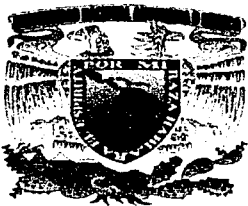


152



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

“MICROMICETES ARENÍCOLAS TERRESTRES
DE TRES PLAYAS DE TABASCO, MEXICO”

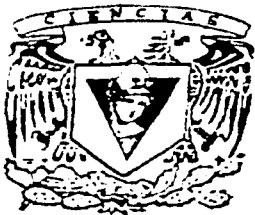
T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I O L O G A

P R E S E N T A :

LOURDES NAYELY MURUETA FIGUEROA



DIRECTOR DE TESIS : DRA. MARIA DEL CARMEN AUXILIO GONZALEZ VILLASEÑOR

2002

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



FACULTAD DE CIENCIAS
SECCION ESCOLAR



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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 esta 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.



M. EN C. ELENA DE OTEYZA DE OTEYZA

Jefa de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunico a usted que hemos revisado el trabajo escrito:
"Micromicetes arenícolas terrestres de tres playas de Tabasco,
México".

realizado por Lourdes Nayeli Murueta Figueroa

con número de cuenta 9653246-3 , quién cubrió los créditos de la carrera de Biología.

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis

Propietario Dra. María del Carmen Auxilio González Villaseñor *Carminel*

Propietario Dr. Miguel Armando Ulloa Sosa *Miguel Ulloa Sosa*

Propietario Dr. Teófilo Herrera Suárez *T. Herrera*

Suplente M en C. Celia Elvira Aguirre Acosta *C. Elvira Aguirre Acosta*

Suplente M en C. José Luis Villarruel Ordaz

[Firma]
FACULTAD DE CIENCIAS
U. N. A. M.

Consejo Departamental de Biología

[Firma]
Dr. Eberto Novelo Maldonado



DEPARTAMENTO
DE BIOLOGIA

AgraDeciMIEntOs.

Gracias Dios

Gracias papas, Alfredo Murueta y Lourdes Figueroa. Gracias por la vida, por darme lo mejor de su ser, por su amor, por creer y confiar en mí, por apoyarme en todo, por todos los sacrificios y porque gracias a ustedes simplemente soy. A ti papá, te agradezco enseñarme el valor de la honestidad, la responsabilidad y dar lo mejor de mí. A ti mamá, gracias por enseñarme el respeto a la vida, por tus consejos, por tu ternura y dedicación. Esta tesis es por y para ustedes.

Gracias a mi hermano Alfredo por ser tan importante en mi vida, por inculcarme la necesidad de conocer y aprender, por ser tan chido y auténtico.

Gracias a toda mi familia, en especial a mi tía Coco por ser tan linda, a mi tío Miguel y Uli, a Macia, a mis primos Josué, Michelle, Alethia y Ari.

Gracias a Anita, Moni, Jorge e Ivonne por tantos años de amistad y por ser parte esencial en mi vida, a Humberto gracias por impulsarme tanto a seguir mis sueños.

Gracias a mis amigos de la Facultad de Ciencias; Noemí, Ramón (Elvis Cocho), Diana, Quique, Itzel, Celia, Jessiquita, Ricardo, Marcos, por nuestras pláticas en la biblioteca, por esas inolvidables prácticas de campo, por su apoyo, pero sobre todo por hacerme sentir afortunada por tenerlos, sin ustedes, esto no hubiera sido tan chido.

Gracias Flor por todos tus buenos consejos, al Dr. Raúl por toda la ayuda en la parte estadística y por su amistad. A mi amigo Juan Rodolfo por su cooperación en la parte de computo.

Gracias a mi *Alma Mater*, la UNAM, por ser tan heterogénea, por ampliar y mejorar mis expectativas, por las herramientas brindadas, por la cultura tan accesible, y sobre todo, gracias por hacerme sentir el orgullo de estudiar en la Máxima Casa de Estudios de América Latina.

AGRADECIMIENTOS.

Agradezco a la Dra. María del Carmen Auxilio González Villaseñor por su valiosa cooperación, y por todo el tiempo que dedicó para la realización de esta tesis.

Al Dr. Miguel Armando Ulloa Sosa su asesoría y por el apoyo en la toma de fotografías.

