

00361

13
2ej.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE CIENCIAS
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN
HONGOS ARENÍCOLAS DE BARRA DE
NAVIDAD, JALISCO.**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:
MAESTRA EN CIENCIAS (BIOLOGÍA)**

**P R E S E N T A
MARÍA DEL CARMEN AUXILIO
GONZÁLEZ VILLASEÑOR**

MÉXICO. D. F.

1992



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	7
RESUMEN-SUMMARY.....	13
1.0 INTRODUCCIÓN.....	15
1.1 DEFINICIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	15
1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
1.3 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
2.0 MATERIALES Y MÉTODOS.....	22
2.1 ÁREA DE ESTUDIO.....	22
2.2 FACTORES CLIMÁTICOS E HIDROGRÁFICOS.....	25
2.3 RECOLECCIÓN DE LAS MUESTRAS.....	25
2.4 AISLAMIENTO DE LOS HONGOS.....	30
2.5 IDENTIFICACIÓN DE LOS HONGOS.....	34
2.6 PRESERVACIÓN DE LOS HONGOS.....	34
2.7 CUANTIFICACIÓN DE FACTORES AMBIENTALES ABIÓTICOS..	34
2.8 ANÁLISIS DE LOS DATOS.....	35
2.8.1 FRECUENCIA DE LOS HONGOS ARENÍCOLAS.....	35
2.8.1.1 FRECUENCIA RELATIVA.....	35
2.8.1.2 PORCENTAJE DE FRECUENCIA RELATIVA.....	35
2.8.1.3 ÍNDICE DE SIMILTUD.....	35
2.8.1.4 ANÁLISIS DEL GRADIENTE.....	36
2.8.2 DIVERSIDAD DE LOS HONGOS ARENÍCOLAS.....	36
2.8.2.1 ÍNDICE DE DIVERSIDAD GENERAL.....	36
2.8.2.2 ÍNDICE DE UNIFORMIDAD O EQUIPARABILIDAD.....	37
2.8.2.3 ÍNDICE DE CONCENTRACIÓN DEL PREDOMINIO.....	37
2.8.2.4 ÍNDICE DE RIQUEZA O VARIEDAD DE ESPECIES.....	38
2.8.3 FUNCIÓN ECOLÓGICA DE LOS HONGOS ARENÍCOLAS.....	39
2.8.4 AISLAMIENTO DE DERMATOMICETOS ARENÍCOLAS.....	39
3.0 RESULTADOS.....	41
3.1 FRECUENCIA DE LOS HONGOS ARENÍCOLAS.....	41
3.2 DIVERSIDAD DE LOS HONGOS ARENÍCOLAS.....	58
3.3 FUNCIÓN ECOLÓGICA DE LOS HONGOS ARENÍCOLAS.....	60
3.4 AISLAMIENTO DE DERMATOMICETOS ARENÍCOLAS.....	71

4.0	DISCUSIÓN.....	73
4.1	FRECUENCIA DE LOS HONGOS ARENÍCOLAS.....	73
4.2	DIVERSIDAD DE LOS HONGOS ARENÍCOLAS.....	81
4.3	FUNCIÓN ECOLÓGICA DE LOS HONGOS ARENÍCOLAS.....	83
4.4	AISLAMIENTO DE DERMATOMICETOS ARENÍCOLAS.....	85
5.0	CONCLUSIONES.....	88
	GLOSARIO.....	89
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	91

RESUMEN

Se investigó la frecuencia, diversidad y acción ecológica de los micromicetos arenícolas en Barra de Navidad, Jalisco. El número total de aislamientos fue de 406 pertenecientes a los zigomicetos, deuteromicetos, ascomicetos y basidiomicetos. La especie más frecuente fue *Microascus trigonosporus* Emmons et Dodge de origen terrestre. Solamente se aislaron en forma esporádica dos especies marinas estrictas, *Corollospora maritima* Werdermann y *Corollospora intermedia* Schmidt, la última de las cuales es un nuevo registro para México, igual que el micromiceto marino facultativo *Drechslera halodes* (Drechsler) Subram. et Jain. Debido a que el sistema hidrográfico de Barra de Navidad favorece la prevalencia de las condiciones estuarinas en la mayor parte de la bahía de Navidad, la micobiota estuvo constituida principalmente por deuteromicetos de origen terrestre. La diversidad ecológica de la micobiota arenícola resultó elevada a pesar de que el endopsamon es un ambiente con condiciones extremas e inestables. Todas las especies que se encontraron son saprobias, cuya acción ecológica predominante fue la biodegradación de sustratos con almidón y en menor grado con celulosa, lignina y queratina. De dichas especies, 21 están consideradas como saprobias oportunistas potencialmente patógenas del hombre.

SUMMARY

The frequency, distribution and ecological action of marine arenicolous fungi in Barra de Navidad, Jalisco, were investigated. The total number of fungal isolates was 406 belonging to the Zygomycetes, Deuteromycetes, Ascomycetes and Basidiomycetes. The most frequent micromycete found were *Microascus trigonosporus* Emmons et Dodge of terrestrial origin. Only two strict marine species were sporadically isolated, *Corollospora maritima* Werdermann and *Corollospora intermedia* Schmidt; the last species is now record for México and also the micromycete marine facultative *Drechslera halodes*. Because the hydrographic system of Barra de Navidad favors the prevalence of the estuarine conditions in the greatest part of the bay of Navidad, the mycobiota is mainly constituted by deuteromycetes of terrestrial origin. The ecological diversity of the arenicolous mycobiota was elevated in spite that the endopsamon is a extreme and unstable environment. All the species found were saprobiotic and their predominant action was the biodegradation of substrates with starch and in a lesser degree cellulose, lignine and cheratin. Of such species, 21 are considered as saprobiotic potentially pathogenic to man.

1.1 DEFINICIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

Los micromicetos que viven en las playas marinas de tipo arenoso habitan entre o sobre los granos de arena. Estos microorganismos, denominados micromicetos arenícolas o del endopsamon, poseen importancia relevante en el aspecto ecológico.

En la actualidad, no se conocen totalmente las acciones que realizan los micromicetos arenícolas en esos hábitats, pero se sabe que juegan un papel primordial como descomponedores primarios de todos los sustratos orgánicos que el mar deposita en la playa por medio de las olas, de tal forma, que contribuyen a remineralizar y reciclar los nutrientes en ese ambiente, considerado adverso por sus condiciones extremas e inestables de salinidad, humedad, temperatura y radiación solar.

La naturaleza de los sustratos que degradan los micromicetos arenícolas depende de la situación geográfica de la playa. Por lo general, son sustratos que contienen celulosa, lignina y quitina, como por ejemplo, algas; hojas y rizomas de los pastos marinos (*Posidonia*, *Thalassia* y *Zostera* spp.); partes de las plantas de marismas (*Juncus* y *Spartina* spp.); hojas, ramas, raíces y semillas de los mangles (*Rhizophora*, *Avicennia* y *Laguncularia* spp.); plumas y heces de las aves marinas; basura orgánica que el hombre deposita en la playa.

Aunque los micromicetos arenícolas por lo común son saprobios, existen también en la arena de la playa especies patógenas y potencialmente patógenas del hombre al que le ocasionan diversos tipos de micosis, como la aspergilosis, la candidiasis, la cromomicosis, la dermatomicosis, la mucormicosis, la onicomicosis y la otomicosis.

Los micromicetos arenícolas de las regiones costeras 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.

México cuenta con extensos litorales en el océano Pacífico, Golfo de México y Mar Caribe. Sin embargo, en la actualidad el conocimiento que existe sobre los micromicetos arenícolas de esas regiones es casi nulo. La única información disponible trata sobre aspectos taxonómicos y morfológicos de algunas especies de micromicetos arenícolas marinos obtenidos en forma casual y esporádica (KOHLMAYER 1968, 1980, 1984, KOHLMAYER Y KOHLMAYER 1971).

En resumen, en nuestro país no se han realizado estudios sobre la frecuencia, diversidad y papel ecológico que desarrollan los micromicetos arenícolas en las regiones costeras. Como consecuencia, la micobiota de dichos lugares se encuentra poco estudiada, por lo que es urgente comenzar a describir las especies de esos hábitats. Es importante y fascinante investigar los micromicetos arenícolas de las costas de México porque su disposición espacial y adaptaciones fisiológicas se desconocen, además, existe la potencialidad de descubrir micromicetos que sean útiles al hombre desde el punto de vista industrial y biotecnológico porque se pueden obtener de ellos nuevos antibióticos, enzimas y muchas sustancias más.

Ecológicamente hablando, las acciones de los micromicetos que habitan en la arena de la playa forman parte de la compleja ecología de las regiones costeras. Participan significativamente en el proceso de descomposición de los restos orgánicos que el mar o el hombre deposita en la playa produciendo como resultado detritus y sustancias de elevado valor nutricional para los organismos que viven en la arena de la playa y aguas costeras. Muy particularmente, los micromicetos del endopsamon son importantes en la cadena trófica porque son los primeros colonizadores de los sustratos que contienen celulosa y lignina, mientras que las bacterias colonizan dichos sustratos en orden secundario.

Por otra parte, algunos de los micromicetos arenícolas son patógenos del hombre. Este aspecto tiene importancia vital porque atenta contra la salud de personas susceptibles e indefensas que se exponen a la arena de la playa.

La ausencia de estudios formales sobre la micobiota arenícola de las playas de México despertó el interés en investigar la región de Barra de Navidad, Jalisco. Este lugar es importante económicamente por la gran afluencia de turistas mexicanos y extranjeros que recibe durante todo el año a causa de su gran belleza y riqueza natural.

De acuerdo con lo anterior, se consideró necesario realizar el presente estudio. Su propósito consistió en determinar la frecuencia y diversidad de los micromicetos arenícolas paralelamente a las acciones que desarrollan como saprobios y patógenos del hombre con la finalidad de contribuir al conocimiento de la micoecología en la región de estudio.

Por último, cabe aclarar que se trató de una investigación de tipo básico y exploratorio. Se espera que sirva de estímulo y fundamento para posteriores estudios.

1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Concretamente, los objetivos de la investigación que se plantearon fueron los siguientes:

- 1.- Iniciar en México investigaciones formales y sistemáticas sobre los micromicetos arenícolas de las zonas costeras de nuestro país.
- 2.- Valorar la frecuencia y diversidad ecológica de los micromicetos arenícolas en Barra de Navidad, Jalisco.
- 3.- Estimar *in vitro* la función ecológica que los micromicetos arenícolas realizan como saprobios en Barra de Navidad, Jalisco.
- 4.- Investigar la existencia de dermatomicetos arenícolas patógenos del hombre en Barra de Navidad, Jalisco, mediante el empleo de la técnica de aislamiento de STOCKDALE (1971).

1.3 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

En general, la información que existe sobre la micobiota de la arena de la playa es escasa y reciente. Trata principalmente aspectos taxonómicos, morfológicos y en menor grado ecológicos (KOHLMAYER Y KOHLMAYER 1979).

El estudio de los micromicetos arenícolas es complejo debido a que en la arena de la playa se encuentran mezclados en proporción variable tres grupos ecológicos de hongos: a) marinos estrictos u obligatorios, b) marinos facultativos y c) no marinos (dulceacuícolas y terrestres) (KOHLMAYER 1966a) que poseen distintas estrategias de vida como: a) ruderal o zimógena, b) estrés-tolerante o autóctona y c) de sobrevivencia o escape (PUGH 1980).

Existe una micobiota zimógena constituida principalmente por formas terrestres, sobrepuesta a la autóctona, formada por hongos marinos que son los componentes de la auténtica micobiota arenícola (REES Y JONES 1985). Podemos reconocer dichos hongos por su adaptación morfológica y fisiológica al ambiente donde viven.

Los géneros considerados arenícolas autóctonos son *Alternaria* sp., *Asteromyces cruciatus* Moreau et Moreau ex Hennebert, *Carbosphaerella* spp., *Corollospora* spp., *Dendryphiella arenaria* Nicot, *Lindra marina* Meyers, *Lulworthia lignoarenaria* Koch et Jones, *Nia vibrissa* Moore et Meyers y *Varicosporina ramulosa* Meyers et Kohlm.

(KOHLMAYER Y KOHLMAYER 1979, TOKURA 1982, 1984, KOCH Y JONES 1984).

De los nueve géneros arenícolas autóctonos, se reconoce que *Corollospora* Werderm. (Ascomycetes) es el que incluye más especies dentro de la familia Halosphaeriaceae (NAKAGIRI Y TOKURA 1987). Sólo tiene representantes marinos e incluye hasta el presente 15 especies (KOHLMAYER Y VOLKMANN-KOHLMAYER 1991), de las cuales *C. maritima* es la más frecuente porque es cosmopolita (KOHLMAYER 1983).

En general, el género *Corollospora* se ha estudiado extensamente desde el punto de vista taxonómico, por eso se han descrito los anamorfos de las especies *C. intermedia* (= *Varicosporina prolifera*), *C. ramulosa* (= *Varicosporina prolifera*) y *C. luteola* (= *Sigmoidea luteola*) (NAKAGIRI 1986, 1988, NAKAGIRI Y TUBAKI 1982). Asimismo, su morfología se conoce con detalle (KOHLMAYER 1966b, KOHLMAYER Y KOHLMAYER 1979, KOHLMAYER Y VOLKMANN-KOHLMAYER 1987a, NAKAGIRI Y TUBAKI 1986), aunque no se puede afirmar lo mismo de su fisiología (MEYERS Y SCOTT 1967, BEBOUT et al. 1987). Su ciclo de vida comienza cuando las ascosporas son depositadas sobre la arena de la playa por medio de la acción de las olas e inmediatamente comienzan a germinar formando un micelio abundante que se ramifica entre los granos de arena y utiliza para nutrirse sustratos orgánicos constituidos principalmente por celulosa y lignina. Después de cierto tiempo, se forman conidiosporas y cuando las condiciones del medio ambiente son propicias producen sus ascomas (peritecios) sobre los granos de arena, fragmentos de conchas u otros materiales duros, a los cuales se adhieren fuertemente por medio de un subículo. Cuando los peritecios alcanzan la madurez liberan las ascosporas que quedan suspendidas en el agua y espuma de las olas del mar, cuyo movimiento se encarga de dispersarlas y depositarlas en otro lugar (KOHLMAYER Y KOHLMAYER 1979).

Los micromicetos arenícolas marinos estrictos y facultativos son difíciles de aislar y cultivar porque son especies autóctonas, mientras que los no marinos tienen un estilo de vida ruderal o zimógeno, por lo que resulta relativamente fácil su estudio.

Los primeros trabajos publicados sobre los micromicetos que habitan en la arena de la playa informan de la frecuencia de especies no marinas como *Cladosporium herbarum* (Pers.) Link ex S. F. Gray, *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler, *Aspergillus nidulans* (Eidam) Wint. *Fusarium oxysporum* Schlecht., *Chaetomium cochlioides* Palliser, *Trichoderma lignorum* (Tode) Harz, *Penicillium* spp., etc. que son las mismas que se encuentran normalmente en suelos no marinos (MOREAU Y MOREAU 1941, BROWN 1958, NICOT 1958, APINIS Y CHESTERS 1964, DICKINSON Y KENT 1972).

Por esta razón, durante un tiempo los micólogos dudaron sobre la existencia de especies marinas estrictas y facultativas en la arena de la playa. Con el paso del tiempo se empezaron a aislar en forma ocasional e irregular, micromicetos marinos arenícolas, pero aún así se dudaba de su estatus arenícola. Solamente KOCH (1974) demostró la presencia de dichos micromicetos en la arena de la playa. Más recientemente, gracias a varios estudios, se estableció la existencia indudable de los micromicetos arenícolas marinos estrictos y facultativos, los cuales pueden ser aislados regularmente si se utilizan las técnicas adecuadas (KOHLMAYER Y KOHLMAYER 1979, REES et al. 1979, KOHLMAYER Y CHARLES 1981, TOKURA 1984).

Desde entonces, el interés prevalente que estimula el estudio de los micromicetos arenícolas es el de aislar y describir las nuevas especies que conforman la micobiota autóctona, restándole importancia al aspecto ecológico que incluye investigaciones sobre la abundancia, diversidad, disposición espacial y acciones que desarrollan conjuntamente los micromicetos arenícolas marinos estrictos, marinos facultativos y no marinos en esos hábitats particulares. Por esta razón se encuentran publicados pocos trabajos sobre la micobiota integral de la arena de las playas marinas. Incluso, algunos artículos enfocan su interés al aspecto biomédico.

Como una parte del ciclo de vida de los micromicetos marinos arenícolas se efectúa en el agua del mar, no solamente pueden ser aislados de la arena, sino también de la espuma de las olas que se rompen en la costa (KOHLMAYER 1966a, WAGNER-MERNER 1972, ALEEM 1980, KIRK 1983).

PUGH (1962 a,b), PUGH et al. (1963) y PUGH Y NICOT (1964) realizaron una serie de trabajos sobre la morfología y ecología de los micromicetos arenícolas marinos y terrestres.

PITTS Y COWLEY (1974) efectuaron un trabajo sobre la micobiota del hábitat del cangrejo *Uca pugilator* en la bahía de Winyah, Carolina del Sur, donde encontraron 29 especies de micromicetos no marinos arenícolas, de los cuales, los más abundantes fueron *Rhodotorula mucilaginoso* (Jörg) Harrison, *Trichoderma lignorum* (Tode) Hartz, *Cephalosporium roseo-griseum* Saksena, *C. acremonium* Corda, *Penicillium spinulosum* Thom y *Aspergillus terreus* Thom.

TOKURA (1982) observó en la arena de las playas de Japón, 10 especies de micromicetos marinos arenícolas que fueron *Carbosphaerella leptosphaerioides* Schmidt, *C. pleosporoides* Schmidt, *Corollospora intermedia* Schmidt, *C. lacera* (Linder in Barghoorn et Linder) Kohl., *C. maritima* Werdermann, *C. pulchella* Kohlm., Schmidt et Nair, *C. trifurcata* (Höhnk) Kohlm., *Corollospora* sp., *Lindra* sp. y

Lulworthia sp. Dos años después, el mismo autor encontró además, *Asteromyces cruciatus* Moreau et Moreau ex Hennebert, *Arenariomyces trifurcatus* Höhnk, *Lindra thalassiae* Orpurt, Meyers, Boral et Simms, *Crinigera maritima* Schmidt, *Nia vibrissa* Moore et Meyers y *Varicosporina ramulosa* Meyers et Kohlm. (TOKURA 1984).

REES Y JONES (1985) estudiaron bajo un aspecto ecológico los micromicetos arenícolas en la costa noroeste de Jutland, Dinamarca. Encontraron 47 especies, de las cuales 13 especies fueron marinas y las restantes no marinas. Para aislar los hongos utilizaron carnadas en cámaras húmedas e inoculación directa de placas de agar con el suelo arenoso. *Cladosporium* sp., *Corollospora maritima* Werdermann y *Fusarium* sp. fueron los tres hongos más frecuentemente aislados por esos autores.

Respecto a los micromicetos arenícolas patógenos del hombre está el trabajo de DABROWA et al. (1964) quienes informaron la existencia de 30 especies patógenas y potencialmente patógenas en cuatro áreas del sur de California. También está el estudio efectuado por KISHIMOTO Y BAKER (1969) en Oahu, Hawai donde aislaron 11 especies patógenas. Otra investigación fue la que realizaron BERGEN Y WAGNER-MERNER (1977) en la bahía de Tampa, Florida, donde aislaron 26 dermatomicetos potencialmente patógenos del hombre.

