró por segunda vez en el Océano Pacífico para el estado de Jalisco.

Los resultados sobre los índices de similitud que permitieron comparar la composición de especies en los cuatro transectos y las cinco estaciones (Tablas 4 y 5) se pueden explicar al considerar las diferencias entre varios factores como el uso de la playa, el número de bañistas e individuos que transitan por la playa, la temperatura, la salinidad, la variación en la cantidad y calidad de los nutrientes y la acción de las olas y de las mareas.

En general, no se observó un cambio entre las especies que se encontraron en las regiones marinas y terrestres. Estos resultados estuvieron afectados por los métodos de estudio de los aislamientos puesto que al utilizar agua de mar en los medios de cultivo favoreció el desarrollo de especies tolerantes a la sal y restringió o inhibió el de especies no tolerantes. Por lo tanto, además de las especies marinas estrictas se aislaron especies terrestres que tal vez sean marinas facultativas como *Microascus trigonosporus*, *Cladosporium cladosporioides*, *Aspergillus niger* y *Fusarium solani*.

No se encontró un incremento gradual en el número de especies que se aislaron al pasar del medio marino al terrestre. El mayor número de especies se obtuvo en la estación 3 (Tabla 3) probablemente porque dicha estación coincide con la zona donde el mar deposita sobre la arena de la playa restos orgánicos y otros materiales por acción de las mareas.

Una diversidad elevada de especies establece en el ambiente una alta estabilidad, predictibilidad y productividad ecológica (Pielou, 1975). Como el endopsamón de Barra de Navidad, Jalisco, mostró la existencia de una micobiota diversa, se estima que el ambiente es estable. Otra consecuencia de la diversidad alta, es la riqueza elevada de especies (Pielou, 1975), lo cual corresponde con el alto valor del índice de riqueza que se obtuvo. El índice de concentración de predominio fue bajo indicando que el dominio se encuentra compartido por varias especies endopsamófilas. Pielou (1975) menciona que el grado de predominio en las zonas tropicales tiende a ser bajo, lo cual concuerda con el resultado que se obtuvo en este trabajo.

Los micromicetes se consideran organismos indicadores del transporte de materiales en ambientes estuarinos (Cooke y Lacourse, 1975). En la laguna Barra de Navidad, por medio de la descarga del río Marabasco, corrientes mareales, acción de los vientos, precipitación, drenajes pluviales y urbanos, se introducen materiales que son transportados por las corrientes que rigen la circulación del agua en ese sistema hidrográfico. Newell (1976), al estudiar la sucesión fungosa durante la degradación de las semillas del mangle rojo (*Rhizophora mangle* L.) encontró en la primera etapa de la sucesión, una micobiota formada principalmente *Cladosporium cladosporioides*, *Alternaria alternata*, *Zygosporium masonii* y en la segunda etapa, *Aspergillus repens* y *Acremonium* sp. Como en el suroeste de la laguna Barra de Navidad existe una comunidad de mangles (Fig. 1) constituida en su mayor parte por *R. mangle* y todos los géneros

registrados por Newell (1976) se encontraron en la arena, todo indica que la circulación del agua transporta partes del mangle rojo hacia la bahía Navidad y posteriormente son depositados sobre la playa por medio de la acción de las olas del mar. Dicho patrón hidrográfico explica también la alta frecuencia de especies arenícolas no marinas en todos los transectos, así como su disminución gradual conforme aumentó la distancia de la boca puesto que los micromicetes endopsamófilos marinos estrictos no se encuentran en las playas de estuarios, sólo existen en la arena de playas expuestas al mar abierto (Kohlmeyer, com. pers.). Por consiguiente, es lógico que no se hayan aislado especies marinas en el transecto IV (dentro de la laguna Barra de Navidad), además, la situación de los transectos I, II y III tampoco fue adecuada para el aislamiento de las especies marinas estrictas ya que se encuentra altamente influenciada por el ambiente estuarino adyacente de la laguna Barra de Navidad. Igualmente, es clara la presencia de las especies marinas estrictas en el transecto I (punto de muestreo más lejano de la boca y con menor influencia de agua dulce Tabla 2).

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a las autoridades de sus instituciones respectivas el apoyo brindado a este trabajo. Se reconoce la ayuda del Dr. Jan Kohlmeyer, de la Dra. Evangelina Pérez-Silva y del Dr. Miguel Ulloa por las observaciones críticas al presente trabajo y al Biól. Calixto Benavides por su asistencia fotomicrográfica.