A mis revisores Dr. Teófilo Herrera Suárez, M. en C. Celia Elvira Aguirre Acosta y a mi Profesor M. en C. José Luis Villarruel Ordaz por todos sus acertados comentarios y sugerencias para el enriquecimiento de este trabajo.

Al Biólogo Samuel Aguilar Ogarrio por todas sus atenciones

A la Universidad Nacional Autónoma de México y al Instituto de Biología por la infraestructura proporcionada para la realización de esta tesis.

MICROMICETES
ARENICOLAS
TERRESTRES DE
TRES PLAYAS
DE TABASCO,
MÉXICO.

ÍNDICE

RESÚMEN

1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 Definición, importancia y objetivos de la investigación	1
2 ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS	5
3 MATERIALES Y MÉTODOS	9
3.1 Área de estudio	9
3.1.1 Factores climáticos e hidrográficos	11
3.1.2 Suelos y vegetación	12
3.2 Recolección de las muestras	15
3.3 Aislamiento, identificación y conservación de los hongos	18
3.4 Análisis de los datos	19
3.4.1 Abundancia	19
3.4.2 Similitud	20
3.4.3 Diversidad	21
3.4.4 Uniformidad o Equiparabilidad	22
4 RESULTADOS	23
4.1 Abundancia de la micobiota estudiada	23
4.2 Similitud de la micobiota estudiada	34
4.3 Diversidad de la micobiota estudiada	35
4 DISCUSIÓN	39
6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	47
7 BIBLIOGRAFÍA	49

RESUMEN

Las comunidades de micromicetos terrestres que habitan en la arena de las playas marinas son importantes desde el punto de vista ecológico porque contribuyen al proceso de remineralización de nutrimentos en esa zona de transición entre el ecosistema terrestre y el ecosistema marino (Kohlmeyer y Kohlmeyer, 1979). A pesar de la relevancia que tiene su función ecológica en ese ambiente, en México se conoce poco sobre los micromicetos arenícolas terrestres. Solamente se han realizado algunos estudios en las costas del Edo de Colima, Guerrero, Jalisco, Quintana Roo y Veracruz (González y Herrera, 1993; González *et al.*, 1988, 2000). Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue valorar la micobiota de origen terrestre de tres playas del estado de Tabasco para contribuir al conocimiento de los hongos que viven en el suelo arenoso de las playas de México. En este trabajo se estudiaron las playas Frontera, Paraíso y Sánchez Magallanes, localizadas en el litoral del Golfo de México. Se encontraron un total de 33 especies de las cuales, tres pertenecen a los ascomicetes, tres a los zigomicetes y 27 a los hongos mitospóricos. Las especies más abundantes fueron *Aspergillus niger*, *Fusarium semitectum*, *Trichoderma viride*, *Penicillium rubrum* e individuos estériles. Las especies que representan nuevos registros de hongos arenícolas para México son: *Alternaria tenuissima*, *Aspergillus ochraceus*, *A. fumigatus*, *Bipolaris hawaiiensis*, *Gymnascella aurantiaca*, *Helicostylum elegans*, *Mucor abundans*, *Paecilomyces fumosoroseus*, *Penicillium restrictum*, *P. rubrum*, *Pestalotiopsis pestalozzioides* y *Rhizopus nigricans*. En Playa Paraíso se presentó la mayor diversidad y en la Playa Frontera la abundancia más elevada, mientras que en Playa Frontera se encontró la menor diversidad y en la Playa Sánchez Magallanes la abundancia más baja.

1 INTRODUCCIÓN

1.1 DEFINICIÓN, IMPORTANCIA Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Los hongos microscópicos o micromicetes que habitan entre y / o sobre los granos de la arena de la playa, ambiente denominado endopsamon, se denominan arenícolas o endopsamófilos (Lewis 1977). La estructura de las comunidades de hongos en el medio arenícola es compleja porque se encuentran representantes de diversos grupos ecológicos y taxonómicos. En este ambiente predominan taxa de los Ascomycota, hongos mitospóricos, y algunos Zygomycota, y podemos encontrar mezclados dos tipos ecológicos de micromicetes: los marinos y los de origen terrestre (Kohlmeyer y Kohlmeyer 1979).