En las costas de México sólo se han realizado estudios sobre los micromicetos arenícolas marinos estrictos. Existen 8 especies registradas de los estados de Baja California Sur, Oaxaca, Quintana Roo, Veracruz y Yucatán. Dichas especies son: *Arenariomyces trifurcatus* Höhnk que se encontró en Punta Morena, Cozumel, Q. R., playa San Francisco, Cozumel, Q. R., playa Los Cocos, Cozumel, Q. R. y Progreso, Yuc. (KOHLMAYER 1984); *Corollospora maritima* Werdermann en Castillo Real, Cozumel, Q. R., playa Los Cocos, Cozumel, Q. R., playa San Francisco, Cozumel, Q. R., Punta Tormentos, Cozumel, Q. R., Progreso, Yuc. y La Ventosa cerca de Salina Cruz, Oax. (KOHLMAYER 1968, 1980, 1984, KOHLMAYER Y KOHLMAYER 1971); *Corollospora pulchella* Kohlm., Schmidt et Nair en Castillo Real, Cozumel, Q. R., Punta Morena, Cozumel, Q. R. y La Ventosa cerca de Salina Cruz, Oax. (KOHLMAYER 1968, 1984); *Corollospora trifurcata* (Höhnk) Kohlm. en Progreso, Yuc. y La Ventosa cerca de Salina Cruz, Oax. (KOHLMAYER 1968, 1980, KOHLMAYER Y KOHLMAYER 1971); *Lindra thalassiae* Orpurt, Meyers, Boral et Simms en Isla Carmen, Puerto Ballandra, B. C. S., playa Los Cocos, Cozumel, Q. R., playa San Francisco, Cozumel, Q. R. y Punta Tormentos, Cozumel, Q. R. (KOHLMAYER 1984); *Lindra marinera* Meyers en Progreso, Yuc. (KOHLMAYER Y KOHLMAYER 1971, KOHLMAYER 1980); *Nia vibrissa* Moore et Meyers en Castillo Real, Cozumel, Q. R. (KOHLMAYER 1984) y *Varicosporina ramulosa* Meyers et Kohlm. en Castillo Real,

Cozumel, Q. R., playa Los Cocos, Cozumel, Q. R. y Progreso,
Yuc. (KOHLMAYER Y KOHLMAYER 1971, KOHLMAYER 1980, 1984).

2.1 ÁREA DE ESTUDIO

La región de Barra de Navidad se encuentra en el litoral americano del océano Pacífico en el estado de Jalisco, México (Figura 1). 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. Comprende la barra arenosa de la laguna de Barra de Navidad y la playa de arena de la bahía de Navidad (Figura 2).

Los términos estero y albufera han sido aplicados incorrectamente para denominar la laguna de Barra de Navidad. Ecológicamente, es un sistema lagunar-estuarino (DAY Y YAÑEZ-ARANCIBIA 1979) y geomorfológicamente una laguna costera típica (PHLEGER 1969). De acuerdo a su origen geológico es del tipo III (frente de barrera) subtipos A y B (LANCKFORD 1977).

La laguna tiene forma rectanguloide. Mide 3.5 km de largo por 1.5 km de ancho, con una superficie aproximada de 3.6 km² (360 ha) (ESCOBAR Y LÓPEZ-DELLAMARY 1981) (Figura 8). En el extremo oeste posee una barrera protectora de arena de 30 a 40 m de ancho que la separa de la bahía de Navidad y deja solo una comunicación con el mar por medio de una boca permanente que presenta 170 m de ancho (Figuras 9, 10). Los datos batimétricos revelan la naturaleza poco profunda de la laguna (7 m de profundidad máxima). Se encuentra limitada al norte por el poblado de Barra de Navidad, Jalisco y al sur por el ejido de San Francisco, Colima. En el suroeste desemboca el río Marabasco cuyo principal afluente es el río Arroyo Seco y en el oeste está rodeada por una comunidad de mangles (CETENAL, 1989).

La bahía de Navidad tiene una extensión de 5.5 km. Una playa arenosa de 4.8 km se extiende desde el poblado de San Patricio, Jalisco (Melaque) hasta la localidad de Barra de Navidad, Jalisco. Su profundidad varía de 6 a 20 metros. En la parte central de la bahía, paralela a la playa, se localiza una laguna de agua dulce denominada Los Otates (Figura 11) (CETENAL, 1988).

En la mayor parte del área de estudio, el suelo se encuentra ocupado por asentamientos humanos y desarrollos urbanísticos. La vegetación en las zonas inalteradas por el hombre está constituida por selva baja caducifolia y manglar. El tipo de suelo es regosol éutrico de textura gruesa (CETENAL 1975, 1976).

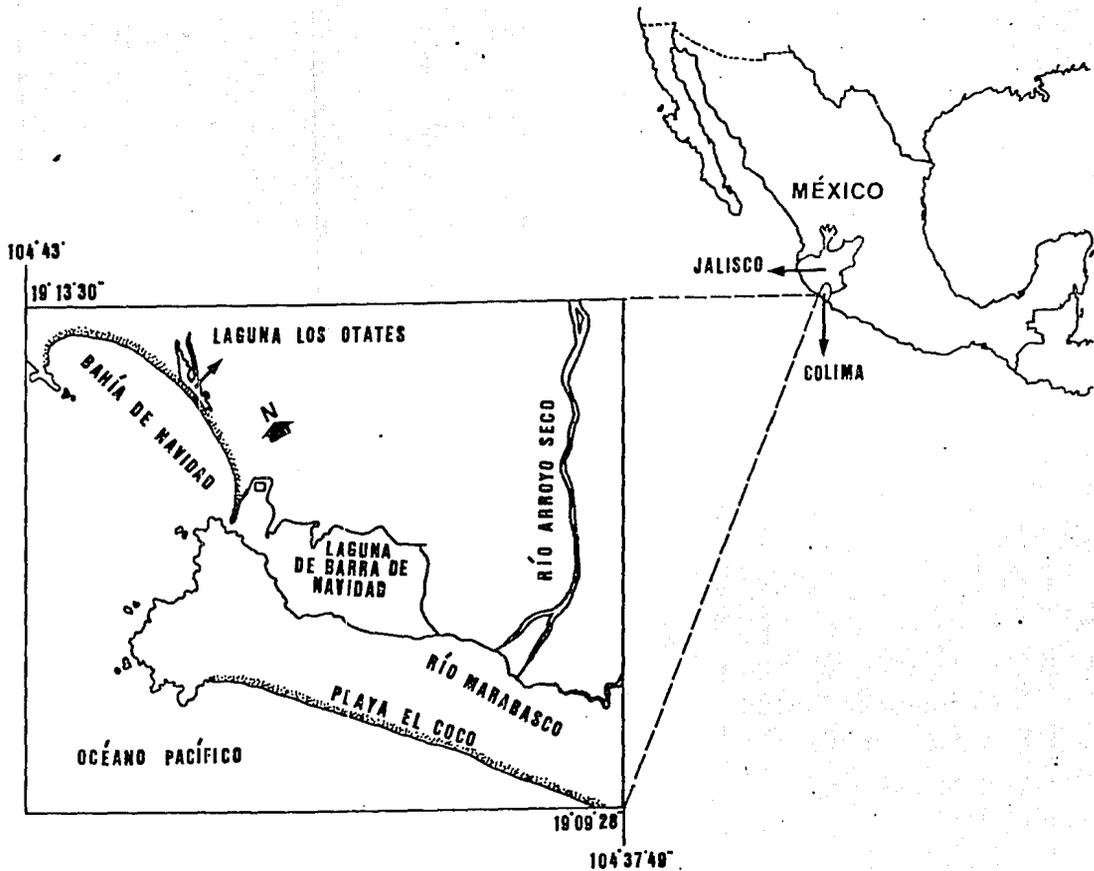


Figura 1. Mapa de la zona de estudio ubicada en el límite de los estados Jalisco y Colima, México. Escala gráfica 1:50 000. (Fuente: CETENAL 1988,1989).

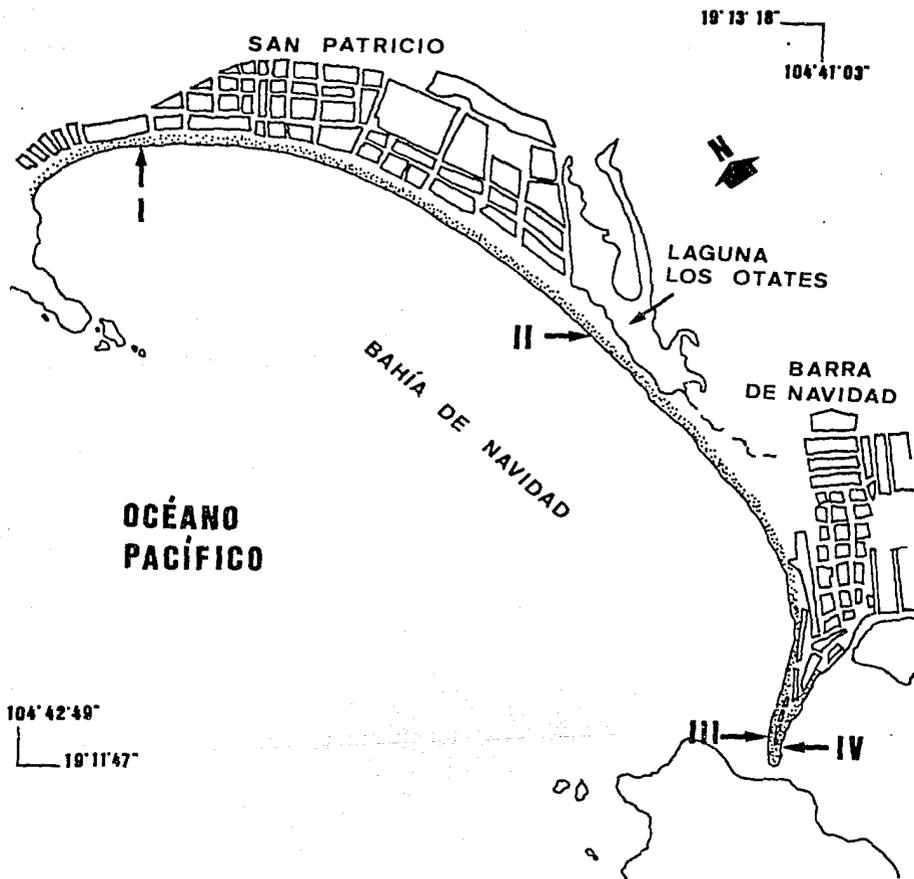


Figura 2. Mapa que muestra la situación de los cuatro puntos de recolección (transectos I, II, III y IV) en Barra de Navidad, Jalisco, México. (Fuente: CETENAL 1989).

2.2 FACTORES CLIMÁTICOS E HIDROGRÁFICOS

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 oscilación anual de temperaturas medias mensuales isotermal (4.5 °C) (RODRÍGUEZ 1988).

El patrón mareal de la laguna de Barra de Navidad es similar al de la costa del Pacífico oriental descrito como semidiurno (aproximadamente dos mareas altas y dos bajas alternadas por día). También suceden mareas de tipo mezclado (semidiurnas con diurnas) y diurnas (aproximadamente una marea alta y una baja por día). En la laguna de Barra de Navidad existe un efecto de amortiguamiento de las mareas (menos de 15 cm de diferencia entre la marea teórica y la observada) acompañado de un fenómeno de latencia (90 minutos de retraso) causado por el estrangulamiento de la boca (ALVAREZ DEL CASTILLO 1983).

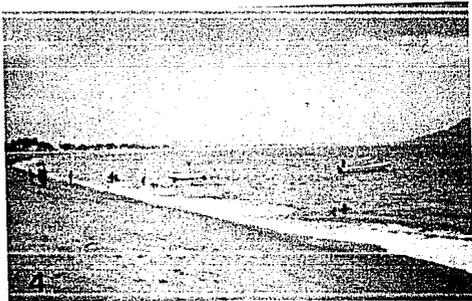
En la laguna de Barra de Navidad la circulación del agua depende principalmente de la acción de las mareas y en menor grado de los vientos y aportes fluviales. El principal aporte fluvial de la laguna proviene del río Marabasco con una elevación de origen de 2600 msnm y con una área de cuenca de 2105 km² (RODRÍGUEZ 1988).

2.3 RECOLECCIÓN DE LAS MUESTRAS

Con la finalidad de poder estudiar los micromicetos arenícolas de la región de Barra de Navidad, se siguió el método de muestreo citado por REES Y JONES (1985) que se modificó para adecuarlo a la zona de estudio y el de KOHLMAYER Y KOHLMAYER (1979).

En la región de estudio se trazaron cuatro transectos, tres situados en la bahía de Navidad y uno en la ribera sureste de la Laguna de Barra de Navidad (Figura 2). Como se mencionó en la sección 2.1, la playa de la bahía de Navidad tiene una extensión total de 4.8 km, por lo que se trazaron tres transectos. El tercero estuvo separado 0.35 km de la boca de la laguna y 2.10 km del segundo transecto, y éste separado por la misma distancia del primero. El primer transecto se localizó frente al poblado de San Patricio (Figuras 3 y 4) y el tercero frente a la localidad de Barra de Navidad (Figura 6), quedando el segundo situado entre ambas poblaciones y colindante con la laguna Los Otates (Figura 5). En la ribera de la Laguna de Barra de Navidad se trazó el cuarto transecto en la playa sureste de la barra arenosa (Figura 7).

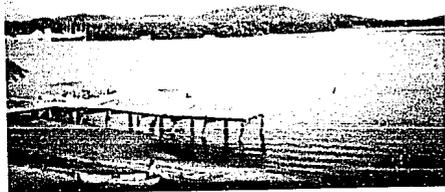
Figuras 3 - 7. Localización de los lugares de recolección de micromicetos arenícolas en Barra de Navidad, Jalisco. 3 - 4. Primer transecto frente a San Patricio, Jalisco. 5. Segundo transecto entre San Patricio y Barra de Navidad, colindante con la laguna Los Otates. 6. Tercer transecto frente a Barra de Navidad, Jalisco. 7. Cuarto transecto en la barrera arenosa en la ribera de la laguna de Barra de Navidad.



Figuras 8 - 13. Características de la zona de estudio.

8. Laguna de Barra de Navidad. 9. Barrera protectora de arena situada en el oeste de la laguna de Barra de Navidad. 10. Boca que comunica permanentemente la laguna de Barra de Navidad con la bahía de Navidad. 11. Laguna Los Otates. 12. Estación 5 del transecto II constituida por dunas firmemente establecidas y colonizadas por plantas del género *Mimosa*. 13. Estación 3 del transecto III donde se aprecia la línea donde el mar deposita restos orgánicos por la acción de las mareas.

8



9



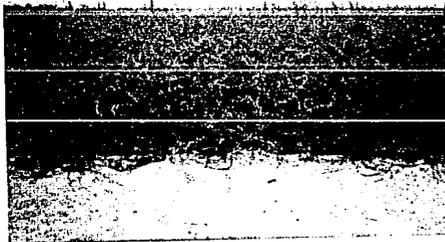
10



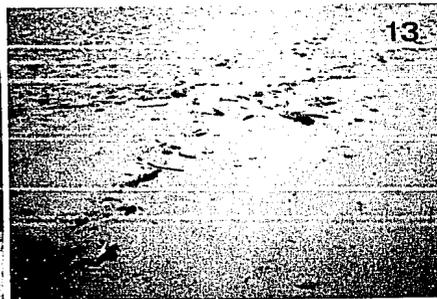
11



12



13



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. La primera estación denominada línea de la costa (shoreline), se encuentra en la zona donde el último espacio del continente queda descubierto por el mar. Este lugar está sujeto a la acción continua del oleaje por lo que su salinidad varía poco. La segunda estación costa media (midshore), se localiza entre la marca más alta del agua y la primera zona. Su salinidad fluctúa debido a la desecación provocada por el viento y físicamente es más estable que la primera zona ya que el efecto de las olas es más reducido. La tercera estación, frente a las dunas (foredune), es la zona que coincide con la línea donde el mar deposita restos orgánicos por la acción de las mareas (Figura 13). La cuarta estación, entre las dunas (interdune), es la zona donde la desecación es prolongada, además la arena se mueve por la acción del viento y repentinamente puede inundarse cuando ocurren tempestades. La quinta y última estación se encuentra detrás de las dunas (backdune). Está constituida por dunas terrestres firmemente establecidas y colonizadas por plantas (Figura 12).

En cada una de las estaciones de los cuatro transectos se tomó en forma aséptica una muestra de la arena superficial del suelo de la playa durante la marea baja. El tamaño de la muestra fue diferente en cada una de las técnicas que se utilizaron para aislar los micromicetos, por lo que la cantidad de arena que se colectó se menciona en la parte siguiente. El trabajo se realizó en julio de 1991.

2.4 AISLAMIENTO DE LOS HONGOS

Para aislar los micromicetos arenícolas marinos estrictos, marinos facultativos (métodos I y II), terrestres (método III) y dermatomicetos patógenos del hombre (método IV) de la región de Barra de Navidad, se utilizaron cuatro métodos específicos de aislamiento que se explican a continuación.

I Sustratos naturales (carnadas) (REES Y JONES 1985)

Se recolectaron aproximadamente 5 g de arena y se pusieron asépticamente en un frasco que contenía la carnada,

ambos previamente esterilizados. Los tipos de carnadas que se utilizaron en este trabajo fueron semillas de maíz, palitos de madera de pino (*Pinus* sp.) de 0.5 cm de diámetro por 2.5 cm de largo, cuadritos de papel filtro de 1 cm² y fracciones de uñas. Además, mediante la técnica de STOCKDALE (1971) para aislar dermatomicetos, se usaron pedazos de cabellos humanos (2 a 5 mm de longitud) como carnadas, razón por la cual se incluyó también dicha carnada en esta técnica. 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.

II Inoculación directa de placa de agar con suelo arenoso (REES Y JONES 1985)

Se recolectaron aproximadamente 100 g de arena utilizando una cuchara y se colocaron en una bolsa estéril de polietileno. En el laboratorio en condiciones asépticas, se colocó una pequeña porción de la arena en forma directa sobre la superficie del medio de cultivo dispersándola regularmente en cinco zonas separadas. 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 con fungicida (200 ppm de tiabendazol para inhibir o frenar el crecimiento de especies zimógenas) y las cepas se incubaron a temperatura ambiente durante seis semanas. En este estudio se utilizaron cuatro diferentes medios naturales con agar para el cultivo de los micromicetos arenícolas cuya composición se cita a continuación.

Agua de Mar-Harina de Maíz-Agar (AM/HMA)
Sea Water-Cornmeal-Agar (SW/CMA)
(HYDE et al. 1987)

Agar harina de maíz Oxoid.....	17 g
Agua de mar filtrada.....	1 L

Agua de Mar-Harina de Maíz Nixtamalizado-Agar
(AM/HMNA)

Atole de harina de maíz nixtamalizado Maseca	0.5 L
Agar Bioxon.....	15.0 g
Agua de mar filtrada.....	0.5 L

El atole se elaboró de la forma siguiente: a un litro de agua de mar se le agregaron 30 g de harina de maíz y se dejó hervir a fuego lento durante veinte minutos.

Extracto de levadura-Peptona-Glucosa-Agua de Mar-Agar (ELPG/AMA)
Yeast-Peptone-Glucose-Sea Water-Agar (YPG/SWA) (HYDE et al. 1987)

Peptona Bioxon.....	1.25 g
Extracto de levadura Bioxon.....	1.25 g
Glucosa.....	4.00 g
Agar Bioxon.....	15.00 g
Agua de mar filtrada.....	1 L

Almidón soluble-Agua de Mar-Agar (Al/AMA)
Soluble Starch-Sea Water-Agar (St/SWA)
(BARGHOORN Y LINDER 1944 modificado por NAKAGIRI Y TUBAKI 1982)

Almidón soluble Merck.....	20 g
Extracto de levadura Bioxon.....	1 g
Agar Bioxon.....	15 g
Agua de mar filtrada.....	1 L

III Placa de agar inoculada con dilución de suelo arenoso (BARRON 1971 modificado)

Se recolectaron aproximadamente 50 g de arena utilizando una cuchara 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 dos diluciones finales 1:100 y 1:1000. Para efectuar los aislamientos se utilizó el medio de cultivo siguiente:

Agua de Mar-Glucosa-Extracto de Levadura-Peptona-Agar (AM/GELPA) (ZAMBRANO Y CASAS-CAMPILLO 1959 modificado en este estudio)

Glucosa Bioxon.....	20 g
Extracto de levadura Bioxon.....	5 g
Peptona Bioxon.....	10 g
Agar Bioxon.....	15 g
Agua de mar filtrada.....	1 L

Sobre placas de Glucosa-Extracto de Levadura-Agar, se colocaron 0.5 ml de la dilución final 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.

IV Dermatomicetos (STOCKDALE 1971)

Con el objeto de encontrar deuteromicetos arenícolas patógenos del hombre se utilizaron pedazos de cabellos humanos como carnadas. Esta técnica fue usada por primera vez por VAN-BREUSEGHEM (1952) para aislar dermatomicetos.