LITERATURA CITADA

- Aleem, A., 1980. Distribution and ecology of marine fungi in Sierra Leone (Tropical West Africa). *Bot. Mar.* 23: 679-688.
- Barron, G. L., 1971. Soil fungi. In: C. Booth (ed.), *Methods in Microbiology*. Vol. 4, Academic Press, Londres, pp. 403-427.
- Barron, G., R. Cain y J. Gilman, 1961. The genus *Microascus*. *Can. J. Bot.* 39: 1609-1631.
- Booth, C., 1971. Introduction to general methods. In: C. Booth (ed.), *Methods in Microbiology*. Vol. 4, Academic Press, Londres, pp. 1-47.
- CETENAL, 1988. *Carta topográfica de Cihuatlán*. (E-13-B-42) Comisión de Estudios del Territorio Nacional, México.
- CETENAL, 1989. *Carta topográfica de San Patricio*. (E-13-B-41) Comisión de Estudios del Territorio Nacional, México.
- Cooke, J. y J. Lacourse, 1975. A preliminary study of microfungi from the Connecticut river estuary. *Bull. Torr. Bot. Club.* 102: 1-6.
- González, M. C., 1992. *Hongos arenícolas de Barra de Navidad, Jalisco*. Facultad de Ciencias. UNAM. Tesis de Maestría en Ciencias, Biología.
- Hyde, K., 1986. Frequency of occurrence of lignicolous marine fungi in the tropics. In: S. T. Moss (ed.), *The Biology of Marine Fungi*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, pp. 311-322.
- Hyde, K., C. Farrant y E. Jones, 1987. Isolation and culture of marine fungi. *Bot. Mar.* 30: 291-303.
- Johnson T. y F. Sparrow, 1961. *Fungi in Oceans and Estuaries*. J. Cramer Verlag, Weinheim.

- Kirk, P. W., 1983. Direct enumeration of marine arenicolous fungi. *Mycologia* 75: 670-682.
- Kohlmeyer, J., 1966. Ecological observations on arenicolous marine fungi. *Zentr. All. Mikrobiol.* 6: 95-106.
- Kohlmeyer, J., 1968. Marine fungi from the tropics. *Mycologia* 60: 252-269.
- Kohlmeyer, J., 1980. Tropical and subtropical filamentous fungi of the western Atlantic ocean. *Bot. Mar.* 23: 529-544.
- Kohlmeyer, J., 1983. Geography of marine fungi. *Aust. J. Bot. Suppl. Ser.* 10: 67-76.
- Kohlmeyer, J., 1984. Tropical marine fungi. *Mar. Ecol.* 5: 329-378.
- Kohlmeyer, J. y E. Kohlmeyer, 1971. Marine fungi from tropical America and Africa. *Mycologia* 63: 831-861.
- Kohlmeyer, J. y E. Kohlmeyer, 1979. *Marine Mycology. The Higher Fungi.* Academic Press, Nueva York.
- Kohlmeyer, J. y B. Volkamnn-Kohlmeyer, 1991. Illustrated Key to the filamentous higher marine fungi. *Bot. Mar.* 34: 1-61
- Lambe, T. y R. Whitman, 1981. *Mecánica de Suelos.* Limusa, México.
- Margalef, R., 1958. Information theory in ecology. *Gen. Syst.* 3: 36-71.
- Nakagiri, A. y K. Tubaki, 1982. A new marine ascomycete and its anamorph from Japan. *Trans. Mycol. Soc. Japan.* 23: 101-110.
- Newell, S., 1976. Mangrove fungi: the succession in the microflora of red mangrove (*Rhizophora mangle* L.) seedling. In: E. B. G. Jones (ed.), *Recent Advances in Aquatic Mycology.* Wiley, Nueva York, pp. 51-91.
- Pielou, E. C., 1975. *Ecological Diversity.* Wiley, Nueva York.
- Ranzoni, F., 1968. Fungi isolated in culture from soils of the Sonoran desert. *Mycologia* 60: 356-371.
- Ravikumar, D. y A. Purushothaman, 1988. *Corollospora intermedia* a lignicolous marine fungus from India. *Curr. Sci. (Bangalore)* 57: 898-899.
- Rees, G. y E. Jones, 1985. The fungi of a coastal sand dune system. *Bot. Mar.* 28: 213-220.
- Rodríguez, S., 1988. *Resumen Climatológico y meteorológico (1987-1988) para la localidad de Barra de Navidad, Jalisco, México.* II Informe Institucional, Lab. de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Guadalajara.
- Schaumann, K., 1972. *Corollospora intermedia* (Ascomycetes, Halosphaeriaceae) vom sandstrand der Insel Helgoland (Deutsche Bucht.). *Veroeff. Inst. Meeresforsch. Bremerhaven* 14: 13-22.
- Schmidt, I., 1974. Höhere Meerespilze der Ostsee. *Biol. Rundsch* 12: 96-112.
- Shannon, C. E. y W. Weaver, 1949. *The Mathematical Theory of Communication.* University of Illinois Press, Urbana.
- Simpson, E. H., 1949. Measurement of diversity. *Nature* 163: 688.
- Sorensen, T., 1948. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content and its application to analyses of the vegetation on Danish commons. *Kongel. Danske Vidensk. Selsk. Biol. Skr.* 5: 1-34
- Tokura, R., 1982. Arenicolous marine fungi from Japanese beaches. *Trans. Mycol. Soc. Jpn.* 23: 423-433.
- Tokura, R., 1984. Sand-inhabiting marine fungi from Japanese beaches. *Bot. Mar.* 27: 567-569.
- Wagner, A., 1957. *The use of the unified soil classification system by the bureau of reclamation.*

- Proc. 4th. Inter. Conf. Soil Mech. Found. Eng. Londres.
- Wagner-Merner, D., 1972. Arenicolous fungi from the south and central gulf coast of Florida. *Nov. Hed.* 23: 915-922.
- Zambrano, G. y C. Casas-Campillo, 1959. Presencia y contenido de levaduras en suelos tropicales de México. *Rev. Lat-amer. Microbiol.* 2: 77-88