Los micromicetes arenícolas actúan en el edopsamon como descomponedores primarios de sustratos orgánicos constituidos por celulosa, lignina, queratina y quitina, de tal forma que contribuyen a remineralizar y reciclar los nutrimentos (Kohlmeyer y Kohlmeyer 1979). Los hongos arenícolas forman parte de la compleja ecología de las regiones costeras. Al degradar los restos orgánicos producen detritos y sustancias con valor nutrimental para los otros organismos del endopsamon y de aguas costeras; además, interactúan positivamente con otros organismos y son importantes en la cadena trófica porque son los primeros colonizadores de los sustratos mencionados, mientras que las bacterias son degradadores secundarios (Kohlmeyer y Kohlmeyer 1979).

Los hongos microscópicos arenícolas constituyen un recurso potencial genético y metabólico, principalmente para la obtención de nuevos químicos (Alexopolous *et al.* 1996). Entre los más destacados se encuentran especies de *Penicillium* y *Aspergillus*. Este último género es uno de los más abundantes y ampliamente distribuidos en la naturaleza, generalmente muy abundante en el suelo arenoso (Raper y Fennell 1977). Algunas de sus especies se utilizan para la producción industrial de vitaminas, enzimas, ácidos orgánicos, antibióticos, salsa de soya, miso y sake. Por ejemplo, de varias especies, como *Aspergillus niger*, se obtienen ácidos orgánicos como el ácido cítrico, de *A. ochraceus* enzimas celulolíticas, de *A. phoenicis* manitol, de *A. candidus* vitaminas (Gravesen *et al.* 1994). Otro género importante es *Cladosporium*, el cual se utiliza para la fabricación de pulpa para el papel (Herrera y Ulloa 1990).

Entre los micromicetes endopsamófilos se encuentran algunas especies patógenas y potencialmente patógenas para los animales y el hombre, en los que ocasionan diversos tipos de micosis como la dermatomicosis, la aspergiliosis causada por *Aspergillus flavus* y *A. niger*, principalmente, la queratomicosis ocasionada por *Cladosporium cladosporioides* y *Fusarium semitectum*, entre otros (Herrera y Ulloa 1990).

Aproximadamente, a nivel mundial solamente se conocen 74 000 especies de hongos de las 1.5 millones que se estima existen en el planeta (Hawksworth 2001). Consecuentemente, en México los hongos también se encuentran poco estudiados ya que únicamente se conocen alrededor de 6 710 especies de las

140 000 a 185 000 que se estima habitan en el país. El conocimiento se reduce aún más respecto a los hongos microscópicos, ya que en México sólo se conocen 1910 especies (Guzmán, 1998).

A pesar de su importancia, el conocimiento mundial de los micromicetes arenícolas es pobre (Kohlmeyer y Volkmann-Kohlmeyer 1991). La información que existe sobre la micobiota de la arena de la playa es escasa y abarca principalmente aspectos taxonómicos, y en menor grado ecológicos (Kohlmeyer 1966). En México, la mayor parte de los estudios que se han realizado tratan sobre aspectos taxonómicos de los hongos marinos estrictos (Kohlmeyer 1968; 1980, Kohlmeyer y Kohlmeyer 1971). Solamente se encuentran 3 estudios que tratan sobre la micromicobiota de origen terrestre del suelo arenoso de las playas marinas (González y Herrera 1993, 1995, González *et al.* 1998).

Por lo tanto, con base en lo anteriormente expuesto, se consideró necesario realizar el presente estudio.

El objetivo general de este trabajo fue el siguiente:

Estimar la abundancia y diversidad de las especies de hongos arenícolas de tres playas del estado de Tabasco, México, para contribuir al conocimiento de este grupo de hongos.

Los objetivos específicos fueron:

- 1 Elaborar cultivos, fotografías y preparaciones permanentes para integrarlas a la colección de micología del Instituto de Biología de la UNAM.
- 2 Determinar la similitud entre la composición de la micobiota de las playas estudiadas.
- 3 Integrar la información a la base de datos y las cepas a la colección micológica del Instituto de Biología de la UNAM.