Se recolectaron aproximadamente 150 g de arena con una cuchara y se colocaron en una bolsa de polietileno estéril. En el laboratorio en condiciones asépticas, se llenó hasta la mitad una caja de Petri con arena de la muestra y cuando fue necesario se humedeció el suelo con un poco de agua de mar estéril. Sobre la arena se colocaron 5 pedacitos de cabello humano (2-5 mm de longitud) previamente esterilizados.

Las 40 cajas inoculadas se incubaron en condiciones ambientales durante cinco semanas y se examinaron cada 3 días. Los cabellos que mostraron crecimiento fungoso se transfirieron al medio de cultivo Sabouraud-Dextrosa-Agar con azul de anilina para diferenciar los dermatomicetos. La composición del medio de cultivo es el siguiente:

Sabouraud-Dextrosa-Agar (SDA)
Sabouraud's-Dextrose-Agar (SDA) (SABOURAUD 1910)

Dextrosa Bioxon.....	40 g
Peptona Bioxon.....	10 g
Agar Bioxon.....	18 g
Agua destilada.....	1 L
Azul de anilina.....	0.5%

En cada una de las cinco estaciones de los cuatro transectos se tomó una muestra de arena y se realizaron dos repeticiones.

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 1971b).

2.5 IDENTIFICACIÓN DE LOS HONGOS

Para identificar los micromicetos arenícolas se utilizaron las claves taxonómicas de GILMAN (1959), BOOTH (1971a, 1977), ELLIS (1971, 1976), BARNETT Y HUNTER (1972), HANLIN (1973 1990), RAPER Y FENNELL (1977), KOHLMAYER Y KOHLMAYER (1979), SUTTON (1980) y DOMSCH et al. (1980).

Con el objeto de orientar al lector en el uso de algunos términos que se manejan en el texto, al final se incluye un glosario basado según diversos autores (CLARK 1977, HAWKSWORTH et al. 1983, KOHLMAYER Y KOHLMAYER, PUGH 1980, ULLOA 1991).

2.6 PRESERVACIÓN DE LOS HONGOS

Las especies de micromicetos arenícolas que se obtuvieron se preservaron mediante la elaboración de preparaciones microscópicas permanentes según la técnica desarrollada por KOHLMAYER Y KOHLMAYER (1972) denominada del doble cubreobjetos. También se realizaron preparaciones semipermanentes montadas en lactofenol y fucsina ácida (DRING 1971). Además, los micromicetos aislados se preservaron vivos en tubos con medio de cultivo Agua de Mar-Papa-Dextrosa-Agar (AM/PDA). Se tomaron fotomicrografías con un fotomicroscopio Olympus BH-2, cámara PM-6 utilizando película Kodak Ektachrome 100. El material se encuentra depositado en el Herbario de la Escuela de Biología de la Universidad Autónoma de Guadalajara (GUADA).

2.7 CUANTIFICACIÓN DE FACTORES AMBIENTALES ABIÓTICOS

Los factores ambientales abióticos que influyen principalmente sobre los micromicetos arenícolas son: el pH, temperatura, salinidad y tamaño de las partículas de arena (JOHNSON Y SPARROW 1961). Por consiguiente, esos fueron los factores que se cuantificaron. El pH se determinó según el método de ULLOA Y HANLIN (1978) utilizando un electropotenciómetro Marksson 92, la temperatura mediante un termómetro con bulbo de mercurio, 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).

2.8 ANÁLISIS DE LOS DATOS

2.8.1 FRECUENCIA DE LOS HONGOS ARENÍCOLAS

2.8.1.1 FRECUENCIA RELATIVA

Para obtener los valores de frecuencia relativa de cada uno de los micromicetos arenícolas que se aislaron en Barra de Navidad, Jalisco, se procedió a enlistarlos en una tabla, anotando el número de ocasiones en que se aisló cada especie.

2.8.1.2 PORCENTAJE DE FRECUENCIA RELATIVA

Para valuar el porcentaje de frecuencia relativa de cada uno de los micromicetos arenícolas que se aislaron, se aplicó la ecuación citada por HYDE (1986)

$$F = \frac{A}{B} \times 100$$

donde F = porcentaje de frecuencia relativa
 A = número de aislamientos de una especie particular
 B = suma de los valores del número de aislamientos de todas las especies

El porcentaje de frecuencia relativa es una medida de la densidad ecológica relativa. En este trabajo, se expresa como un porcentaje basado en el número de veces que se aisló cada especie de micromiceto arenícola.

2.8.1.3 ÍNDICE DE SIMILTUD

Todas las especies arenícolas que se aislaron en Barra de Navidad, Jalisco, se compararon cotejando la frecuencia de dichas especies entre pares de transectos y también entre pares de estaciones, usando el índice de similtud de SORENSEN (1948)

$$S = \frac{2c}{a + b} \times 100$$

donde S = índice de similtud de Sorensen (gama de 0 a 100)
 c = número de especies comunes para ambos puntos de recolección
 a = número de especies de un punto de recolección
 b = número de especies de otro punto de recolección

Este índice sirve para medir la similtud entre comunidades basado únicamente en la presencia de especies y va de 0 a 100 para cuantificar desde disimiltud total hasta semejanza completa respectivamente. Entonces, cuando dos puntos de recolección son similares en su composición de especies, el índice se acerca a 100.

2.8.1.4 ANÁLISIS DEL GRADIENTE

Con la finalidad de estudiar la variación continua de la micobiota respecto de los factores ambientales, se tomaron muestras a intervalos (estaciones 1, 2, 3, 4 y 5) a lo largo de un gradiente ambiental marino-terrestre. Los datos que se obtuvieron sobre la frecuencia y número de especies arenícolas que resultaron en las cinco estaciones de los cuatro transectos, se anotaron en una tabla. También se elaboró una gráfica con los valores de frecuencia de las tres especies arenícolas más dominantes de origen a lo largo del gradiente estudiado (WHITTAKER 1967).

2.8.2 DIVERSIDAD DE LOS HONGOS ARENÍCOLAS

2.8.2.1 ÍNDICE DE DIVERSIDAD GENERAL

Para medir la diversidad de los micromicetos arenícolas se empleó la ecuación del índice de diversidad de Shannon (SHANNON Y WEAVER 1949)

$$H = - \sum_{i=1}^S (p_i) (\log_2 p_i)$$

donde H = índice de diversidad de Shannon
 S = número de especies
 p_i = proporción del total de la muestra que corresponde a la especie i

Uno de los problemas que entraña el contar el número de especies como medida de la diversidad es el de que se da igual tratamiento a las especies abundantes y las que no lo

son. Para resolver dicho problema, el índice de diversidad de Shannon combina en un solo concepto dos componentes de la diversidad: 1) el número de especies o variedad, y 2) la igualdad o desigualdad del prorrateo de individuos en las diversas especies. Este índice es uno de los mejores para medir la diversidad porque es razonablemente independiente del tamaño de la muestra y además, está distribuido normalmente. Conforme aumenta el valor de este índice, aumenta la diversidad.

2.8.2.2 ÍNDICE DE UNIFORMIDAD O EQUIPARABILIDAD

Para medir el grado de uniformidad o equidad en el prorrateo de los individuos entre las especies de micromicetos arenícolas se aplicó la ecuación del índice citado por PIELOU (1966)

$$E = \frac{H}{\log_2 S}, \quad E = \frac{H}{H \text{ máx}}$$

donde E = índice de uniformidad o equiparabilidad
(gama de 0 a 1)
H = índice de Shannon
S = número de especies
H máx = diversidad de especies bajo condiciones de
igualdad máxima = $\log_2 S$

La diversidad de especies medidas con el índice de Shannon crece si aumenta el número de especies, incluso con un prorrateo uniforme o equitativo entre ellas. Por esta razón, es conveniente considerar este componente de la diversidad. Conforme aumenta el valor de este índice, aumenta el grado de equiparabilidad, que al alcanzar el valor de 1 indica uniformidad perfecta.

2.8.2.3 ÍNDICE DE CONCENTRACIÓN DEL PREDOMINIO

Para averiguar el grado de concentración del predominio de las especies arenícolas aisladas en Barra de Navidad, Jalisco, se utilizó el índice citado por SIMPSON (1949)

$$c = \sum (p_i)^2$$

donde C = índice de concentración de predominio (gama de 0 a 1)
 p_i = proporción de individuos de la especie i en la comunidad

La concentración de predominio es la probabilidad de que dos individuos seleccionados aleatoriamente en una comunidad infinita correspondan a la misma especie, en otras palabras mide el grado en que el dominio está concentrado en una, varias o muchas especies. Este índice mide una propiedad que es opuesta a la diversidad: obviamente, será mayor la probabilidad de que dos individuos seleccionados aleatoriamente sean de la misma especie, o sea una menor diversidad en la comunidad. Este índice puede transformarse en un índice para medir la diversidad (PIELOU 1975)

$$D = 1 - \sum (p_i)^2$$

donde D = índice de diversidad de Simpson (gama de 0 a 1)
 p_i = proporción de individuos de la especie i en la comunidad

Es conveniente emplear este índice para confirmar si fue correcto el valor que se obtuvo con el índice de Shannon de la diversidad general. El índice de Simpson concede relativamente poca importancia a las especies no abundantes, y mayor significación a las que sí lo son. La gama de valores va de 0 (diversidad baja) hasta un máximo de 1 (diversidad alta).

2.8.2.4 ÍNDICE DE RIQUEZA O VARIEDAD DE ESPECIES

Con el propósito de medir la riqueza o variedad de especies de micromicetos arenícolas aislados en Barra de Navidad, Jalisco, se usó el índice citado por MARGALEF (1958)

$$d = \frac{S - 1}{\log N}$$

donde d = índice de riqueza o variedad
 S = número de especies
 N = número de individuos

Este índice constituye uno de los principales componentes de la diversidad y conforme aumenta su valor es mayor la riqueza o variedad de especies

2.8.3 FUNCIÓN ECOLÓGICA DE LOS HONGOS ARENÍCOLAS

Para estimar *in vitro* la función ecológica que los micromicetos arenícolas desarrollaron como saprobios en la arena de la playa de Barra de Navidad, Jalisco, se cuantificó la frecuencia de las especies que se desarrollaron en cada tipo de sustrato. Se utilizaron diez sustratos diferentes para aislarlos (REES Y JONES 1985): 1) madera de pino (biodegradación lignolítica), 2) uñas y 3) cabellos (biodegradación queratinolítica), 4) papel filtro (biodegradación celololítica) y, 5) semillas de maíz (degradación amilolítica), y los siguientes medios de cultivo: 6) Extracto de Levadura-Peptona-Glucosa-Agua de Mar-Agar ELPG/AMA, 7) Almidón soluble-Agua de Mar-Agar Al/AMA, 8) Agua de Mar-Harina de Maíz-Agar AM/HMA, 9) Agua de Mar-Harina de Maíz-Nixtamalizado-Agar AM/HMNA y 10) Agua de Mar-Glucosa-Extracto de Levadura-Peptona-Agar AM/GELPA (biodegradación glucolítica, amilolítica y peptolítica).

También se elaboraron tablas para cada uno de los 10 tratamientos o sustratos que se utilizaron como carnadas (1. madera de pino, 2. uña, 3. cabello, 4. papel filtro, 5. semillas de maíz, y los siguientes medios de cultivo: 6. Extracto de Levadura-Peptona-Glucosa-Agua de Mar-Agar ELPG/AMA, 7. Almidón soluble-Agua de Mar-Agar Al/AMA, 8. Agua de Mar-Harina de Maíz-Agar AM/HMA, 9. Agua de Mar-Harina de Maíz-Nixtamalizado-Agar AM/HMNA y 10. Agua de Mar-Glucosa-Extracto de Levadura-Peptona-Agar AM/GELPA) que muestran el número de especies que se aislaron en cada sustrato y la preferencia que mostró cada una de las especies arenícolas para colonizar y degradar un sustrato determinado en cada una de las cinco estaciones de los cuatro transectos en base a los valores de frecuencia (referente al número de veces que se aisló una especie sobre un sustrato). Es importante aclarar que el máximo valor de frecuencia que una especie pudo alcanzar con respecto al número de veces que se aisló sobre un sustrato en una estación fue de ocho (cuatro transectos, una muestra y dos repeticiones para cada tratamiento en cada estación, o sea $4 \times 1 \times 2 = 8$), y en las cinco estaciones de 40 ($8 \times 5 = 40$).

2.8.4 AISLAMIENTO DE DERMATOMICETOS ARENÍCOLAS

Con respecto a los datos que se obtuvieron sobre el aislamiento de dermatomicetos arenícolas patógenos del

hombre en Barra de Navidad, Jalisco, por medio del empleo de la técnica de STOCKDALE (1971), se anotó el valor de frecuencia de la especie que se aisló, así como la estación y transecto donde se encontró dicha especie.

Además, de las especies de micromicetos arenícolas que se aislaron por medio de otras técnicas de aislamiento en este trabajo, se determinaron las que están registradas como dermatomicetos potencialmente patógenos del hombre según BERGEN Y WAGNER-MERNER (1977) y HERRERA Y ULLOA (1990).

3.1 FRECUENCIA DE LOS HONGOS ARENÍCOLAS

Se examinaron un total de 160 frascos y 280 cajas de Petri (11 tratamientos, 4 transectos, 5 estaciones, 2 repeticiones, $11 \times 4 \times 5 \times 2 = 440$) y como resultado se obtuvieron 406 aislamientos de micromicetos arenícolas en Barra de Navidad, Jalisco. Se identificaron 38 micromicetos: 3 cigomicetos, 26 deuteromicetos, 8 ascomicetos y un basidiomiceto (Tabla 1).

La mayoría de los micromicetos 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 fíbulas (conexiones en grapa o gancho) en el micelio. En la Tabla 1 se enlistan las especies que se aislaron con sus respectivos valores de frecuencia y, en la Tabla 2, los porcentajes de frecuencia relativa de esas mismas especies.

La especie más común que se aisló en Barra de Navidad, Jalisco, fue *Microascus trigonosporus* la cual se encontró en 43 ocasiones (10.59% de las muestras).

Cladosporium cladosporioides fue la especie que se aisló más próximamente a la anterior en orden de frecuencia (10.10%), mientras *Aspergillus niger*, *Fusarium solani*, *Aspergillus nidulans* y *Aspergillus flavus* fueron también comúnmente aisladas (por arriba del 5% de las muestras).

Las especies menos frecuentemente aisladas (2-5%) incluyeron *Scopulariopsis brevicaulis*, *Alternaria* sp. (Figura 17), *Drechslera halodes* (Figura 22), *Curvularia lunata* (Figura 19), *Fusarium semitectum*, *Microascus manginii*, *Aspergillus tamarisii*, *Microascus* sp., *Mucor hiemalis*, y un basidiomiceto no identificado. Todas las demás especies (22) se encontraron en menos del 1% de los aislamientos. Entre las más representativas se encontraron *Corollospora intermedia* (0.98% Figuras 14, 15 y 16), *Drechslera biseptata* (0.98%), *Syncephalastrum racemosum* (0.98%), *Lasiodiplodia theobromae* (0.74% Figura 20), *Myrothecium verrucaria* (0.49% Figura 21), *Nigrospora sphaerica* (0.49% Figura 18), *Chaetomium* sp. (0.25% Figura 24) y *Zygosporium masonii* (0.25% Figura 23).

Figuras 14 - 24. Algunas especies de micromicetos arenícolas de Barra de Navidad, Jalisco.

14. Espora de *Corollospora intermedia* donde se aprecian claramente los septos transversales, X 400. 15. Esporas *C. intermedia* y restos de la pared peritecial, X 400. 16. Espora de *C. intermedia*, las flechas indican los apéndices del exosporium (ex) y las proyecciones polares (pp), X 400. 17. Conidióforos y dictiosporas de *Alternaria* sp., X 400. 18. Aleuriosporas de *Nigrospora sphaerica*, X 400. 19. Fragosporas de *Curvularia lunata*, X 400. 20. Picniosporas de *Lasiodiplodia theobromae*, X 400. 21. Conidios de *Myrothecium verrucaria*, X 400. 22. Conidióforos y fragmosporas de *Drechslera halodes*, X 400. 23. Conidióforos de *Zygosporium masonii*, X 400. 24. Peritecios de *Chaetomium* sp., X 400. Las Figuras 14, 15, 17, 19 y 22 están teñidas con el colorante fucsina ácida; la 16 con azul ácido picrico; la 21 con nigrosina y las 18, 20 y 24 están en el medio de montaje líquido de Hoyer.



15



17



18



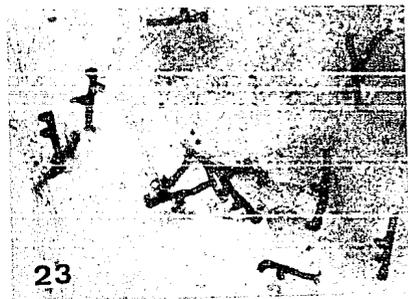
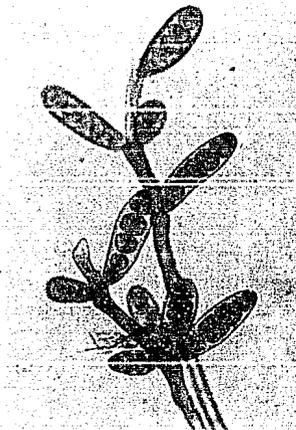
19



20



21



23

24



Tabla 1. Frecuencia de los micromicetos arenícolas que se aislaron en Barra de Navidad, Jalisco.

MICROMICETO	FRECUENCIA
CIGOMICETOS	
	13
<i>Cunninghamella echinulata</i> (Thaxt.) Thaxt.	2
<i>Mucor hiemalis</i> Wehmer	7
<i>Syncephalastrum racemosum</i> Cohn ex Schröt.	4
DEUTEROMICETOS	
	279
<i>Acremonium</i> sp.	1
<i>Alternaria</i> sp.	19
<i>Aspergillus flavus</i> Lk. ex Fr.	31
<i>Aspergillus niger</i> V. Tiegh.	39
<i>Aspergillus repens</i> (Cda.) Sacc.	2
<i>Aspergillus tamarii</i> Kita	12
<i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fresen.) de Vries	41
<i>Cladosporium sphaerospermum</i> Penz.	1
<i>Curvularia eragrostidis</i> (Henn.) Meyer	2
<i>Curvularia geniculata</i> (Tracy et Earle) Boedijn	3
<i>Curvularia lunata</i> (Wakk.) Boedijn	17
<i>Drechslera biseptata</i> (Sacc. et Roum.) Rich. et Fraser	4
+ <i>Drechslera halodes</i> (Drechs.) Subram. et Jain	18
<i>Fusarium moniliforme</i> Sheldon	2
<i>Fusarium oxysporum</i> Schlecht.	1
<i>Fusarium semitectum</i> Berk. et Rav.	15
<i>Fusarium solani</i> (Mart.) Sacc.	36
<i>Geotrichum candidum</i> Lk. ex Leman	2
<i>Lasiodiplodia theobromae</i> (Pat.) Griff et Maubl.	3
<i>Myrothecium verrucaria</i> (Alb. et Schw.) Ditm. ex Steudel	2
<i>Nigrospora sphaerica</i> (Sacc.) Mason	2

Tabla 1. Continuación.

MICROMICETO	FRECUENCIA
<i>Scopulariopsis brevicaulis</i> (Sacc.) Bain	19
<i>Scopulariopsis brumptii</i> Salvanet-Duval	3
<i>Stemphylium</i> sp.	1
<i>Trichoderma</i> sp.	2
<i>Zygosporium masonii</i> Hughes	1
ASCOMICETOS	103
<i>Aspergillus nidulans</i> (Eidam) Wint.	32
+ <i>Corollospora intermedia</i> Schmidt	4
+ <i>Corollospora maritima</i> Werderm.	1
<i>Chaetomium</i> sp.	1
<i>Microascus manginii</i> (Loub.) Curzi	13
<i>Microascus trigonosporus</i> Emmons et Dodge	43
<i>Microascus</i> sp.	8
<i>Saccharomyces</i> sp.	1
BASIDIOMICETOS	11
Basidiomiceto no identificado	11
NUMERO DE AISLAMIENTOS TOTALES = FRECUENCIA TOTAL	406

+especie marina estricta ++especie marina facultativa

Tabla 2 . Porcentaje de frecuencia relativa de los micromicetos arenícolas que se aislaron en Barra de Navidad, Jalisco.