2 ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS

La información que existe sobre la micobiota de la arena de la playa es escasa. Trata principalmente aspectos taxonómicos, morfológicos y en menor grado ecológicos (Kohlmeyer y Kohlmeyer 1979). A lo largo del estudio de los hongos arenícolas se definen tres clases de hongos en ese ambiente: hongos marinos obligados, los cuales crecen y esporulan exclusivamente en hábitat estuarinos o marinos; hongos marinos facultativos, provenientes de aguas dulces o terrestres, capaces de crecer en un ambiente marino, y hongos no marinos, que son de origen dulceacuícola y terrestre (Kohlmeyer Kohlmeyer 1979).

Uno de los primeros estudios sobre los hongos de las dunas marinas fue el que realizaron Duché y Heim (1931) en la costa francesa; encontraron 10 especies marinas facultativas y concluyeron que la densidad y naturaleza de la vegetación no tiene influencia sobre la micobiota arenícola.

En la década de los 50's se realizaron importantes estudios. Webley *et al.* (1952), en Inglaterra, estimaron cuantitativamente la biomasa de la micobiota de las dunas marinas ácidas pero no enlistaron las especies de hongos. Ikeda (1954) llevó a cabo el primer trabajo sobre los hongos de las dunas marinas y concluyó que *Penicillium* y *Aspergillus* son los hongos marinos facultativos más comunes en esos suelos. Saitō (1955) realizó un estudio en Japón y estableció que no hay una diferencia esencial entre la micobiota de las dunas marinas y la de suelos de otros hábitat.

Brown (1958), en las playas de Kent y Studland, Dorset, Inglaterra, encontró 89 especies de hongos marinos facultativos; de los cuales 54 fueron hongos mitospóricos 24 fueron especies del género *Penicillium* y 24 Ascomicetos; concluyó que en el gradiente ambiental existe una sucesión de hongos y que las dunas con pH alcalino tienen una micobiota diferente a la de las dunas ácidas. Nicot (1958), en Francia, encontró 32 especies de micromicetes marinos facultativos arenícolas, de las cuales 11 pertenecieron al género *Penicillium*.

En los años 60's destacan los siguientes estudios: Pugh (1962a) realizó en Inglaterra un trabajo sobre los hongos marinos facultativos queratinófilos arenícolas y encontró cinco especies al examinar 336 unidades de muestra; la especie más frecuente fue *Arthroderma curreyi*, seguida por *Ctenomyces serratus* y *Aspergillus terreus*. Wohlrab et al. (1963) estudiaron en Indiana, Estados Unidos, la micobiota de las dunas marinas, en donde aislaron 70 especies marinas facultativas; las más comunes fueron *Cephalosporium roseo-griseum* y *Trichoderma lignorum*. Pugh et al. (1963) efectuaron en Inglaterra un trabajo sobre los hongos que descomponen la celulosa en las dunas marinas y encontraron 33 especies marinas facultativas, de las cuales la más común fue *Cephalosporium acremonium*. Apinis y Chesters (1964) encontraron en Inglaterra 141 especies de Ascomicetos, de las cuales 17 fueron marinas estrictas y el resto marinas facultativas.

Dickinson y Kent (1972), al estudiar dos suelos de dunas marinas colonizadas por plantas en Ross Links, Northumberland, Inglaterra, encontraron

solamente especies marinas facultativas pertenecientes a los Ascomycota y hongos mitospóricos. Pitts y Cowley (1974) efectuaron un trabajo sobre la micobiota del hábitat del cangrejo *Uca pugilator* en la bahía de Winyah, Carolina del Sur, en donde encontraron 29 especies de micromicetes marinos facultativos, de los cuales, los más abundantes fueron *Rhodotorula mucilaginosa*, *Trichoderma lignorum* y *Aspergillus terreus*. Koehn (1979) en la Isla Mustang, Texas, al estudiar la micobiota de la espuma y los restos vegetales de la playa y marismas, encontró 19 hongos marinos estrictos y 24 marinos facultativos, entre los que predominaron hongos mitospóricos, como *Aspergillus niger*, *A. terreus*, *Cladosporium cladosporioides*, *Curvularia lunata*, *Nigrospora sphaerica* y *Fusarium* sp.

Dunn y Baker (1983) investigaron la micobiota del endopsamón en el Atolón Enewetak de las islas Marshall, y obtuvieron 116 aislamientos de hongos marinos facultativos: cuatro Zigomycota, ocho Ascomycota, un Basidiomycota y 103 hongos mitospóricos. Ress y Jones (1985) estudiaron bajo un aspecto ecológico los micromicetes de la costa noroeste de Jutlandia, Dinamarca. Encontraron 47 especies, de las cuales 13 especies fueron marinas estrictas y las restantes marinas facultativas. *Cladosporium* sp., *Corollospora maritima*, y *Fusarium* sp., fueron los hongos más frecuentemente aislados por estos autores.

En México es poco conocida la estructura de las comunidades de los micromicetes arenícolas; Se han realizado algunos estudios con respecto a hongos marinos estrictos (Kohlmeyer 1968 1980, 1984; Kohlmeyer y Kohlmeyer 1971, Hyde 1992, González y Herrera 1993). González (1992) realizó estudios sobre la

micobiota arenícola en Barra de Navidad, México, donde encontraron 38 especies, de las cuales 34 resultaron terrestres, destacando *Microascus trigonosporus*, *Cladosporium cladosporioides* y *Aspergillus niger*.

Posteriormente, González (1998) en la costa del Mar Caribe, en la playa Delfines y Cancún en Quintana Roo, en el Golfo de México, en la playa de Alvarado en Veracruz y en el Océano Pacífico, en la playa El Coco en Colima, encontró 12 especies marinas estrictas y 40 terrestres, entre estas últimas destacan *Cladosporium cladosporioides*, *Emericella nidulans* y *Aspergillus niger*.

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDIO.

El estado de Tabasco se encuentra situado en el sureste del país, entre los $17^{\circ} 15' 00''$ y $18^{\circ} 39' 07''$ latitud norte y a los $90^{\circ} 50' 23''$ y $94^{\circ} 07' 49''$ de longitud oeste. Abarca una extensión de 24, 475. 24 km², es decir, representa el 1.3% de la superficie del país. Tabasco colinda al norte con el Golfo de México y Campeche; al este con Campeche y la República de Guatemala; al sur con Chiapas y al oeste con Veracruz. La división política de Tabasco no ha sufrido cambio alguno desde 1940 a la fecha, con 17 municipios (INEGI, 2001).

En este trabajo se estudiaron tres playas: Playa Frontera ($18^{\circ} 36'$ latitud norte y $92^{\circ} 41'$ longitud oeste), municipio de Centla, cuya cabecera municipal es Frontera. Playa Paraíso ($18^{\circ} 25'$ latitud norte y $93^{\circ} 12'$ longitud oeste), municipio de Paraíso, cabecera municipal Paraíso, y la Playa Sánchez Magallanes ($18^{\circ} 3'$ latitud norte y $93^{\circ} 53'$ longitud oeste), municipio de Comalcalco. Todas situadas en el litoral del Golfo de México (Fig. 1)



Fig. 1. Mapas que muestran la localización del estado de Tabasco, México, y la ubicación de las playas que se estudiaron: Playa Sánchez Magallanes, Playa Paraíso y Playa Frontera.

4.1.1. FACTORES CLIMÁTICOS E HIDROGRÁFICOS

La ubicación del estado de Tabasco en la zona tropical, su escasa elevación con respecto al nivel del mar, y su cercanía al Golfo de México, determinan el desarrollo de climas cálidos con influencia marítima, en los que la variación de la temperatura es moderada. La invasión de las masas de aire en la entidad es directa y provoca gran parte de la precipitación total anual; la frecuencia de este fenómeno ha originado una gran cantidad de regiones hidrológicas, entre las que destacan Coatzacoalcos y Grijalva-Usumacinta. Es esta última están ubicadas las Playas Frontera y Paraíso (INEGI, 2001).

El clima cálido húmedo de Tabasco [*Am(f)*] cálido con abundantes lluvias en verano es muy característico de los lugares húmedos situados al sur del Trópico de Cáncer (García, 1981). Se caracteriza por sus temperaturas elevadas bastante uniformes, cuya media al año es mayor de 26° C. La máxima se registra antes de la estación lluviosa y del solsticio de verano, en mayo, con un valor medio superior a los 29° C, en tanto que la media más baja, mayor de 21° C, se presenta en enero. Las temperaturas más altas se distribuyen a lo largo de la costa y las más bajas en las estribaciones de las sierras; en verano son estables, mientras que en el invierno presentan variaciones debido a los nortes, los cuales producen mínimas extremas que van de 12 a 15° C (INEGI, 2001). La precipitación total anual en la costa es mayor de 1 500 mm, la cual va incrementándose gradualmente conforme se avanza hacia el sur, donde se registra un volumen de 4000 mm.