MICROMICETO	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> Lk.	7.64
FRECUENTES A ESPORADICOS	
<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> (Wakk.) 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
ESPORADICOS 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> Lk. ex Leman	0.49
<i>Myrothecium verrucaria</i> (Alb. et Schw.) Ditm. ex Steudel	0.49

Tabla 2. Continuación

MICROMICETO	PORCENTAJE DE FRECUENCIA RELATIVA
<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> Werderm.	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

Los resultados que se obtuvieron sobre la frecuencia de las especies en cada una de las estaciones y transectos, así como el número de especies que se aislaron en la zona de estudio, se muestran en las Tablas 3 y 4.

La frecuencia mayor se obtuvo en el transecto III (143 de 406 aislamientos) y la menor en el transecto I (72 de 406 aislamientos), y en la estación 5 la mayor frecuencia (107 de 406 aislamientos) y en la estación 2 la menor (54 de 406 aislamientos).

El mayor número de especies se obtuvo en el transecto IV (23 de 37 especies) y el menor en el II (13 de 37 especies), y en la estación 3 el número mayor (22 de 37 especies) y en la 1 el menor (7 de 37 especies).

Con respecto a los grupos ecológicos a los que pertenecen las 37 especies arenícolas que se aislaron en Barra de Navidad, Jalisco, 34 resultaron terrestres, una marina facultativa y dos marinas estrictas (Tabla 1).

Es importante notar que *Microascus trigonosporus* (10.59%), *Cladosporium cladosporioides* (10.10%), *Aspergillus niger* (9.61%), *Fusarium solani* (8.87%), *Aspergillus nidulans* (7.88%) y *Aspergillus flavus* (7.64%) que fueron los micromicetos arenícolas más frecuentemente aislados en Barra de Navidad, Jalisco, son terrestres, en contraste con el aislamiento esporádico de *Corollospora intermedia* (0.98%) y *Corollospora maritima* (0.25%) considerados como marinos estrictos (Tabla 2).

En cuanto a la frecuencia de los micromicetos arenícolas marinos estrictos, marinos facultativos y terrestres en la región de estudio, tenemos que los micromicetos marinos estrictos *Corollospora intermedia* y *C. maritima* se encontraron exclusivamente en la estación 3 del transecto I, mientras que el micromiceto marino facultativo *Drechslera halodes* se localizó únicamente en el transecto III en las estaciones 1, 2 y 3 (Tabla 3).

Los micromicetos arenícolas terrestres se aislaron en todas las estaciones de los cuatro transectos. 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 (Tabla 4).

Tabla 3. Frecuencia de los micromicetos arenícolas que se aislaron en Barra de Navidad, Jalisco, en los cuatro puntos de recolección (transectos I, II, III y IV).

MICROMICETO	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 sp.</i>	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 tamaris</i>	0	2	5	5	12
Basidiomiceto no identificado	0	1	6	4	11
<i>Microascus sp.</i>	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 sp.</i>	2	0	0	0	2
<i>Acremonium sp.</i>	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 sp.</i>	0	0	0	1	1
<i>Fusarium oxysporum</i>	0	0	1	0	1
<i>Stemphylium sp.</i>	1	0	0	0	1
<i>Saccharomyces sp.</i>	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 4. Frecuencia de los micromicetos arenícolas que se aislaron en Barra de Navidad, Jalisco, en las cinco estaciones de los cuatro puntos de recolección (suma de las cinco estaciones de cada uno de los cuatro transectos).

MICROMICETO	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 tamarii</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 biseptata</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	

En general, la micobiota de la arena en la región de Barra de Navidad, Jalisco, está compuesta principalmente por especies terrestres cuyo grupo dominante es el de los deuteromicetos (64.3% Tabla 5). También podemos observar que se obtuvieron 383 registros (94.3%) de micromicetos terrestres y 23 registros (5.7%) de micromicetos marinos. Solamente 1% de los aislamientos perteneció a los ascomicetos marinos, mientras que los ascomicetos terrestres comprendieron 24.1% del total de aislamientos.

Tabla 5. Composición de la micobiota arenícola marina y terrestre que se aisló en Barra de Navidad, Jalisco.

	Cigomi- cetos	Ascomi- cetos	Deuteromi- cetos	Basidiomi- cetos	Total
TERRESTRES					
Número de aislamientos	13	98	261	11	383
Porcentaje	3.2	24.1	64.3	2.7	94.3
MARINOS					
Número de aislamientos	0	5	18	0	23
Porcentaje	0	1	4.4	0	5.7

- Sobre un total de 406 aislamientos.

Las Tablas 6 y 7 presentan los datos sobre la frecuencia de los grupos taxonómicos a los que pertenecen los micromicetos arenícolas que se aislaron en Barra de Navidad, Jalisco. La Tabla 4 muestra dichos datos con respecto a los valores que se registraron en los transectos. El número más alto de aislamientos de micromicetos arenícolas se obtuvo en el transecto III (143 de 406 aislamientos: 4 cigomicetos; 97 deuteromicetos; 36 ascomicetos; 6 basidiomicetos) y el más bajo en el transecto I (72 de 406 aislamientos: 0 cigomicetos; 43 deuteromicetos; 29 ascomicetos; 0 basidiomicetos). De la misma forma, los valores de frecuencia de las cinco estaciones de los cuatro transectos, se muestran en la Tabla 5. La estación 5 de los

cuatro transectos fue la que presentó la mayor cantidad de aislamientos (106 de 406 aislamientos: 6 cigomicetos; 76 deuteromicetos; 22 ascomicetos; 2 basidiomicetos) mientras que la estación 2 de los cuatro transectos obtuvo el menor número de aislamientos (54 de 406 aislamientos: 0 cigomicetos; 31 deuteromicetos; 23 ascomicetos; 0 basidiomicetos).

Tabla 6. Frecuencia relativa de los grupos taxonómicos a los que pertenecen los micromicetos arenícolas que se aislaron en los cuatro puntos de recolección (transectos I, II, III, IV) en Barra de Navidad, Jalisco.

GRUPO	TRANSECTO				TOTAL
	I	II	III	IV	
Cigomicetos	0	2	4	7	13
Deuteromicetos	43	57	97	82	279
Ascomicetos	29	24	36	14	103
Basidiomicetos	0	1	6	4	11
TOTAL TRANSECTOS	72	84	143	107	406

Tabla 7. Frecuencia relativa de los grupos taxonómicos a los que pertenecen los micromicetos arenícolas que se aislaron en las cinco estaciones de los cuatro puntos de recolección (transectos I, II, III, IV) en Barra de Navidad, Jalisco (suma de las cinco estaciones de cada uno de los cuatro transectos).

GRUPO	ESTACIONES					TOTAL
	1	2	3	4	5	
Cigomicetos	0	0	2	5	6	13
Deuteromicetos	39	31	70	62	77	279
Ascomicetos	25	23	19	13	23	103
Basidiomicetos	0	0	1	8	2	11
TOTAL ESTACIONES DE LOS CUATRO TRANSECTOS	64	54	92	88	108	406

De acuerdo con los resultados de las tablas 6 y 7, el grupo taxonómico más abundante en todas las estaciones y transectos fue el de los deuteromicetos con una frecuencia relativa de 279, y por otra parte, el grupo menos frecuente fue el de los basidiomicetos con una frecuencia relativa de 11.

Los datos que se obtuvieron al comparar mediante el índice de similitud de SORENSEN (1948) la composición de especies arenícolas de los cuatro transectos y cinco estaciones, indicaron que los transectos II y IV mostraron la micobiota más similar y los transectos II y III la más diferente (Tabla 8). 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 9).

Tabla 8. Índices de similitud de los micromicetos arenícolas que se aislaron en los cuatro puntos de recolección (transectos I, II, III, IV) en Barra de Navidad, Jalisco.

PARES DE TRANSECTOS COMPARADOS	NÚMERO DE ESPECIES COMUNES	ÍNDICE DE SIMILTUD
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 9. Indices de similtud de los micromicetos arenícolas que se aislaron en las cinco estaciones de los cuatro puntos de recolección en Barra de Navidad, Jalisco.

PARES DE ESTACIONES COMPARADOS	NÚMERO DE ESPECIES COMUNES	ÍNDICE DE SIMILTUD
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

Con respecto a los resultados que se obtuvieron al realizar el análisis del gradiente marino-terrestre, se encontró que la frecuencia de los micromicetos arenícolas no mostró un incremento muy gradual al pasar del medio marino al terrestre. La estación 5 fue, sin embargo, en la que se obtuvo el mayor número de aislamientos (Tabla 10). En particular, la frecuencia que alcanzó cada una de las especies a través de las cinco estaciones se muestra en la Tabla 4.

Al considerar el número de especies que se aislaron en cada una de las cinco estaciones, tampoco se encontró un incremento gradual en el número de especies al pasar del medio marino al terrestre, puesto que en la estación 3 se aisló el mayor número de especies (Tabla 10).

Tabla 10 . Análisis del gradiente a través de las cinco estaciones de los cuatro transectos que indican el cambio gradual de las condiciones predominantemente marinas hacia las terrestres en base a los datos de frecuencia y número de especies arenícolas que se aislaron en Barra de Navidad, Jalisco (suma de las cinco estaciones de cada uno de los cuatro transectos).

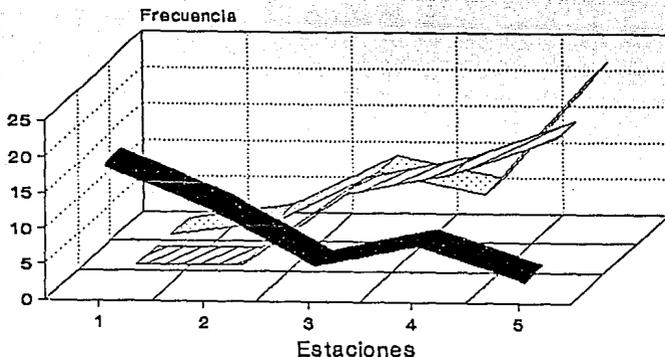
	Estación					Total
	1	2	3	4	5	
Frecuencia	64	54	92	88	108	406
Número de especies	7	13	22	15	20	

No se encontraron límites que separaran a las tres poblaciones arenícolas más dominantes formadas por *Microascus trigonosporus*, *Cladosporium cladosporioides* y *Aspergillus niger* a través del gradiente marino terrestre. Además, se observó la presencia de *Microascus trigonosporus* en las cinco estaciones, o sea, desde la zona predominantemente marina hasta la terrestre. Este micromiceto fue el único de los 38 que se aislaron en Barra de Navidad, Jalisco, que se encontró en las cinco estaciones (Gráfica 1).

Los micromicetos marinos estrictos *Corollospora intermedia* y *Corollospora maritima* se aislaron exclusivamente en la estación 3, en forma similar a los terrestres *Cladosporium sphaerospermum* y *Zygosporium masonii* (Tabla 4).

El macromiceto marino facultativo *Drechslera halodes* se encontró en las estaciones 1, 2 y 3 igual que los terrestres *Alternaria* sp., *Fusarium solani*, *Scopulariopsis brevicaulis*, *Microascus mangini* y *Microascus* sp. (Tabla 4).

Los micromicetos que se aislaron solamente en la estación 5, es decir, en la zona predominantemente terrestre fueron *Cunninghamella echinulata*, *Syncephalastrum racemosum*, *Acremonium* sp., *Aspergillus repens*, *Fusarium moniliforme*, *Fusarium oxysporum*, *Geotrichum candidum*, *Stemphylium* sp. y *Saccharomyces* sp.



Microascus trigonosporus
 Aspergillus niger
 Cladosporium cladosporioides

Gráfica 1. Frecuencia de las tres especies más frecuentes de micromicetos arenícolas a lo largo de un gradiente marino-terrestre en la playa de Barra de Navidad, Jalisco.

Los datos que se determinaron sobre los factores fisicoquímicos en las estaciones de muestreo en cada transecto (Tabla 11) indicaron en general un pH ligeramente alcalino (pH = 7.5), una alta temperatura (31 °C - 44 °C) y una salinidad de 3.5 ‰.

El análisis granulométrico indicó que son arenas bien graduadas (SW) porque se encontraron partículas de arena desde un tamaño de 0.15 hasta 4.75 mm (arena fina, media y gruesa Gráfica 2). Este tipo de arenas son generalmente menos permeables y más estables que las arenas que tienen partículas del mismo tamaño (arenas no graduadas).

Tabla 11. Datos sobre los factores fisicoquímicos que se determinaron en los cuatro transectos en Barra de Navidad, Jalisco.

TRANSECTO	pH DEL SUELO	TEMPERATURA DEL SUELO °C	SALINIDAD DEL AGUA %
1	7.6	31 - 42	3.6
2	7.8	32 - 44	3.5
3	7.6	30 - 46	3.5
4	7.2	30 - 45	3.3

3.2 DIVERSIDAD DE LOS HONGOS ARENÍCOLAS

Los valores que se obtuvieron al emplear el índice de diversidad general de Shannon (SHANNON Y WEAVER 1949) revelaron un nivel alto de diversidad en la micobiota arenícola que se aisló en Barra de Navidad, Jalisco (Tabla 11). También fue alto el grado de equiparabilidad del valor de diversidad (Tabla 12).

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. Además, al utilizar el índice de diversidad de SIMPSON (1949) se obtuvo un valor de $D = 0.84$ que indica una diversidad alta, lo cual coincide con el resultado que se obtuvo con el índice de diversidad general de Shannon (SHANNON Y WEAVER 1949).

Al medir la riqueza o variedad de especies con el índice de MARGALEF (1958), se encontró una riqueza de especies alta ($d = 14.2$).

Tabla 12. Cálculos de muestreo de diversidad de especies y equiparabilidad mediante el uso del índice de diversidad general de Shannon (SHANNON Y WEAVER 1949).

MICROMICETO	ABUNDANCIA PROPORCIONAL P_i	$-(p_i)(\log_2 p_i)$
<i>Microascus trigonosporus</i>	0.106	0.343
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	0.101	0.334
<i>Aspergillus niger</i>	0.096	0.325
<i>Fusarium solani</i>	0.089	0.311
<i>Aspergillus nidulans</i>	0.079	0.289
<i>Aspergillus flavus</i>	0.076	0.283
<i>Alternaria sp.</i>	0.047	0.207
<i>Scopulariopsis brevicaulis</i>	0.047	0.207
<i>Drechslera halodes</i>	0.044	0.198
<i>Curvularia lunata</i>	0.042	0.192
<i>Fusarium semitectum</i>	0.037	0.176
<i>Microascus manginii</i>	0.032	0.159
<i>Aspergillus tamaris</i>	0.030	0.152
Basidiomicete no identificado	0.027	0.141
<i>Microascus sp.</i>	0.020	0.113
<i>Mucor hiemalis</i>	0.017	0.019
<i>Corollospora intermedia</i>	0.010	0.066
<i>Drechslera biseptata</i>	0.010	0.066
<i>Syncephalastrum racemosum</i>	0.010	0.066
<i>Curvularia geniculata</i>	0.007	0.050
<i>Lasiodiplodia theobromae</i>	0.007	0.050
<i>Scopulariopsis brumptii</i>	0.007	0.050
<i>Aspergillus repens</i>	0.005	0.038
<i>Cunninghamella echinulata</i>	0.005	0.038
<i>Curvularia eragrostidis</i>	0.005	0.038
<i>Fusarium moniliforme</i>	0.005	0.038
<i>Geotrichum candidum</i>	0.005	0.038
<i>Myrothecium verrucaria</i>	0.005	0.038
<i>Nigrospora sphaerica</i>	0.005	0.038
<i>Trichoderma sp.</i>	0.005	0.038
<i>Acremonium sp.</i>	0.002	0.018
<i>Cladosporium sphaerospermum</i>	0.002	0.018
<i>Corollospora maritima</i>	0.002	0.018
<i>Chaetomium sp.</i>	0.002	0.018
<i>Fusarium oxysporum</i>	0.002	0.018
<i>Stemphylium sp.</i>	0.002	0.018
<i>Saccharomyces sp.</i>	0.002	0.018
<i>Zygosporium masonii</i>	0.002	0.018
TOTAL	1.000	H = 4.325
$Hm_{\max} = \log_2 S = \log_2 38 = 5.248$		
EQUIPARABILIDAD = $E = H/Hm_{\max} = 4.325/5.248 = 0.82$		

3.3 FUNCIÓN ECOLÓGICA DE LOS HONGOS ARENÍCOLAS

De acuerdo con los resultados sobre los valores de frecuencia que se obtuvieron al utilizar diversos sustratos para aislar los micromicetos, la Tabla 13 nos muestra que la función biodegradadora más intensa fue la amilolítica (semillas de maíz) y la menor la queratinolítica (uñas y cabellos). La magnitud de la actividad lignolítica (palitos de madera de *Pinus* sp.) fue similar a la celulolítica (papel filtro), pero ambas con un valor muy inferior a la amilolítica.

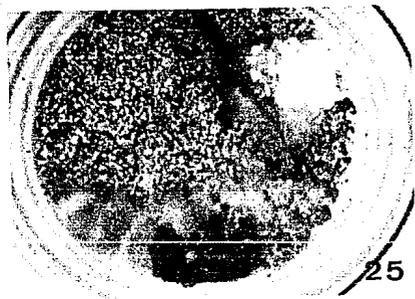
Tabla 13. Frecuencia de los datos sobre la función biodegradadora *in vitro* de los micromicetos arenícolas sobre sustratos de diferente composición bioquímica en Barra de Navidad, Jalisco.

TRAN- SEC- TO	ESTA- CIÓN	FRECUENCIA RELATIVA										TOTAL
		SUSTRATOS										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
I	1	-	-	-	-	4	2	-	6	-	-	14
	2	-	-	-	-	8	-	-	-	-	2	
	3	3	-	-	-	8	2	-	-	3	16	
	4	-	-	-	-	5	3	-	4	-	13	
	5	1	-	-	7	3	4	-	-	-	7	22
II	1	-	-	-	-	6	-	3	13	2	24	
	2	-	-	-	-	4	2	-	7	-	13	
	3	4	-	-	1	2	1	-	1	2	12	
	4	-	-	-	-	10	-	4	1	4	19	
	5	-	-	-	1	3	6	2	2	2	1	17
III	1	-	5	-	-	7	1	3	4	4	24	
	2	1	-	-	-	2	-	1	17	6	31	
	3	-	-	-	2	9	2	1	10	5	5	34
	4	-	-	-	-	7	2	2	3	7	-	21
	5	-	-	-	5	11	2	4	8	2	5	37
IV	1	-	-	-	-	2	-	-	-	-	2	
	2	1	3	-	-	3	3	1	1	-	12	
	3	5	-	1	-	17	-	1	2	-	26	
	4	2	-	-	5	4	2	1	1	6	8	29
	5	6	-	-	-	6	-	1	7	16	2	38
TOTAL		24	8	1	21	114	36	27	80	65	30	406

1. Palitos de madera de *Pinus* sp., 2. uñas, 3. cabellos, 4. papel filtro, 5. semillas de maíz, 6. ELPG/AMA, 7. AL/AMA, 8. AM/HMA, 9. AM/HMNA y 10. AM/GELPA.

Figuras 25 - 30. Función biodegradadora *in vitro* de los micromicetos arenícolas.

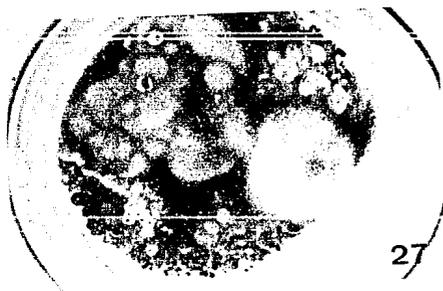
25. Biodegradación de las semillas de maíz por las especies *Fusarium solani* y *Alternaria* sp. (estación 3, transecto II), X 1. 26. Biodegradación de las semillas de maíz por *Fusarium solani* y *Microascus trigonosporus* (estación 3, transecto IV), X 1. 27. Biodegradación de las semillas de maíz por *Lasiodiplodia theobromae* (estación 3, transecto III), X 1. 28. Biodegradación de las semillas de maíz por *Fusarium solani* (estación 3 transecto IV), X 1. 29. Biodegradación de las semillas de maíz por *Aspergillus flavus* (estación 3, transecto II), X 1. 30. Biodegradación de los palitos de madera (*Pinus* sp.) por *Mucor hiemalis* (estación 4, transecto I), X 1.