En gran parte de la entidad la precipitación es estacional y el periodo de lluvias abarca de junio a octubre; dentro de éste se presentan dos máximas, la primera en junio y la segunda en octubre, con un promedio de 380 mm. En agosto decrece ligeramente la lluvia, lo cual es denominado sequía de medio verano. La temporada de secas ocurre en marzo y abril y el volumen medio de precipitación es de 40 mm en la costa y de 100 mm en las laderas de las sierras. La humedad relativa fluctúa entre 80 y 86%, a lo que se debe que la entidad permanezca cubierta de nubes gran parte del año, lo que provoca una insolación baja. Además, es considerada como una de las seis regiones más lluviosas del país, ya que junto con Veracruz, Chiapas, Oaxaca, Campeche y la sierra de Chihuahua, aporta el 40% del volumen total de precipitación del territorio nacional (INEGI, 2001).

4.1.2 SUELOS Y VEGETACIÓN

El tipo de suelo de las playas y dunas de la zona litoral de las tres localidades que se estudiaron son regosoles, es decir, suelos profundos, sin desarrollo con bajo contenido de materia orgánica, formados principalmente por depósitos recientes de origen marino. El suelo tipo regosol eútrico está constituido en todo su espesor por capas de textura gruesa, tienen alto contenido de nutrientes y pH ligeramente ácido (6.5) a neutro (7.0). El regosol eútrico de las playas y de las dunas es de fertilidad muy baja y muy alta susceptibilidad a la

erosión por el constante oleaje marino y vientos que prevalecen en el litoral (INEGI, 2001).

Dentro de los tipos de vegetación que se encuentran en la subprovincia de las llanuras y pantanos tabasqueños, sobresale la asociación de tular-popal, que abarca aproximadamente 23% de la superficie total de la región (Fig. 2) En Frontera y Paraíso se extiende de forma casi paralela al cordón litoral (INEGI, 2001).

El desarrollo de esas comunidades vegetales hidrófitas está condicionado fundamentalmente por la presencia de zonas pantanosas y de inundación poco profundas, que han sido originadas por la abundante precipitación de 2 000 a 3 000 mm anuales, sobre terrenos planos con suelos arcillosos y de drenaje lento. El popal lo conforman plantas herbáceas de 1 a 3 m de altura, con hojas anchas y grandes de color verde claro. Los elementos del popal son el quenteno (*Talia geniculata*) y algunas especies de *Galathea*, jacinto (*Eichornia crassipes*), y lechuga acuática (*Pistia stratiotes*), entre otras. La vegetación del tular está conformada por monocotiledóneas de 1 a 3 m de alto, enraizadas a fondos poco profundos, y las asociaciones están dominadas por tule (*Thypa latifolia*) y molinillo (*Cyperus giganteus*) (INEGI, 2001).

Los manglares son bosques de plantas leñosas tolerantes a la sal, caracterizados por su común habilidad para crecer y prosperar a lo largo de litorales protegidos de las mareas, y se localizan entre sedimentos salinos frecuentemente anaeróbicos. El manglar se desarrolla sobre suelos que permanecen constantemente inundados por agua salina tranquila o estancada, y soporta cambios fuertes de nivel de agua y salinidad, pero no se establece en lugares francamente rocosos o arenosos, ni en zonas sometidas a oleaje fuerte. Esta comunidad florística es uniforme, está integrada por especies perennifolias arbóreas y arbustivas de 2 a 25 m de altura.

Los principales y casi únicos componentes de esta vegetación son: el mangle rojo (*Rhizophora mangle*) considerado como pionero entre los límites terrestre y marino; se encuentra en condiciones de mayor inmersión del suelo y mayor salinidad. Intercalado con este se encuentra el mangle blanco (*Laguncularia racemosa*); el mangle negro (*Avicennia germinaus*), que se desarrollan en sitios cenagosos y con niveles de salinidad menores que las especies anteriores, y el mangle prieto (*Conocarpus erectus*), que presenta contenidos salinos bajos a distancias considerables de la orilla del mar (INEGI, 2001).

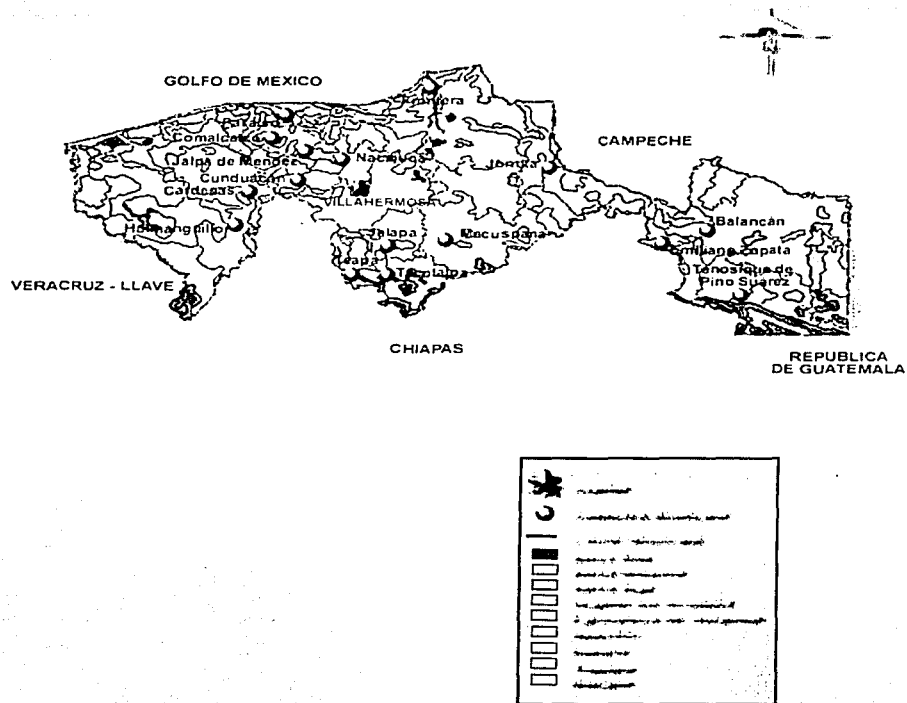


Fig. 2. Mapa de Tabasco con sus tipos de vegetación (INEGI, 2001)

4.2 RECOLECCIÓN DE LAS MUESTRAS

Se tomó una muestra en cada una de las tres playas que se estudiaron: Playa Frontera, Playa Paraíso y Playa Sánchez Magallanes. Playa Frontera se muestreó el 17 de julio de 2001, mientras que Paraíso y Sánchez Magallanes el 18 y 19 de agosto de 2001 respectivamente.



Fig. 3. Vistade Playa Frontera, Paraiso y Sánchez magallanes

Para cuantificar la diversidad y abundancia de los micromicetes arenícolas se caracterizó el ambiente de la playa, con base en la zonificación del perfil de la playa propuesto por Carranza- Edwards y Caso-Chávez (1994). Se seleccionó como sitio de muestreo la mesoplaya, es decir, la zona de la playa que continuamente está cubierta por el agua y expuesta al aire en forma rítmica y alternada (Figura 4).

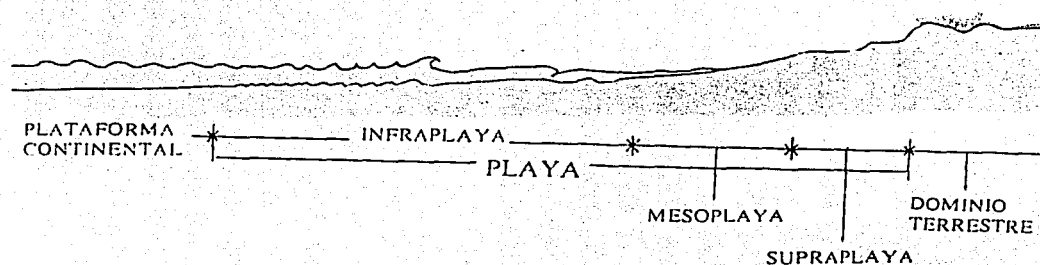


Fig. 4. Localización de la mesoplaya según el esquema del perfil de playa propuesto por Carranza- Edwards y Caso-Chávez (1994).