25



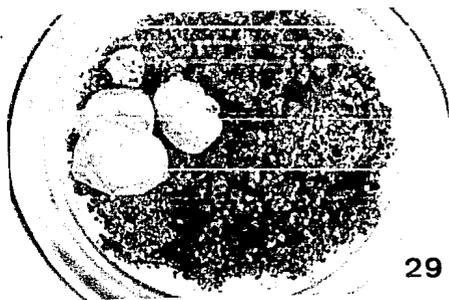
26



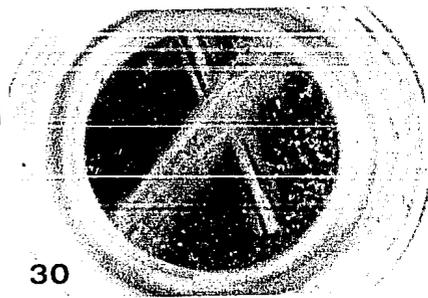
27



28



29



30

Los resultados concernientes al desarrollo de los micromicetos arenícolas sobre los diversos sustratos que se utilizaron como carnadas para aislarlos se presentan en las Tablas 14 - 23. Dichas tablas indican la preferencia que mostraron las especies para colonizar y degradar un sustrato, en base a los valores de frecuencia que alcanzaron cada una de las especies, en cada una de las cinco estaciones de los cuatro transectos.

Es importante recordar que el máximo valor de frecuencia que una especie pudo alcanzar con respecto al número de veces que se aisló sobre un sustrato (o carnada) en una estación, fue de ocho (cuatro transectos, una muestra y dos repeticiones para cada tratamiento en cada estación, o sea $4 \times 1 \times 2 = 8$) y en las cinco estaciones de 40 ($8 \times 4 = 40$).

En la carnada de madera, se encontraron 6 especies terrestres (Tabla 14). *Aspergillus niger* fue el más frecuente y se aisló en la estación 3 de los transectos I y II. El único cigomiceto que se aisló de esta carnada fue *Mucor hiemalis* en la estación 4 del transecto I (Figura 30).

Tabla 14. Micobiota aislada en las carnadas de madera de pino incubados durante 25 semanas en la arena recolectada de cinco estaciones en Barra de Navidad, Jalisco.

MICROMICETO	ESTACIÓN					FRE- CUEN- CIA	TRAN- SECTO
	1	2	3	4	5		
<i>Mucor hiemalis</i>	-	-	-	2	-	2	I
<i>Alternaria</i> sp.	-	-	1	-	-	1	II
<i>Aspergillus niger</i>	-	1	5	-	6	12	IV
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	-	-	7	-	-	7	I-II
<i>Lasiodiplodia theobromae</i>	-	1	-	-	-	1	III
<i>Trichoderma</i> sp.	-	-	-	-	1	1	I
FRECUENCIA ESTACIONES	0	2	13	2	7	24	
NÚMERO DE ESPECIES	0	2	3	1	2		

Al usar como carnadas las uñas, sólo se aisló un género con dos especies terrestres en las estaciones 1 y 2 de los transectos III y IV (Tabla 15).

Tabla 15. Micobiota aislada en las carnadas de uña incubadas durante 25 semanas en arena recolectada de cinco estaciones en Barra de Navidad, Jalisco.

MICROMICETO	ESTACIÓN					FRE- CUEN- CIA	TRAN- SECTO
	1	2	3	4	5		
<i>Fusarium solani</i>	5	-	-	-	-	5	III
<i>Fusarium semitectum</i>	-	3	-	-	-	3	IV
FRECUENCIA ESTACIONES	5	3	0	0	0	8	
NÚMERO DE ESPECIES	1	1	0	0	0		

Después de 5 semanas, sólo se aisló una vez del sustrato o carnada cabello, la especie terrestre *Cladosporium sphaerospermum* en la estación 3 del transecto IV (Tabla 16).

Tabla 16. Micobiota aislada en las carnadas de cabello incubados durante cuatro semanas en arena recolectada en cinco estaciones de cuatro transectos en Barra de Navidad, Jalisco.

MICROMICETO	ESTACIÓN					FRE- CUEN- CIA	TRAN- SECTO
	1	2	3	4	5		
<i>Cladosporium sphaerospermum</i>	-	-	1	-	-	1	IV
FRECUENCIA ESTACIONES	0	0	1	0	0	1	
NÚMERO DE ESPECIES	0	0	1	0	0		

Siete especies arenícolas terrestres se aislaron de la carnada de papel filtro (Tabla 17), de las cuales seis pertenecen a los deuteromicetos y una a los cigomicetos. La especie más abundante fue *Aspergillus flavus*, que se aisló en la estación 5 del transecto I.

Se observó que la cepa de *Aspergillus flavus* que se aisló de la carnada de papel filtro formó numerosos esclerocios de color oscuro, característica que no se presentó en las cepas que se aislaron de las carnadas de semillas de maíz y del medio de cultivo agua de mar-glucosa-extracto de levadura-peptona-agar (AM/GELPA).

Tabla 17. Micobiota aislada en las carnadas de papel filtro incubados durante 25 semanas en la arena recolectada de cinco estaciones en Barra de Navidad, Jalisco.

MICROMICETO	ESTACIÓN					FRE- CUEN- CIA	TRAN- SECTO
	1	2	3	4	5		
<i>Mucor hiemalis</i>	-	-	-	2	-	2	IV
<i>Alternaria</i> sp.	-	-	3	-	-	3	II-III
<i>Aspergillus niger</i>	-	-	-	-	5	5	III
<i>Aspergillus flavus</i>	-	-	-	-	6	6	I
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	-	-	-	3	-	3	IV
<i>Nigrospora sphaerica</i>	-	-	-	-	1	1	II
<i>Stemphylium</i> sp.	-	-	-	-	1	1	I
FRECUENCIA ESTACIONES	0	0	3	5	13	21	
NÚMERO DE ESPECIES	0	0	1	2	4		

De las semillas de maíz se obtuvieron 114 aislamientos de 14 géneros con 23 especies (Tabla 18, Figuras 25 a 29). Sólo 8 aislamientos de tres especies fueron de origen marino. La especie más frecuente resultó *Aspergillus flavus* que se aisló en las estaciones 3, 4 y 5 de los transectos I, II y IV con una frecuencia de 13 (Figura 29). Mediante la utilización de este sustrato como carnada, se logró aislar la micobiota más diversa y fue la única carnada sobre la que se desarrolló el género *Corollospora* spp.

Tabla 18. Micobiota aislada en las carnadas de semillas de maíz incubados durante 25 semanas en arena recolectada de cinco estaciones en Barra de Navidad, Jalisco.

MICROMICETO	ESTACIÓN					FRE- CUEN- CIA	TRAN- SECTO
	1	2	3	4	5		
<i>Syncephalastrum racemosum</i>	-	-	-	-	2	2	IV
<i>Alternaria</i> sp.	6	-	5	-	-	11	II-III-IV
<i>Aspergillus flavus</i>	-	-	5	7	1	13	I-II-IV
<i>Aspergillus niger</i>	-	-	4	2	4	10	I-II-III
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	-	-	3	4	3	10	II-III-IV
<i>Curvularia lunata</i>	-	-	-	4	-	4	IV
<i>Drechslera biseptata</i>	-	-	-	2	-	2	I-II
<i>Drechslera halodes</i>	3	-	-	-	-	3	III
<i>Fusarium moniliforme</i>	-	-	-	-	2	2	IV
<i>Fusarium solani</i>	3	2	3	-	-	8	II-IV
<i>Fusarium oxysporum</i>	-	-	-	-	1	1	III
<i>Geotrichum candidum</i>	-	-	-	-	1	1	IV
<i>Lasiodiplodia theobromae</i>	-	-	1	-	-	1	III
<i>Trichoderma</i> sp.	-	-	1	-	-	1	I
<i>Scopulariopsis brevicaulis</i>	-	5	3	1	-	9	I-III
<i>Scopulariopsis brumptii</i>	-	-	-	-	2	2	I
<i>Zygosporium masonii</i>	-	-	1	-	-	1	III
<i>Aspergillus nidulans</i>	-	-	4	2	5	11	II-III-IV
<i>Corollospora maritima</i>	-	-	1	-	-	1	I
<i>Corollospora intermedia</i>	-	-	4	-	-	4	I
<i>Microascus manginii</i>	1	1	-	-	-	2	III
<i>Microascus</i> sp.	-	1	-	-	-	1	III
<i>Microascus trigonosporus</i>	6	1	1	1	-	9	I-III-IV
Basidiomicete no identificado	-	-	3	2	-	5	III
FRECUENCIA ESTACIONES	19	10	36	26	23	114	
NÚMERO DE ESPECIES	5	5	13	8	9		

Sobre las placas de agua de mar-harina de maíz-agar, crecieron 8 géneros con 13 especies de micromicetos arenícolas. Las especies más frecuentes resultaron *Microascus trigonosporus* y *Fusarium solani* con una frecuencia de 18 y 13 respectivamente. En este medio de cultivo sólo se desarrollaron especies terrestres excepto una especie facultativa marina *Drechslera halodes* que se aisló en las estaciones 1, 2 y 3 del transecto III (Tabla 19).

Tabla 19. Micobiota aislada de arena recolectada de cinco estaciones en Barra de Navidad, Jalisco, inoculada en placas de agua de mar-harina de maíz-agar.

MICROMICETO	ESTACIÓN					FRE- CUEN- CIA	TRAN- SECTO
	1	2	3	4	5		
<i>Syncephalastrum racemosum</i>	-	-	-	-	2	2	III
<i>Aspergillus niger</i>	-	-	-	2	2	4	I-III
<i>Aspergillus tamarii</i>	-	-	-	1	-	1	IV
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	-	-	-	1	5	6	II-IV
<i>Curvularia lunata</i>	-	-	-	-	2	2	II
<i>Drechslera halodes</i>	2	1	3	-	-	6	III
<i>Fusarium semitectum</i>	-	-	2	3	2	7	III-IV
<i>Fusarium solani</i>	6	6	1	-	-	13	II-III-IV
<i>Scopulariopsis brevicaulis</i>	2	-	2	-	-	4	II-III
<i>Aspergillus nidulans</i>	-	-	-	2	4	6	III
<i>Microascus trigonosporus</i>	7	7	2	2	-	18	I-II-III-IV
<i>Microascus manginii</i>	2	2	-	-	-	4	I-III
<i>Microascus</i> sp.	4	2	1	-	-	7	I-III
FRECUENCIA ESTACIONES	23	18	11	11	17	80	
NÚMERO DE ESPECIES	6	5	6	6	6		

Después de seis semanas se aislaron de las placas de agua de mar-harina de maíz nixtamalizado-agar (Tabla 20) 11 géneros con 16 especies e incluyó el desarrollo de 15 especies terrestres y una facultativa marina. Las especies más frecuentes fueron *Fusarium solani* y *Curvularia geniculata* ambas con una frecuencia de 8.

Tabla 20. Micobiota aislada de arena recolectada de cinco estaciones en Barra de Navidad, Jalisco, inoculada en placas de agua de mar-maíz nixtamalizado-agar.

MICROMICETO	ESTACIÓN					FRE- CUEN- CIA	TRAN- SECTO
	1	2	3	4	5		
<i>Acremonium</i> sp.	-	-	-	-	1	1	IV
<i>Alternaria</i> sp.	1	-	-	-	-	1	III
<i>Aspergillus niger</i>	-	-	-	2	2	4	II
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	-	-	-	2	5	7	III-IV
<i>Curvularia geniculata</i>	-	-	-	3	-	3	III-IV
<i>Curvularia lunata</i>	-	-	-	3	5	8	III-IV
<i>Drechslera halodes</i>	3	2	2	-	-	7	III
<i>Fusarium solani</i>	-	5	3	-	-	8	II-III
<i>Fusarium semitectum</i>	-	-	-	3	2	5	IV
<i>Geotrichum candidum</i>	-	-	-	-	1	1	IV
<i>Lasiodiplodia theobromae</i>	-	-	-	1	-	1	III
<i>Scopulariopsis brumptii</i>	-	-	-	1	-	1	I
<i>Scopulariopsis brevicaulis</i>	2	2	-	-	-	4	II
<i>Aspergillus nidulans</i>	-	-	-	2	4	6	II-IV
<i>Microascus manginii</i>	-	4	3	-	-	7	I-III
<i>Saccharomyces</i> sp.	-	-	-	1	-	1	IV
FRECUENCIA ESTACIONES	6	13	8	18	20	65	
NÚMERO DE ESPECIES	3	4	3	9	7		

De once especies aisladas, *Aspergillus nidulans* y *Microascus trigonosporus* fueron los micromicetos más frecuentes de la micobiota que se aisló de las placas de extracto de levadura-peptona-glucosa-agua de mar-agar (Tabla 21).

Tabla 21. Micobiota aislada de arena recolectada de cinco estaciones en Barra de Navidad, Jalisco, inoculada en placas de extracto de levadura-peptona-glucosa-agua de mar.

MICROMICETO	ESTACIÓN					FRE- CUEN- CIA	TRAN- SECTO
	1	2	3	4	5		
<i>Mucor hiemalis</i>	-	-	2	1	-	3	III-IV
<i>Aspergillus niger</i>	-	-	-	-	3	3	I
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	-	-	-	-	2	2	III
<i>Curvularia lunata</i>	-	-	-	1	-	1	IV
<i>Curvularia eragrostidis</i>	-	2	-	-	-	2	IV
<i>Drechslera halodes</i>	1	-	-	-	-	1	III
<i>Fusarium solani</i>	-	2	-	-	-	2	II
<i>Myrothecium verrucaria</i>	-	1	-	-	-	1	IV
<i>Scopulariopsis brevicaulis</i>	2	-	-	-	-	2	I
<i>Aspergillus nidulans</i>	-	-	2	1	6	9	I-II-III
<i>Microascus trigonosporus</i>	2	2	-	3	1	8	I-II
Basidiomicete no identificado-	-	-	1	1	-	2	II-III
FRECUENCIA ESTACIONES	5	7	5	7	12	36	
NÚMERO DE ESPECIES	3	4	2	4	4		

En las placas de almidón soluble-agua de mar-agar se aislaron diez especies terrestres, de las cuales *Microascus trigonosporus* fue la más frecuente y además se aisló una especie marina facultativa *Drechslera halodes* en la estación 1 del transecto III (Tabla 22).

Tabla 22. Micobiota aislada de arena recolectada de cinco estaciones en Barra de Navidad, Jalisco, inoculada en placas de almidón soluble-agua de mar-agar.

MICROMICETO	ESTACIÓN					FRE- CUEN- CIA	TRAN- SECTO
	1	2	3	4	5		
<i>Cunninghamella echinulata</i>	-	-	-	-	1	1	II
<i>Alternaria</i> sp.	2	1	-	-	-	3	I-III
<i>Aspergillus niger</i>	-	1	-	-	-	1	III
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	-	-	-	3	3	6	II-III
<i>Curvularia lunata</i>	-	-	-	1	1	2	III-IV
<i>Drechslera halodes</i>	1	-	-	-	-	1	III
<i>Chaetomium</i> sp.	-	1	-	-	-	1	IV
<i>Microascus trigonosporus</i>	3	2	1	1	1	8	II-III
<i>Aspergillus nidulans</i>	-	-	-	1	1	2	II-III
<i>Myrothecium verrucaria</i>	-	-	-	1	-	1	IV
<i>Nigrospora sphaerica</i>	-	-	1	-	-	1	IV
FRECUENCIA ESTACIONES	6	5	2	7	7	27	
NÚMERO DE ESPECIES	3	4	2	5	5		

En las placas de agua de mar-glucosa-extracto de levadura-peptona-agar se aislaron cinco micromicetos terrestres de los cuales uno perteneció a los cigomicetos, tres a los deuteromicetos y uno a los basidiomicetos. Las tres especies de deuteromicetos fueron *Aspergillus flavus*, *Aspergillus repens* y *Aspergillus tamarisii* que se aislaron en las estaciones 3, 4 y 5 de los cuatro transectos (Tabla 23).

De los cinco medios de cultivo que se utilizaron como sustratos o carnadas, el medio agua de mar-glucosa-extracto de levadura-peptona-agar (AM/GELPA) fue en el que se aislaron menos especies arenícolas.

Tabla 23. Micobiota aislada de diluciones de arena recolectada de cinco estaciones en Barra de Navidad, Jalisco, inoculadas en placas de agua de mar-glucosa-extracto de levadura-peptona-agar.

MICROMICETO	ESTACIÓN					FRE- CUEN- CIA	TRAN- SECTO
	1	2	3	4	5		
<i>Cunninghamella echinulata</i>	-	-	-	-	1	1	II
<i>Aspergillus flavus</i>	-	-	5	-	7	12	I-III
<i>Aspergillus repens</i>	-	-	-	-	2	2	IV
<i>Aspergillus tamarii</i>	-	-	2	4	5	11	II-III-IV
Basidiomicete no identificado	-	-	-	4	-	4	IV
FRECUENCIA ESTACIONES	0	0	7	8	15	30	
NÚMERO DE ESPECIES	0	0	2	2	4		

3.4 AISLAMIENTO DE DERMATOMICETOS ARENÍCOLAS

Al emplear el método de STOCKDALE (1971) para el aislamiento de dermatomicetos los resultados fueron negativos porque no se obtuvo ningún dermatomiceto patógeno del hombre. Únicamente se aisló *Cladosporium sphaerospermum*, una especie cosmopolita, saprobia oportunista, que ha sido aislada del hombre y animales (HERRERA Y ULLOA 1990). Del total de hongos que se encontraron en este trabajo mediante las otras técnicas de aislamiento que se utilizaron en este trabajo con otros propósitos, se encontraron 20 especies saprobias oportunistas que pueden causar diversas micosis en el hombre: *Acremonium* sp., *Alternaria* sp., *Aspergillus flavus*, *A. niger*, *A. nidulans*, *A. tamarii*, *Cladosporium cladosporioides*, *Curvularia lunata*, *C. geniculata*, *Fusarium solani*, *F. moniliforme*, *F. semitectum*, *F. oxysporum*, *Geotrichum candidum*, *Microascus trigonosporus*, *M. manginii*, *Microascus* sp., *Mucor hiemalis*, *Scopulariopsis brevicaulis*, y *S. brumptii* (BERGEN Y WAGNER-MERNER 1977, HERRERA Y ULLOA 1990 Tabla 24).

El grupo más abundante de especies arenícolas oportunistas que se aislaron en Barra de Navidad, Jalisco, fue el de los deuteromicetos (17 especies Tabla 24).

Tabla 24. Hongos arenícolas potencialmente patógenos del hombre aislados en Barra de Navidad, Jalisco.

HONGO	ENFERMEDAD
Deuteromicetes	
<i>Acremonium</i> sp.	Cefalosporiomicosis
<i>Alternaria</i> sp.	Asma
<i>Aspergillus niger</i>	Aspergilosis
<i>Aspergillus nidulans</i>	Aspergilosis
<i>Aspergillus flavus</i>	Aspergilosis y otomicosis
<i>Aspergillus tamarii</i>	Aspergilosis
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	Queratomicosis
<i>Cladosporium sphaerospermum</i>	Queratomicosis
<i>Curvularia geniculata</i>	Queratitis micótica u oculomicosis
<i>Curvularia lunata</i>	Fehifomicosis Micetoma eumicótico Queratitis micótica
<i>Fusarium solani</i>	Oculomicosis
<i>Fusarium moniliforme</i>	Queratomicosis
<i>Fusarium oxysporum</i>	Queratomicosis
<i>Fusarium semitectum</i>	Queratomicosis
<i>Geotrichum candidum</i>	Geotricosis
<i>Scopulariopsis brevicaulis</i>	Escopulariopsisosis
<i>Scopulariopsis brumptii</i>	Onicomicosis Onicomicosis
Cigomicetes	
<i>Mucor hiemalis</i>	Mucormicosis
Ascomicetes	
<i>Microascus manginii</i>	Queratomicosis
<i>Microascus trigonosporus</i>	Queratomicosis
<i>Microascus</i> sp.	Queratomicosis

4.1 FRECUENCIA DE LOS HONGOS ARENÍCOLAS

Se han publicado datos cuantitativos sobre la frecuencia de los micromicetos arenícolas (WAGNER-MERNER 1972, ALEEM 1980, TOKURA 1982, 1984, KIRK 1983, REES Y JONES 1985). Sin embargo, en esos estudios únicamente se cuantificaron los micromicetos arenícolas marinos estrictos, con excepción de los trabajos de ALEEM (1980) y REES Y JONES (1985).

La especie más común que se aisló en Barra de Navidad fue *Microascus trigonosporus* (Tabla 1 y 2), mientras que ALEEM (1980) encontró en Nigeria *Corollospora maritima* y REES Y JONES (1985) aislaron en Dinamarca *Cladosporium* sp., como los hongos más frecuentes, respectivamente.

Este constituye el primer registro de *Microascus trigonosporus* en la arena de las playas marinas. Es un micromiceto terrestre que previamente se ha aislado del suelo arenoso del desierto de Sonora, en Baja California Norte, México (RANZONI 1968) y del desierto de Arizona (BARRON et al. 1961). También se aisló *Microascus manginii* en este trabajo (3.20%) y sólo (BARRON et al. 1961) informa su presencia en el suelo del desierto de Arizona. Sin embargo, hay un antecedente sobre otra especie del género que no se aisló en este trabajo, *Microascus senegalensis* que VON ARX (1975) encontró en el fango de un manglar en Senegal y KOHLMAYER (no publicado) en México. KOHLMAYER (1986) considera que *M. senegalensis* posiblemente es un hongo marino pero su estatus como tal tiene que verificarse.

Cladosporium cladosporioides también se aisló frecuentemente en este trabajo (Tablas 1 y 2). Anteriormente lo encontró NICOT (1958) en Francia pero no proporciona datos sobre su frecuencia. *C. cladosporioides* es de origen terrestre. En general, los representantes de este género se describen frecuentemente de recolecciones marinas pero su naturaleza marina no puede establecerse mientras no se demuestre su crecimiento *in situ*. Aunque de la especie no existen más antecedentes, del género *Cladosporium* sp. hay varios informes. Fue aislado en Dinamarca con un alto porcentaje de frecuencia por REES Y JONES (1985) y aunque también se aisló en las playas de Gran Bretaña (BROWN 1958) y en la bahía de Tampa, Florida (BERGEN Y WAGNER-MERNER 1977) no existen valores sobre su frecuencia. La presencia de *Cladosporium* sp. es usual en el agua de los sistemas estuarinos como en la laguna costera de Lagos, en Nigeria (AKPATA Y EKUNDAYO 1983), el estuario del río Connecticut (COOKE Y LACOURSE 1975), en Hong Kong (VRIJMOED et al. 1982), del sedimento estuarino en Carolina del Norte

(SIEPMANN 1959, SIEPMANN Y JOHNSON 1960) e incluso en el sedimento del Golfo de Maine a 220 m de profundidad (SPARROW 1937).

Por otra parte, en este estudio se encontró a *Microascus triconosporus* como la especie más común y a *Cladosporium cladosporioides*, *Aspergillus niger*, *Fusarium solani*, *Aspergillus nidulans* y *Aspergillus flavus* como las especies subdominantes (Tabla 2), mientras que en Dinamarca (REES Y JONES 1985) *Cladosporium* sp. fue la más común y *Corollospora maritima*, *Fusarium* sp., *Penicillium* sp., *Asteromyces cruciatus*, *Phialophora* sp. y *Cephalosporium* sp. fueron las subdominantes. ALEEM (1980) notó en Nigeria que la especie más común en la espuma del mar de la playa de Lumley fue *Corollospora maritima* y las subdominantes *Corollospora trifurcata* y *Corollospora intermedia*. No existe correlación entre los resultados de este trabajo y los otros dos, excepto que *Fusarium solani* y *Fusarium* sp. fueron subdominantes. Esto se debe probablemente a la diferente localización geográfica de los lugares donde se efectuaron los estudios (México en el océano Pacífico, Nigeria en el océano Atlántico y Dinamarca en el Mar del Norte) aparte de la diferente latitud y características distintivas particulares de cada ecosistema costero.

Además, otro aspecto muy importante es la ausencia de otros trabajos similares que imposibilita una comparación más objetiva de los resultados obtenidos en este estudio y se considera que éste es la base de futuras investigaciones.

Aunque se carece de valores cuantitativos sobre su frecuencia, la especie *Aspergillus niger* se describió de la arena de la playa (KISHIMOTO Y BAKER 1969, BERGEN Y WAGNER-MERNER 1977) igual que *Fusarium solani* (BERGEN Y WAGNER-MERNER 1977) y *Aspergillus nidulans* (NICOT 1958). *Aspergillus flavus*, por el contrario, sólo se ha presentado en estuarios (SIEPMANN 1959, BORUT Y JOHNSON 1962, AKPATA Y EKUNDAYO 1983) y en el desierto de Sonora en Arizona, Estados Unidos de América (RANZONI 1968). En conjunto, todas estas especies son de origen terrestre.

Entre las 10 especies que se presentaron frecuentemente en este trabajo (1 - 5 %) (Tabla 2) se incluyó a *Alternaria* sp., (Figura 17) citada también del sedimento marino (SPARROW 1937), arena de la playa (BERGEN Y WAGNER-MERNER 1977), espuma marina (WAGNER-MERNER 1972, KIRK 1983) y del agua estuarina (VRIJMOED, et. al. 1982). Hasta hace poco tiempo, se seguía la costumbre errónea de identificar como *Alternaria maritima* todos los aislamientos de *Alternaria* sp. de hábitats marinos; actualmente KOHLMAYER Y KOHLMAYER (1979) suponen que puede ser un hongo marino facultativo pero su estatus como tal, debe demostrarse y en esta ocasión se sigue el criterio de ambos autores, razón

por la cual se ha presentado como *Alternaria* sp. siendo uno de los géneros que ameritan mayor estudio.

Scopulariopsis brevicaulis se ha registrado en la arena de la playa (KISHIMOTO Y BAKER 1969), sedimento estuarino (SIEPMANN 1959) y en el estiércol de ratones silvestres (AGUIRRE-ACOSTA Y ULLOA 1982) sin datos sobre su frecuencia.

Drechslera halodes (Figura 22) se encontró por primera vez en este estudio en las estaciones 1, 2 y 3 del transecto III (Tablas 3 y 4) en la arena de la playa. LEONG et al. (1988) la registran de madera biodeteriorada flotante en el mar. Esta especie es un hongo marino facultativo y constituye un nuevo registro para México.

Curvularia lunata (Figura 19) se ha determinado en la arena de la playa (BERGEN Y WAGNER-MERNER 1977) y en un estuario (BORUT Y JOHNSON 1962).

SIEPMANN (1959) describe la especie *Fusarium semitectum* en el sedimento estuarino. BORUT Y JOHNSON (1962) y AKAPTA Y EKUNDAYO (1983) registran la frecuencia de *Aspergillus tamarii* en el sistema estuarino. El cigomiceto *Mucor hiemalis* sólo se ha encontrado en estuarios (SIEPMANN 1959, BORUT Y JOHNSON 1962). Antes de este trabajo dichas especies no se habían aislado de los sistemas arenosos marinos.

Se identificó un micelio perteneciente a los basidiomicetos tomando como base la presencia de fíbulas (conexiones en grapa o gancho) en el micelio. Aunque se trató de inducir la producción de cuerpos fructíferos, sólo se formaron fructificaciones abortivas. AKPATA Y EKUNDAYO (1983) encontraron también este tipo de micelio en el agua estuarina y RANZONI (1968) en la arena del desierto de Sonora.

Los 22 micromicetos restantes se aislaron ocasionalmente (menos del 1% Tabla 2). De dichos hongos, *Corollospora intermedia* (Figuras 14, 15 y 16) es una especie arenícola marina estricta que se encuentra 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. Se ha registrado en el océano

Atlántico - en las Bahamas (KOHLMAYER 1980), Belice (KOHLMAYER y VOLKMANN-KOHLMAYER 1987 b), Brasil (BOOTH 1983), Canadá (MILLER Y WHITNEY 1981), Canarias (KOHLMAYER 1967), Italia (GRASSO et al. 1985), Martinica (KOHLMAYER 1981a), Sierra Leona (ALEEM 1980), Suráfrica (GORTER 1978), Texas (KOEHN 1979), Mar Negro (ZELEZINSKAYA 1979), Vírgenes (KOHLMAYER 1988) y en el océano Pacífico - Hawai (KOHLMAYER Y VOLKMANN-KOHLMAYER 1989 b), Hong Kong (VRIJMOED et al. 1982), Nueva Zelanda (LINTOTT Y LINTOTT 1982), Pascua (KOHLMAYER 1981b) Y Japón (Tokura 1982, 1984). Particularmente en México, esta especie está registrada en la costa del océano Atlántico y en el océano Pacífico (estado de Oaxaca) (KOHLMAYER 1968, 1980, 1984, KOHLMAYER Y KOHLMAYER 1971). En este estudio se registró por segunda vez en el océano Pacífico para el estado de Jalisco.

Las especies *Corollospora maritima* y *Corollospora intermedia* forman parte de la micobiota característica de la arena de los sistemas arenosos costeros. Son especies consideradas marinas estrictas que muestran una gran afinidad por los ambientes arenosos de las playas y aguas costeras marinas. Su adaptación al medio ambiente arenícola se explica por: 1) su habilidad para adherirse y resguardarse entre los granos de arena con producción profusa de micelio, 2) la formación de un subículo secundario sobre los granos de arena, 3) un peritecio carbonáceo y 4) la orientación hacia abajo del cuello peritecial cuando crecen adheridos a los granos de arena. Estas dos especies comparten sus características con otros hongos arenícolas (KOCH Y JONES 1984).

Lasiodiplodia theobromae (Figura 20) no se ha aislado de la arena marina, pero comúnmente se registra de lugares tropicales y subtropicales (SUTTON 1980). Esta especie está relacionada en cierta forma con el micromiceto marino *Diplodia oraemaris* que WAGNER-MERNER (1972) encontró en la espuma de la playa de Pine Island en Florida.

Nigrospora sphaerica (Figura 18) y *Zygosporium masonii* (Figura 23) son especies saprobias, cosmopolitas, especialmente distribuidas en lugares tropicales sobre diversos tipos de plantas y también del suelo (ELLIS 1971). *Myrothecium verrucaria* (Figura 21) está registrado del ambiente estuarino (BORUT Y JOHNSON 1962) así como *Syncephalastrum racemosum* (BARCENA 91). Estas cuatro especies no se habían encontrado antes en la arena de las playas marinas.

En este trabajo *Chaetomium* sp. (Figura 24) se aisló una vez en la estación 2 del transecto IV (Tablas 3 y 4). No se encontraron antecedentes sobre el género, sólo de *Chaetomium globosum* que fue aislado por (BORUT Y JOHNSON 1962, COOKE Y LACOURSE 1975, CURRAN Y HEGARTY 1979) y de *Chaetomium elatum* por (REES Y JONES 1975).

La mayor parte de los micromicetos arenícolas que se registraron en Barra de Navidad fueron de origen terrestre, pertenecientes a los deuteromicetos. Este resultado concuerda con el que cita BROWN (1958) quien analizó la micobiota de las dunas alcalinas en Inglaterra.

En este trabajo sólo se encontraron dos especies marinas estrictas de 37 que se aislaron que fueron *Corollospora intermedia* y *Corollospora maritima*. Además, varios micromicetos arenícolas marinos estrictos registrados previamente no se aislaron (*Asteromyces cruciatus*, *Carbosphaerella* spp., *Dendryphiella arenaria*, *Lindra marinera*, *Lulworthia lignoarenaria*, *Nia vibrissa*) a pesar de que se muestreó extensivamente la zona y se utilizaron diversos métodos para el aislamiento de dichas especies. Una posible razón que explica la escasez de hongos arenícolas autóctonos pudo ser la localización de la playa, porque los hongos arenícolas no se encuentran en las playas de los estuarios, sólo existen en la arena de las playas expuestas al mar abierto (KOHLMEYER comunicación personal). Por consiguiente, es lógico que no se hayan aislado especies marinas en el transecto IV (dentro de la laguna de Barra de Navidad), pero por los resultados de este trabajo, la situación de los transectos I, II y III tampoco fue adecuada para el aislamiento de los hongos arenícolas marinos ya que está altamente influenciada por el ambiente estuarino adyacente de la laguna de Barra de Navidad.

Aunque las especies del género *Penicillium* tienen una distribución geográfica igual o mayor que las del género *Aspergillus* (HERRERA Y ULLOA 1990), fue notable la ausencia de los penicilios en la colección de micromicetos arenícolas de Barra de Navidad. El género *Penicillium* es de origen terrestre y se encuentra registrado como un microorganismo dominante en la arena de la playa (BROWN 1958, NICOT 1958, REES Y JONES 1985).

El fenómeno pudo tener su origen en dos causas: 1) utilización de métodos inadecuados para el aislamiento de *Penicillium* y 2) *Penicillium* no estaba presente en el área de estudio porque no fue capaz de colonizar la arena de la playa debido a su interacción desfavorable con los factores bióticos y abióticos propios de esos hábitat. Al analizar las causas, la primera se eliminó porque las técnicas que se aplicaron en este trabajo son adecuadas para el aislamiento de *Penicillium* (PITT 1979). Entonces, este hongo no estaba en la arena de Barra de Navidad. Se desconoce cuales factores bióticos y abióticos causaron su ausencia, sin embargo, se considera que pudo suceder una interacción de antagonismo (tipo antibiosis o competición) entre el género *Penicillium* y otros microorganismos del suelo (hongos y bacterias), además de la acción adicional de factores abióticos como el bajo contenido de nutrimentos del suelo

arenoso y de la excesiva temperatura, salinidad y deshidratación.

La composición genérica de la micobiota arenícola de Barra de Navidad fue similar a la registrada por REES Y JONES (1985) en Dinamarca y parcialmente semejante a la que informa BROWN (1958) para Inglaterra, NICOT (1958) en Francia y BERGEN Y WAGNER-MERNER (1977) en Florida. En gran parte, también es parecida al espectro fungoso del ambiente estuarino (SPARROW 1937, SIEPMANN 1959, JOHNSON Y SPARROW 1961, SHEARER 1972, COOKE Y LACOURSE 1975, ALEEM 1980, AKPATA Y EKUNDAYO 1983) y de las aguas residuales (COOKE 1957).

Por los resultados de este estudio, es clara la amplia influencia del ambiente lagunar-estuarino de la laguna de Barra de Navidad sobre la bahía de Navidad.

En la laguna de 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 y los hongos son considerados como organismos indicadores del transporte de materiales en ambientes estuarinos (COOKE Y LACOURSE 1975).

Por esta razón, los micromicetos arenícolas que se registraron en Barra de Navidad siguieron un patrón hidrográfico. La Figura 31 nos muestra el sentido de la circulación en la laguna de Barra de Navidad cuando el agua fluye hacia el océano. Debido a que el agua dulce tiene menor salinidad y densidad que el agua marina, al salir de la laguna por la boca hacia la bahía, se estratifica situándose superficialmente una capa de agua dulce sobre la marina y, por medio de la acción de las olas, es arrastrada hacia la costa de la bahía. Este patrón hidrográfico explica la alta frecuencia de especies arenícolas terrestres en todos los transectos, así como su disminución gradual conforme aumentó la distancia de la boca (Tabla 3 Figura 2). 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 3).

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 por los hifomicetos *Cladosporium cladosporioides*, *Alternaria alternata*, *Zygosporium masonii* y en la segunda etapa, *Aspergillus repens* y *Acremonium* sp. Como en el suroeste de la laguna de Barra de Navidad existe una comunidad de mangles 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 de Navidad y posteriormente son depositados por medio de la acción de las olas del mar sobre la costa.

FELL et al. (1975) encontraron en hojas senescentes de *Rhizophora mangle*, los micromicetos *Nigrospora* y *Drechslera*. Dichos géneros también se aislaron de la arena de la playa (Tabla 1).

Fusarium, *Geotrichum*, *Acremonium*, *Trichoderma* y *Myrothecium* se encuentran en los ríos que captan aguas residuales (COOKE 1957); por lo tanto, es de interés la presencia de dichos micromicetos en la arena de Barra de Navidad, porque indican la existencia de contaminación por aguas residuales. El uso de *Fusarium solani* en el tratamiento de las aguas de desecho para remover el cianuro, se realiza normalmente (SUBRAMANIAN 1983). *F. solani* se encontró comúnmente en la región de estudio, por lo que se sospecha que probablemente esté controlada en forma natural por esta especie la contaminación por dicho elemento químico.

Los índices de similitud que permitieron comparar la composición de especies en los cuatro transectos y las cinco estaciones, mostraron que los dos transectos con la micobiota más similar fueron el II y el IV y los menos similares el II y el III (Tabla 8) y con respecto a las estaciones, la micobiota más similar se encontró en las estaciones 1 y 2 y la menos similar en la 1 y 5 (Tabla 9). Estos resultados 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 forma específica, si relacionamos la proximidad del transecto II a la laguna de aguas residuales provenientes de San Patricio, Jalisco, denominada Los Otates y por otra parte, del transecto IV al punto de descarga del drenaje urbano de Barra de Navidad, Jalisco, podemos comprender la similitud que mostró la micobiota que se aisló en ambos transectos.

El análisis del gradiente marino-terrestre en base a los valores de frecuencia de las especies arenícolas que se aislaron, no indicó un incremento gradual al pasar del medio marino al terrestre. Dicho resultado no corresponde con el que cita REES Y JONES (1985) quienes encontraron un incremento gradual en dicho gradiente. Sin embargo, la estación 5 presentó los mayores valores de frecuencia (Tabla 7).

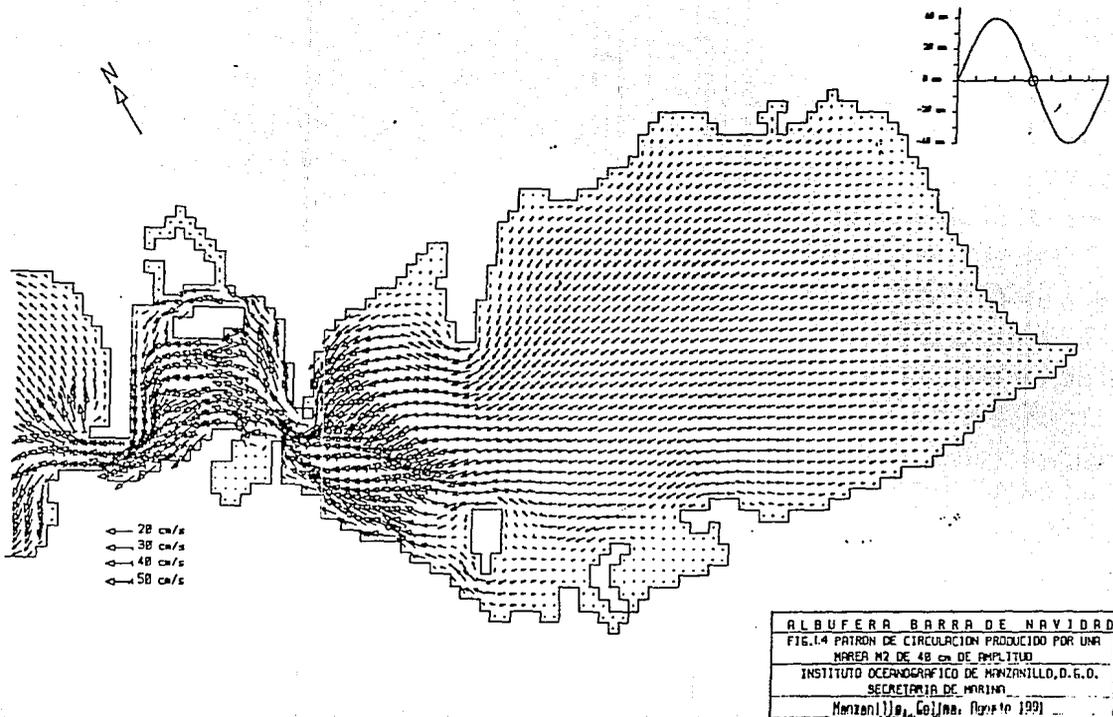


Figura 31. Mapa que representa la circulación del agua en la laguna de Barra de Navidad, Jalisco (GAVIÑO 1991).

Tampoco 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 7) 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.

Microascus trigonosporus fue el único micromiceto arenícola que se aisló en las cinco estaciones de los cuatro transectos (Tablas 3 y 4) por lo que se considera el más adaptado al ambiente arenoso de Barra de Navidad, Jalisco.

Además, *Alternaria* sp., *Aspergillus flavus*, *Aspergillus nidulans*, *Aspergillus niger* y *Cladosporium cladosporioides* se encontraron en todos los transectos aunque no en todas las estaciones (Tablas 3 y 4) y por esa razón, también es posible que estén muy adaptados al ambiente del endopsamón de Barra de Navidad, Jalisco.

Microascus trigonosporus igual que *Alternaria* sp., *Drechslera halodes*, *Fusarium solani*, *Microascus manginii*, *Microascus* sp. y *Scopulariopsis brevicaulis* se piensa que son especies arenícolas marinas facultativas porque se sabe que son terrestres (KOHLMEYER Y KOHLMEYER 1979) y sin embargo se encontraron en las estaciones 1, 2 y 3 que representan las condiciones ambientales predominantemente marinas (Tabla 4).

Al graficar los valores de frecuencia de los tres micromicetos más abundantes, no se encontraron límites que los separaran debido a que están sobrepuestos en forma continua (Gráfica 1). Además es notorio que *Aspergillus niger* de origen terrestre, puede tolerar las condiciones del ambiente marino, sin embargo, su frecuencia aumentó bruscamente en la zona predominantemente terrestre (estación 5 Gráfica 1).

4.2 DIVERSIDAD DE LOS HONGOS ARENÍCOLAS

El índice de concentración de predominio fue bajo (0.16). Este valor indica que el dominio se encuentra compartido por varias especies arenícolas en Barra de Navidad, Jalisco. 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.

De los resultados que se presentaron, es obvio que existe una micota diversa en los sistemas arenosos de Barra de Navidad, Jalisco.

Al medir con los índices de diversidad de Shannon y Simpson el grado de diversidad ecológica de la micobiota arenícola en Barra de Navidad, Jalisco, se encontró una diversidad ecológica alta.

Una diversidad ecológica alta supone hipotéticamente también la existencia de una estabilidad ambiental alta, una predictibilidad ambiental alta y una productividad ecológica alta (PIELOU 1975). Sin embargo, el endopsamon de Barra de Navidad, Jalisco, no posee todas esas características y a pesar de ello, la micobiota arenícola que se aisló fue diversa.

La estabilidad ambiental alta se refiere a que el tamaño relativo de las poblaciones de organismos no varía porque no son perturbadas (PIELOU 1975).

La arena de la playa de Barra de Navidad, Jalisco, es un ambiente en el que predominan las condiciones de bajo estrés y alta perturbación, puesto que la mayor parte de los micromicetos arenícolas que se aislaron fueron zimógenos. Entonces, este ambiente es estable ecológicamente, porque el tamaño relativo de las poblaciones de micromicetos arenícolas no varían aunque sean perturbadas, gracias a la gran adaptación que tienen dichos microorganismos para poder vivir en ese medio. La estabilidad ambiental alta, no obstante la perturbación, ocasiona que en la comunidad exista estabilidad y por lo tanto, permite que alcance una diversidad alta.

Un ambiente es más o menos predecible de acuerdo a la variación del período y a la amplitud de las fluctuaciones ambientales. En general, la diversidad ecológica en los trópicos es alta porque el clima tiene una estación cálida prolongada que favorece la presencia de más especies (PIELOU 1975).

La arena de la playa de Barra de Navidad, Jalisco, es un ambiente impredecible porque las fluctuaciones ambientales son amplias, extremas y muy variables. Dichas fluctuaciones se deben a cambios en la temperatura, la salinidad, la humedad, la radiación solar y los nutrimentos. Sin embargo, se encontró una alta diversidad porque los micromicetos están adaptados a esas condiciones ambientales.

La diversidad alta de los trópicos está relacionada directamente con una productividad alta que proviene de la enorme cantidad de energía solar que recibe esa zona (PIELOU 1975).

La productividad del endopsamon de Barra de Navidad, Jalisco, no se ha determinado, pero se supone que es alta por la gran cantidad de material proveniente de la laguna de Barra de Navidad que es depositado sobre la arena de la

playa por la acción de las olas y que es biodegradado produciendo detritus y sustancias de elevado valor nutricional para los organismos que viven en la arena de la playa y aguas costeras.

PIELOU (1975), considera que la predictibilidad es más importante que la productividad en la regulación de la diversidad. Sin embargo, el endopsamon de Barra de Navidad, Jalisco, es un ambiente impredecible y probablemente productivo con una diversidad alta de micromicetos arenícolas.

Una consecuencia de la diversidad alta, es una elevada riqueza o variedad de especies (PIELOU 1975), lo cual corresponde con el alto valor del índice de riqueza o variedad de especies arenícolas que se obtuvo en Barra de Navidad, Jalisco.

Las playas marinas proveen hábitat y alimento para comunidades bióticas únicas, como cientos de especies de peces, aves, moluscos, reptiles y mamíferos costeros. Son ambientes sensibles con gran fragilidad ecológica. La arena de las playas costeras es un medio en el que predominan las condiciones ambientales de alto estrés y perturbación (PUGH 1980). Los habitantes de ese ambiente sobreviven tolerando situaciones extremas. Es evidente que la micobiota arenícola de Barra de Navidad posee una característica común que le permite tolerar los extremos de la zona intermareal.

4.3 FUNCIÓN ECOLÓGICA DE LOS HONGOS ARENÍCOLAS

En relación con la función ecológica *in vitro* de los micromicetos arenícolas, los resultados indicaron que la acción biodegradadora más intensa fue la amilolítica y la menor la queratinolítica (Tabla 12). Dichos datos no concuerdan con los de REES Y JONES (1985) quienes encontraron la degradación celulolítica como la más intensa. Sin embargo, es relevante la presencia de *Myrothecium verrucaria* en Barra de Navidad, Jalisco, puesto que es uno de los descomponedores de la celulosa más potentes que se conocen (BASU Y GHOSE 1960) e incluso puede utilizar diésteres de ácidos alifáticos carbónicos (un tipo de plástico) (BERK et al. 1957). La habilidad de los hongos para degradar polímeros en moléculas más pequeñas es el primer paso, esencial en la degradación ecológica y reciclaje de la materia orgánica muerta. Es, ciertamente, una habilidad prodigiosa de estos organismos.

Al analizar los datos de frecuencia para estimar la preferencia que mostraron los micromicetos arenícolas para colonizar y degradar un sustrato, se encontró que la carnada de semillas de maíz fue la más preferida puesto que alcanzó

la mayor frecuencia (Tabla 17). Este resultado es similar al que citan REES Y JONES (1985) quienes encontraron la máxima frecuencia al utilizar esta misma carnada.

En este trabajo también se aisló el mayor número de especies (23) de las carnadas de semillas de maíz, a diferencia de REES Y JONES (1985) quienes aislaron el número más alto (25) sobre la carnada de hojas de encino.

Con respecto a los medios de cultivo, el valor de frecuencia más alto se obtuvo en el medio agua de mar-harina de maíz-agar (AM/HMA Tabla 18) y el mayor número de especies en el medio agua de mar-harina de maíz nixtamalizado-agar (AM/HMNA Tabla 19). Estos resultados difieren de los de REES Y JONES (1985) quienes encontraron la mayor frecuencia en el medio de extracto de levadura-peptona-glucosa-agua de mar-agar (ELPG/AMA) y el número más alto de especies en el medio agua de mar-harina de maíz- agar (AM/HMA).

HYDE et al. (1987) mencionan que el medio más adecuado para aislar y cultivar los hongos marinos es el agua de mar-harina de maíz-agar. Sin embargo, en este trabajo no se aisló ninguna especie marina al utilizar dicho medio de cultivo al contrario de REES Y JONES (1985) quienes aislaron varias especies.

Los valores de frecuencia más altos se obtuvieron en la estación 5 de los cuatro transectos (Tabla 4). En ese lugar la acción biodegradadora fue más intensa puesto que en esa zona las especies terrestres son más activas (KOHLMEYER comunicación personal). Sin embargo, en la estación 3 se aisló el máximo número de especies (Tabla 3), tal vez porque coincide con la zona donde el mar deposita los restos orgánicos por medio de la acción de las olas. Por este resultado, se deduce que en el ambiente arenoso el factor ecológico más limitante para las poblaciones de hongos es la cantidad de nutrientes.

En referencia con la magnitud de la acción biodegradadora que se desarrolló en los transectos, se encontró el mayor valor de frecuencia en el transecto III y el menor en el transecto I (Tabla 3). Este resultado explica que en el transecto III (situado frente al poblado de Barra de Navidad, Jalisco) la actividad biodegradadora es más intensa porque en ese lugar se acumula la mayor cantidad de restos orgánicos sobre la playa que son transportados siguiendo el sentido de las corrientes del sistema hidrográfico de Barra de Navidad y por lo tanto en el Transecto I (frente a la localidad de San Patricio y punto más lejano de la boca) se acumula la menor cantidad de restos orgánicos.

4.4 AISLAMIENTO DE DERMATOMICETOS ARENÍCOLAS

En este estudio no se aislaron dermatomicetos patógenos mediante el método de STOCKDALE (1971). Únicamente se aisló *Cladosporium sphaerospermum* una especie potencialmente patógena del hombre. Sin embargo, mediante las otras técnicas de aislamiento que se emplearon en este trabajo con otros objetivos, se encontraron además 20 especies potencialmente patógenas del hombre que son dermatomicetos comunes que causan infecciones superficiales de los tejidos queratinizados como piel, cabello, y uñas (EMMONS 1963).

Una de las razones que explican los resultados mencionados es que sólo se empleó una técnica de aislamiento (STOCKDALE 1971) y aunque es la más utilizada no es la única que se ha desarrollado para aislar los dermatomicetos del suelo arenoso.

No se emplearon otras técnicas para aislar los dermatomicetos de Barra de Navidad, Jalisco, porque sólo se pretendió investigar un poco acerca de otro aspecto de la micobiota arenícola de Barra de Navidad, Jalisco, al aprovechar la igualdad entre la primera parte de la técnica de STOCKDALE (1971) en la que se utilizan como carnadas los pedazos de cabellos y el método I sustratos naturales (carnadas) de REES Y JONES (1985) de tal forma, que sólo hubo que completar la técnica de STOCKDALE (1971) para lograrlo.

Otra razón pudo ser que los dermatomicetos patógenos del hombre no se encontraban o su incidencia era muy baja en Barra de Navidad, Jalisco. BERGEN Y WAGNER-MERNER (1977) en Florida obtuvieron resultados similares a los de este trabajo puesto que no aislaron ningún dermatomiceto patógeno del hombre, sino sólo 26 especies potencialmente patógenas al utilizar la técnica de vaciado en placa de agar (FRED Y WAKSMAN 1928) y el método del cabello como carnada (ORR 1969).

El resultado de este trabajo difiere del de KISHIMOTO Y BAKER (1969) quienes aislaron en Hawai 11 especies de dermatomicetos patógenos del hombre al usar la técnica del cabello como carnada (VANBREUSEGHEM 1952) y el método de vaciado en placa de agar (FRED Y WAKSMAN 1928). En forma particular, los autores aislaron *Microsporium canis* al emplear la técnica del cabello como carnada en el área de Waikiki, Hawai.

La utilización del cabello propicia el aislamiento de *Microsporium gypseum* porque parece que dicho dermatomiceto patógeno del hombre, prefiere este tipo de queratina (STOCKDALE 1971).

Entonces, si en Barra de Navidad, Jalisco, estuvieran *Microsporum gypseum* y otros dermatofitos patógenos del hombre, al emplear en este trabajo la técnica de STOCKDALE (1971) se habrían aislado.

Es posible que en este estudio de Barra de Navidad y el BERGEN Y WAGNER-MERNER (1977), no se hayan aislado hongos al utilizar cabello humano como carnada, a diferencia del trabajo de KISHIMOTO Y BAKER (1969) debido a la diferencia entre el clima de Hawai y Barra de Navidad, en Hawai es tropical y en Barra de Navidad es subtropical como en Florida.

Diez de las 21 especies oportunistas que se aislaron en este trabajo, pueden causar la queratomicosis, una enfermedad muy frecuente específica de la piel queratinizada, del pelo y de las uñas, mientras que cinco pueden causar el asma y la aspergilosis que son enfermedades que afectan las vías respiratorias y pulmones (HERRERA Y ULLOA 1990 Tabla 24).

Cladosporium sphaerospermum está relacionado con la queratomicosis (HERRERA Y ULLOA 1990) y aunque es de origen terrestre POLGLASE et al. (1984) lo encontraron infectando al pulpo *Eledone cirrhosa* por lo que su presencia en el ambiente marino es sorprendente.

Entre los dermatomicetos que se aislaron en Barra de Navidad mediante las otras técnicas de aislamiento que se emplearon en este trabajo con otros objetivos, tenemos a *Scopulariopsis brevicaulis*, una especie geofílica, oportunista imperfecta, asociada con la onicomicosis, ampliamente distribuida en los suelos de todo el mundo (GILMAN 1957 Tabla 24).

Geotrichum candidum es un biopatógeno muy distribuido en la naturaleza, implicado con algunas enfermedades del hombre, (CARMICHAEL 1957, WILSON Y PLUNKETT 1965). Los géneros *Alternaria* y *Cladosporium* patógenos potenciales del hombre, generalmente se encuentran en el suelo (DIXON et al. 1980 Tabla 24).

Fusarium semitectum y *Fusarium solani* se encontraron en las carnadas de uñas y pueden causar la queratomicosis y la oculomicosis, respectivamente (Tabla 24).

Como en los estudios hechos en California por DABROWA, et al. (1964) Hawai por KISHIMOTO Y BAKER (1969) y en Tampa, Florida por BERGEN Y WAGNER-MERNER (1977), los dermatomicetos potencialmente patógenos que se aislaron en Barra de Navidad pertenecen principalmente a los deuteromicetos y cigomicetos (Tabla 24).

Los dermatomicetos arenícolas potencialmente patógenos del hombre que se aislaron en Barra de Navidad, Jalisco, se compararon con las especies que se encontraron en las playas de California (DABROWA et al. 1964), de Hawai (KISHIMOTO Y BAKER 1969) y de Florida (BERGEN Y WAGNER-MERNER 1977 Tabla 25). *Aspergillus niger* es la única especie oportunista del hombre que se encontró en este estudio y en todos los lugares mencionados anteriormente. Además, la presencia exclusiva de *Curvularia lunata*, *Fusarium solani* y *Geotrichum candidum* en Florida, coincide con los resultados que se obtuvieron en Barra de Navidad, Jalisco, durante este trabajo.

Tabla 25. Comparación de la colección de hongos arenícolas potencialmente patógenos del hombre aislados en Barra de Navidad, Jalisco, con los aislados en California (DABROWA et al. 1964), Hawai (KISHIMOTO Y BAKER 1969) y Tampa, Florida (BERGEN Y WAGNER-MERNER 1977).

HONGO	1	2	3	4
<i>Aspergillus niger</i>	X	X	X	X
<i>Curvularia lunata</i>	X	-	-	X
<i>Fusarium solani</i>	X	-	-	X
<i>Geotrichum candidum</i>	X	-	X	X
<i>Scopulariopsis brevicaulis</i>	X	-	X	-

1 = Barra de Navidad, 2 = California, 3 = Hawai, 4 = Florida (BERGEN Y WAGNER-MERNER 1977, HERRERA Y ULLOA 1990)

5.0 CONCLUSIONES

En referencia a los objetivos que se formularon en esta investigación se concluyó lo siguiente:

Al valorar la frecuencia relativa de los micromicetos arenícolas en Barra de Navidad, Jalisco, se obtuvieron un total de 406 aislamientos de los cuales 13 pertenecieron a los cigomicetos, 279 a los deuteromicetos, 103 a los ascomicetos y 11 a los basidiomicetos.

La especie que se aisló más frecuentemente fue *Microascus trigonosporus* Emmons et Dodge (10.59%) de origen terrestre. Solamente se aislaron en forma esporádica dos especies marinas estrictas *Corollospora maritima* Werdermann y *Corollospora intermedia* Schmidt, la última de las cuales es un nuevo registro para México de la misma forma que el micromiceto marino facultativo *Drechslera halodes* (Drechsler) Subram. et Jain.

La diversidad ecológica de la micobiota arenícola de Barra de Navidad, Jalisco, resultó alta, tal como sucede en los trópicos, a pesar de que el endopsamón es un ambiente adverso.

Se encontró que la mayor acción biodegradadora *in vitro* en la arena de la playa de Barra de Navidad, Jalisco, fue la amilolítica, lo que está de acuerdo con la población fúngica fundamentalmente zimógena que se encontró en dicha playa. Además, el sustrato de semillas de maíz que se utilizó como carnada fue el más preferido para ser colonizado y consecuentemente, biodegradado.

En este estudio no se aislaron dermatomicetos arenícolas patógenos del hombre en Barra de Navidad, Jalisco, al utilizar la técnica de aislamiento de Stockdale (1971). Únicamente se aisló *Cladosporium sphaerospermum* Penz. una especie saprobia facultativa. Mediante otros métodos se encontraron 21 especies saprobias oportunistas que causan infecciones superficiales de los tejidos queratinizados.

Este es el primer trabajo sobre los micromicetos arenícolas realizado en nuestro país, lo que indica la necesidad urgente de continuar estudios futuros de México, con el fin de lograr un conocimiento más completo de este grupo de microorganismos.

GLOSARIO

arenicola: organismo que habita entre o sobre los granos de arena, en los espacios intersticiales que pueden estar llenos de aire o agua.

ascoma: en general, cualquier esporocarpio o aparato esporífero con ascas.

bahía: un gran estuario con un grado de flujo de sus aguas relativamente alto.

endopsamon: ambiente situado entre o sobre los granos de arena en las playas marinas.

estrés-tolerante o autóctono: en micología, estrategia de vida de los hongos que viven en un ambiente en el que predominan las condiciones de alto estrés y baja perturbación. Los hongos responden a esas condiciones ambientales con un crecimiento lento y baja esporulación.

hongo marino obligatorio o estricto: hongo que crece y esporula exclusivamente en un hábitat marino o estuarino.

hongo marino facultativo: hongo dulceacuícola o terrestre que llega al ambiente marino vía aire o agua que por un proceso de adaptación es capaz de crecer y posiblemente esporular en el ambiente marino o estuarino.

hongo no marino: hongo terrestre o dulceacuícola que no puede crecer ni esporular en el ambiente marino o estuarino, debido a la presencia de un factor micostático desconocido.

micoecología: estudio de las interrelaciones entre los hongos y su ambiente.

micosis: amplia gama de infecciones del hombre y de los animales superiores, ocasionadas por muy diversas especies de hongos; basándose en el grado de profundidad anatómica de las micosis, estas se clasifican en superficiales, cutáneas, subcutáneas y sistémicas.

micobiota: la población fungosa de una área particular.

parásito: organismo generalmente heterótrofo que se nutre a expensas de organismos vivos, tanto plantas como animales, a los que frecuentemente invade y ocasiona alguna enfermedad, en este último caso se le considera como patógeno.

ruderal o zimógeno: en micología, estrategia de vida de los hongos que viven en un ambiente en el que predominan las condiciones de bajo estrés y alta perturbación. Los hongos

responden a esas condiciones ambientales con un rápido crecimiento y alta esporulación.

saprobio: organismo que se desarrolla sobre otro ser orgánico muerto o sobre sustancias orgánicas, y utiliza estos sustratos como alimento.

sobrevivencia o escape: en micología, estrategia de vida de los hongos que viven en un ambiente en el que predominan las condiciones de alto estrés y alta perturbación. Los hongos de este grupo son especies exclusivas, a veces únicas, características de hábitats con condiciones ambientales muy adversas y extremas.

subículo: trama de hifas flojamente entrelazadas, a manera de fieltro, que cubre el sustrato, sobre la que se asientan los cuerpos fructíferos (peritecios, apotecios, etc.); el subículo puede ser reticular, lanoso o crustáceo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AGUIRRE-ACOSTA, E. Y ULLOA, M. 1982. Mohos que se desarrollan en el estiércol de algunos ratones silvestres de México. *Bol. Soc. Mex. Mic.* 17, 55-66.
- AKPATA, T. Y EKUNDAYO, J. 1983. Occurrence and periodicity of some fungal populations in the Lagos Lagoon. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 80, 347-352.
- ALEEM, A. 1980. Distribution and ecology of marine fungi in Sierra Leone (Tropical West Africa). *Bot. Mar.* 23, 679-688.
- ÁLVAREZ DEL CASTILLO, M. 1983. Estudio de la fauna de los crustáceos decápodos del ambiente rocoso, de la laguna de Barra de Navidad, Jalisco. Escuela de Biología, UAG, Guadalajara, Jal. Tesis Profesional.
- AMES, L. M. 1961. A *Monograph of the Chaetomiaceae*. U. S. Army Res. & Devel. Ser. No. 2, 125 pp.
- ANÓNIMO 1982. Evaluación ecológica para promover la rehabilitación de la albufera de Barra de Navidad. Comisión de conurbación Manzanillo-Barra de Navidad, SEP.
- APINIS, A. E. Y CHESTERS, C. G. 1964. Ascomycetes of some salt marshes and sand dunes. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 47, 419-435.
- BÁRCENA, E. 1991. Hongos encontrados en el mangle rojo (*Rhizophora mangle* L.) en la laguna de Barra de Navidad, Jalisco. Escuela de Biología, UAG, Guadalajara, Jal. Tesis Profesional.
- BARGHOORN, E. S. Y LINDER, D. H. 1944. Marine fungi: their taxonomy and biology. *Parlowia* 1, 395-467.
- BARNETT, H. Y HUNTER, B. 1972. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*, 3a. ed. Burgess, Minneápolis.
- BARRON, G. L. 1971. Soil fungi. En: C. Booth (Ed.), *Methods in Microbiology*. Vol. 4, Academic Press, Londres, pp. 403-427.
- BARRON, G., CAIN, R. Y GILMAN, J. 1961. The genus *Microascus*. *Can. J. Bot.* 39, 1609-1631.
- BASU, S. Y GHOSE, S. N. 1960. The production of cellulase by fungi on mixed cellulosic substrates. *Can. J. Microbiol.* 6, 265-282

- BEBOUT, B., SCHATZ, S. KOHLMAYER, J. Y HAIBACH, M. 1987. Temperature-dependent growth in isolates of *Corollospora maritima* Werderm. (Ascomycetes) from different geographical regions. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 106, 203-210.
- BERGEN, L. Y WAGNER-MERNER, D. 1977. Comparative survey of fungi and potential pathogenic fungi from selected beaches in the Tampa Bay area. *Mycologia* 1, 299-308.
- BERK, S., EBERT, H. Y TEITELL, L. 1957. Utilization of plasticizers and related organic compounds by fungi. *Ind. Engng. Chem.* 48, 1115-1124.
- BOOTH, C. 1971 a. *The Genus Fusarium*. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey.
- BOOTH, C. 1971 b. Introduction to general methods. En: C. Booth (Ed.), *Methods in Microbiology*. Vol. 4, Academic Press, Londres, pp. 1-47.
- BOOTH, C. 1977. *Fusarium Laboratory Guide to the Identification of the Major Species*. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey.
- BOOTH, H. 1983. Lignicolous marine fungi from São Paulo, Brazil. *Can. J. Bot.* 61, 488-506.
- BORUT, S. Y JOHNSON, T. 1962. Some biological observations on fungi in estuarine sediments. *Mycologia* 54, 181-193.
- BROWN, J. 1958. Soil fungi of some British sand dunes in relation to soil type and succesion. *J. Ecol.* 46, 641-664.
- CARMICHAEL, J. 1957. *Geotrichum candidum*. *Mycologia* 49, 820-830.
- CETENAL 1975. *Carta uso del suelo de San Patricio*. (E-13-B-41). Comisión de Estudios del Territorio Nacional, México.
- CETENAL 1976. *Carta edafológica de San Patricio*. (E-13-B-41). Comisión de Estudios del Territorio Nacional, México.
- 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.

- CLARK, J. 1977. *Coastal Ecosystem Management*. Wiley, Nueva York.
- COOKE, W. 1957. Check list of fungi isolated from polluted water and sewage. *Sydawia. Beih.* 1, 146-175.
- COOKE, J. Y LACOURSE, J. 1975. A preliminary study of microfungi from the Connecticut river estuary. *Bull. Torr. Bot. Club.* 102, 1-6.
- CURRANT, P. Y HEGARTY, B. 1979. The effect of temperature and culture medium on the growth and reproduction of *Chaetomium globosum*. *Int. Biodeterior. Bull.* 15, 78-82.
- DABROWA, N., LANDAU, J., NEWCOMBER, V. Y PLUNKETT, O. 1964. A survey of tide-washed coastal areas of southern California for fungi potentially pathogenic to man. *Mycopathol. Mycol. Appl.* 24, 137-150.
- DAY, J. Y YAÑEZ-ARANCIBIA, A. 1979. *Lagoon estuarine environments as ecosystems. Seminario Latinoamericano sobre principios y métodos en Ecología de Lagunas Costeras.* UNAM-OEA, Cd. del Carmen, Campeche.
- DICKINSON, C. Y KENT, J. 1972. Critical analysis of fungi in two sand-dune soils. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 58, 269-280.
- DIXON, D., SHADOMY, H. Y SHADOMY, S. 1980. Dematiaceous fungal pathogens isolated from nature. *Mycopathologia* 70, 153-161.
- DOMSCH, K., GAMS, W. Y ANDERSON, T. 1980. *Compendium of Soil Fungi*. Vol. 1, Academic Press, Nueva York.
- DRING, T. 1971. Techniques for microscopic preparation. En: C. Booth (Ed.) *Methods in Microbiology*, Vol. 4. Academic Press, Londres, 95-111.
- ELLIS, M. 1971. *Dematiaceous Hyphomycetes*. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey.
- ELLIS, M. 1976. *More Dematiaceous Hyphomycetes*. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey.
- EMMONS, C. 1963. *Medical Micology*. Lea and Febiger, Filadelfia.
- ESCOBAR, J. Y LOPEZ-DELLAMARY, V. 1981. *Contribución al estudio taxonómico de la ictiofauna de la laguna de Barra de Navidad, Jalisco.* Escuela de Biología, UAG. Guadalajara, Jal. Tesis Profesional.

- FELL, J., CEPALU, R. MASTER, J. Y TALLMAN, A. 1975. Microbial activities in the mangrove (*Rhizophora mangle*) leaf detrital system. En: G. Walsh, S. Snedaker and H. Teas (Eds.), *The Biology and Management of Mangroves*. University of Florida, Gainesville, pp. 661-679.
- FRED, E. B. Y WAKSMAN, S. A. 1928. *Laboratory Manual of General Microbiology*. McGraw-Hill, Nueva York.
- GAVIÑO, J. 1991. Estudio de Modelación Numérica de la Hidrodinámica en la albufera Barra de Navidad. Instituto Oceanográfico, Depto. de Oceanografía Física, Manzanillo, Colima.
- GILMAN, J. 1957. *A Manual of Soil Fungi*, 2a. ed. Iowa State College Press, Ames.
- GILMAN, J. 1959. *A Manual of Soil Fungi*, 3a. ed. The Iowa State College Press, Ames.
- GORTER, G. 1978. Lignicolous marine fungi on submerged wood from the Atlantic coast of South Africa. *Nov. Hed.* 29, 895-903.
- GRASSO, S., LAFERLA, R. Y JONES, E. B. G. 1985. Lignicolous marine fungi in a harbour environment (Milazzo). *Bot. Mar.* 28, 259-264.
- HANLIN, R. T. 1973. *Keys to the Families, Genera and Species of the Mucorales*. J. Cramer Verlag, Lehre.
- HAWKSWORTH, D., SUTTON, B. Y AINSWORTH, G. 1983. *Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi*, 7a. ed. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey.
- HERRERA, T. Y ULLOA, M. 1990. *El Reino de los Hongos. Micología Básica y Aplicada*. Universidad Nacional Autónoma de México y Fondo de Cultura Económica, México.
- HYDE, K. 1986. Frequency of occurrence of lignicolous marine fungi in the tropics. En: S. T. Moss (Ed.), *The Biology of Marine Fungi*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, pp. 311-322.
- HYDE, K., FARRANT, C. Y JONES, E. 1987. Isolation and culture of marine fungi. *Bot. Mar.* 30, 291-303.
- JOHNSON, T. W. 1963. Some aspects of morphology in marine Ascomycetes: *Corollospora* Werderman. *Nov. Hed.* 6, 83-93.

- JOHNSON T. Y SPARROW, F. 1961. *Fungi in Oceans and Estuaries*. J. Cramer Verlag, Weinheim.
- KIRK, P. W. 1983. Direct enumeration of marine arenicolous fungi. *Mycologia* 75, 670-682.
- KISHIMOTO, R. Y BAKER, G. 1969. Pathogenic and potentially pathogenic fungi isolated from beach sands and selected soils of Oahu, Hawaii. *Mycologia* 61, 537-548.
- KOCH, J. 1974. Marine fungi on driftwood from the west coast of Jutland, Denmark. *Friesia* 10, 209-250.
- KOCH, J. JONES, E. 1984. *Lulworthia lignoarenaria*, a new marine Pyrenomycete from coastal sands. *Mycotaxon* 20, 389-395.
- KOEHN, R. 1979. A new checklist of micelial fungi from marine habitats of Mustang Island. *Texas Southwest. Nat.* 24, 365-369.
- KOHLMEYER, J. 1966 a. Ecological observations on arenicolous marine fungi. *Zentr. All. Mikrobiol.* 6, 95-106.
- KOHLMEYER, J. 1966 b. Ascospore morphology in *Corollospora*. *Mycologia* 58, 281-288.
- KOHLMEYER, J. 1967. Intertidal and phycophilous fungi from Tenerife (Canary Islands). *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 50, 137-147.
- 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. 1981 a. Marine fungi from Martinique. *Can. J. Bot.* 59, 1314-1321.
- KOHLMEYER, J. 1981 b. Marine fungi from Easter Island and notes on *Thalassoascus*. *Mycologia* 73, 833-843.
- 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. 1986. Taxonomic studies of the marine Ascomycotina. En: S. Moss (Ed.), *The Biology of Marine Fungi*. Cambridge University Press, Cambridge, pp.199-210.

- KOHLMEYER, J. 1988. *Ophiodeira* gen. nov. (Halosphaeriales) and a survey of higher marine fungi from Saint Croix (Virgin Islands). *Can J. Bot.* 66, 2062-2067.
- KOHLMEYER, J. Y CHARLES, T. 1981. Sclerocarps: undescribed propagules in a sand-inhabiting marine fungus. *Can. J. Bot.* 59, 1787-1791.
- KOHLMEYER, J. Y KOHLMEYER, E. 1971. Marine fungi from tropical America and Africa. *Mycologia* 63, 831-861.
- KOHLMEYER, J. Y KOHLMEYER, E. 1972. Permanent microscopic mounts. *Mycologia* 64, 666-669.
- KOHLMEYER, J. Y KOHLMEYER, E. 1979. *Marine Mycology. The Higher Fungi*. Academic Press, Nueva York.
- KOHLMEYER, J. Y VOLKMANN-KOHLMEYER, B. 1987a. Reflections on the genus *Corollospora* (Ascomycetes). *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 88, 181-186.
- KOHLMEYER, J. Y VOLKMANN-KOHLMEYER, B. 1987 b. Marine fungi from Belize with a description of two new genera of Ascomycetes. *Bot. Mar.* 30, 195-204.
- KOHLMEYER, J. Y VOLKMANN-KOHLMEYER, B. 1989a. *Corollospora armoricana* sp. nov., an arenicolous Ascomycete from Brittany (France). *Can. J. Bot.* 67, 1281-1284.
- KOHLMEYER, J. Y VOLKMANN-KOHLMEYER, B. 1989 b. Hawaiian marine fungi, including two new genera of Ascomycotina. *Mycol. Res.* 92, 410-421.
- KOHLMEYER, J. Y VOLKMANN-KOHLMEYER, B. 1991. Illustrated Key to the Filamentous Higher Marine Fungi. *Bot. Mar.* 34, 1-61.
- LANCKFORD, R. R. 1977. Coastal Lagoons of Mexico: their origin and classification. En: M. Wiley (Ed.), *Estuarine Processes, Circulation, Sediments and Transfer of Materials in the Estuary*. Academic Press, Nueva York, pp. 182-215.
- LAMBE, T. Y WHITMAN, R. 1981. *Mecánica de suelos*. Limusa, México.
- LEONG, W., TAN, T. Y JONES, E. 1988. Lignicolous marine fungi of Singapore. *Can. J. Bot.* 66, 2167-2170.
- LINTOTT, W. Y LINTOTT, E. 1982. Lignicolous marine fungi from New Zealand. *Mauri. Ora.* 10, 73-76.
- MARGALEF, R. 1958. Information theory in ecology. *Gen. Syst.* 3, 36-71.

- MEYERS, S. Y SCOTT, E. 1967. Thalassiomycetes. X. Variation in growth and reproduction of two isolates of *Corollospora maritima*. *Mycologia* 59, 446-455.
- MILLER, J. Y WHITNEY, N. 1981. Fungi from the Bay of Fundy. I. Lignicolous marine fungi. *Can. J. Bot.* 59, 1128-1133.
- MOREAU, F. Y MOREAU, F. 1941. Premiere contribution a l'etude de la microflore des dunes. *Rev. Mycol.* 6, 49-94.
- NAKAGIRI, A. 1986. *Varicosporina prolifera* sp. nov., an anamorph of *Corollospora intermedia* (Halosphaeriaceae). *Trans. Mycol. Soc. Japan.* 27, 197-206.
- NAKAGIRI, A. 1988. Structure and function of conidia of *Varicosporina* species (Marine Hyphomycetes). *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 90, 265-271.
- NAKAGIRI, A. Y TOKURA, R. 1987. Taxonomic studies of the genus *Corollospora* (Halosphaeriaceae, Ascomycotina) with descriptions of seven new species. *Trans. Mycol. Soc. Japan.* 28, 413-436.
- NAKAGIRI, A. Y TUBAKI, K. 1982. A new marine ascomycete and its anamorph from Japan. *Trans. Mycol. Soc. Japan.* 23, 101-110.
- NAKAGIRI, A. Y TUBAKI, K. 1986. Ascocarp peridial wall structure in *Corollospora* and allied genera of Halosphaeriaceae. En: S. T. Moss (Ed.), *The Biology of Marine Fungi*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, pp. 245-251.
- NEWELL, S. 1976. Mangrove fungi: the succession in the microflora of red mangrove (*Rhizophora mangle* L.) seedling. En: E. B. G. Jones (Ed.), *Recent Advances in Aquatic Mycology*. Wiley, Nueva York, pp. 51-91.
- NICOT, J. 1958. Quelques micromycètes des sables littoraux. *Bull. Soc. Mycol. France* 74, 221-235.
- ORR, G. F. 1969. Keratinophilic fungi isolated from soils by a modified hair-bait technique. *Sabouraudia* 7, 129-134.
- PHLEGER, F. 1969. Some general feature of coastal lagoons, one simposium. *Memorias del Simposium Internacional sobre Lagunas costeras*, UNAM-UNESCO, México.

- PIELOU, E. C. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. *J. Theoret. Biol.* 13, 131-144.
- PIELOU, E. C. 1975. *Ecological Diversity*. Wiley, nueva York.
- PITT, J. 1979. *The Genus Penicillium and its teleomorphic states Eupenicillium and Talaromyces*. Academic Press, Londres.
- PITTS, G. Y COWLEY, G. 1974. Mycoflora of the habitat and midgut of the fiddler crab *Uca pugilator*. *Mycologia* 66, 669-675.
- POLGLASE, J. L., DIX, N. J. Y BULLOCK, A. M. 1984. Infection of skin wounds in the lesser octopus *Eledone cirrhosa* by *Cladosporium sphaerospermum*. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 82, 577-580.
- PUGH, G. 1962a. Studies on fungi in coastal soils. I. *Cercospora salina* Sutherland. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 45, 255-260.
- PUGH, G. 1962b. Studies on fungi in coastal soils. III. An ecological survey of keratinophilic fungi. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 45, 567-572.
- PUGH, G. 1980. Presidential address. Strategies in fungal ecology. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 75, 1-14.
- PUGH, G. BLAKEMANN, J. MORGAN-JONES, G. Y EGGINS, H., 1963. Studies on fungi in coastal soils. IV. Cellulose decomposing species in sand dunes. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 46, 565-571.
- PUGH, G. Y NICOT, J. 1964. Studies on fungi in coastal soils. V. *Dendriphiella salina* (Sutherland) comb. nov. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 47, 263-267.
- RANZONI, F. 1968. Fungi isolated in culture from soils of the Sonoran desert. *Mycologia* 60, 356-371.
- RAPER, K. Y FEHNELL, D. 1977. *The Genus Aspergillus*. Robert E. Krieger, Huntington, Nueva York.
- RAVIKUMAR, D. Y PURUSHOTHAMAN, A. 1988. *Corollospora intermedia* a lignicolous marine fungus from India. *Curr. Sci. (Bangalore)* 57, 898-899.
- REES, G., JOHNSON, R. Y JONES, E. 1979. Lignicolous marine fungi from Danish sand dunes. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 72, 99-106.

- REES, G. Y JONES, E. 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, UAG, Guadalajara, Jal.
- SABOURAUD, R. 1910. *Maladies du Cuir Chevelu. III. Les Maladies Cryptogamiques les teignes.* Masson et Cie, Paris.
- 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 WEAVER, W. 1949. *The Mathematical Theory of Communication.* University of Illinois Press, Urbana.
- SHEARER, C. 1972. Fungi of the Chesapeake bay and its tributaries. III. The distribution of wood-inhabiting Ascomycetes and Fungi Imperfecti on the Patuxent river. *Amer. J. Bot.* 59, 961-969.
- SIEPMANN, R. 1959. Ein Beitrag zur saprophytischen Pilzflora des Wassers der Wesermündung. I. Systematischer Teil. *Veroeff. Inst. Meeresforsch. Bremerhaven* 6, 213-282.
- SIEPMANN, R. Y JOHNSON T. 1960. Isolation and culture of fungi from wood submerged in saline and fresh waters. *J. Elisha Mitchell Sci. Soc.* 76, 150-154.
- 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
- SPARROW, F. 1937. The occurrence of saprophytic fungi in marine muds. *Biol. Bull.* 73, 242-248.
- STOCKDALE, P. 1971. Fungi pathogenic for man and animals. I. Diseases of keratinized tissues. En: C. Booth (Ed.), *Methods in Microbiology.* Academic Press, Londres, pp. 429-460.

- SUBRAMANIAN, C. 1983. *Hyphomycetes: Taxonomy and Biology*. Academic Press, Londres.
- SUTTON, B. 1980. *The Coelomycetes*. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey.
- 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.
- ULLOA, M. Y HANLIN, R. 1978. *Atlas de Micología Básica*. Ed. Concepto, México.
- ULLOA, M. 1991. *Diccionario Ilustrado de Micología*. UNAM, México.
- VAN-BREUSEGHEM, R. 1952. Technique biologique pour l'isolement des dermatophytes du sol. *Ann. Soc. Belge. Med. Trop.* 32, 173-178.
- VON ARX, J. 1975. Revision of *Microascus* with the description of new species. *Persoonia* 8, 191-197.
- VRIJMOED, I., HODGKISS, I. Y THROWER, L. 1982. Seasonal patterns of primary colonization by lignicolous marine fungi in Hong Kong. *Hidrobiologia* 89, 253-262.
- 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.
- WHITTAKER, R. H. 1967. Gradient analysis of vegetation. *Biol. Rev.* 42, 207-264.
- WILSON, S. Y PLUNKETT, O. 1965. *The Fungus Diseases of Man*. University of California Press, Berkeley.
- ZAMBRANO, G. Y CASAS-CAMPILLO, C. 1959. Presencia y contenido de levaduras en suelos tropicales de México. *Rev. Lat-amer. Microbiol.* 2, 77-88.
- ZELEZINSKAYA, L. 1979. Marine Ascomycetes, new for microflora of the USSR. *Ukr. Bot. Zh.* 36, 38-43.