Posteriormente, durante la marea baja, en cada playa se trazaron al azar 3 cuadrantes de 1 m², y en cada cuadrante se recolectaron con una cuchara de plástico 5 unidades de muestra de 100 g de arena aproximadamente y se colocaron en bolsas de polietileno. También se tomaron 500 g adicionales de arena para realizar los análisis edafológicos.

4.2 AISLAMIENTO, IDENTIFICACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LOS HONGOS

En el laboratorio los hongos de las muestras fueron aislados por cuatro diferentes métodos. Se utilizó el método de inoculación directa de placa agar con suelo arenoso (Rees y Jones 1985). De cada unidad de muestra se tomaron al azar, con una pequeña espátula, 4 porciones de arena, cada una de 0.2 g, y se colocaron en la superficie del medio en cuatro zonas separadas en forma equidistante. Las placas de cada uno de los medios de cultivo se hicieron por triplicado y se usaron 4 medios de cultivo para aislar del suelo los micromicetes: 1) Agar- harina de maíz- agua de mar (AHM/AM): se agregó agar harina de maíz Oxoid 17 g, agua de mar artificial Instant Ocean 1 lt (Hyde *et al.* 1987). 2) Agar almidón soluble- agua de mar (AAL/AM): almidón soluble Merck 10 g, extracto de levadura Bioxon 1 g, agar Bioxon 18 g, agua de mar artificial Instant Ocean 1 lt (Nakagiri y Tubaki 1982). 3) Agar papa- zanahoria (APZ): papa 10 g, zanahoria 10 g, agar 20 g, agua 1 lt. La papa y la zanahoria se cocieron durante una hora en agua en ebullición y después la fase líquida se adicionó al agar y se aforó con agua destilada a 1 lt (Booth 1971). 4) Agar jugo de 8 verduras (AV8): Jugo V8 180 ml, carbonato de calcio 2 g, y agar Bioxon 20 g (Ulloa y Hanlin 1974).

Los dos primeros medios de cultivo son específicos para obtener hongos marinos estrictos y facultativos, y los dos últimos para obtener hongos terrestres. Todos los medios se esterilizaron con vapor húmedo en autoclave de mesa, digital, modelo Thermolyne, durante 15 min. a 121 °C. A todos los medios de cultivo se les adicionó, después de esterilizarlos, penicilina 500 µg/ml, para inhibir el

crecimiento bacteriano. Las cajas se incubaron a temperatura y luz ambientales durante 4 semanas.

Para identificar los micromicetes arenícolas se utilizaron las claves taxonómicas de Booth (1977), Ellis (1976, 1990), Raper y Fennell (1977), Sivanesa (1987), Domsch *et al.* (1980) y O'Donnell (1979).

Las estructuras de las especies encontradas se conservaron en preparaciones semipermanentes montadas en lactofenol (Dring 1971). Además, los micromicetes se conservaron vivos en tubos con medio de cultivo agar papa-dextrosa y se depositaron en la colección micológica del Instituto de Biología de la UNAM. Se tomaron fotomicrografías con un microscopio Olympus 150, cámara PM-6, utilizando película Kodak Ektachrome 100.

4.4 ANÁLISIS DE DATOS

4.4.1 ABUNDANCIA

Los cálculos se hicieron usando el software proporcionado por Ludwig y Reynolds (1988). El porcentaje de abundancia es una medida de la densidad ecológica relativa. En este trabajo se expresa la abundancia de las especies (n) como el número de incidencias individuales de una especie. El porcentaje de abundancia es el número de incidencias de una especie dividida entre el número total de incidencias recuperadas de la muestra. Para comparar la abundancia

relativa de las especies y la abundancia de las especies principales que incidieron en más de una muestra, las especies se acomodaron en orden descendente según su abundancia. Para enfatizar los hongos dominantes (más del 3% de abundancia) y los raros, la abundancia total de cada especie se presentó en orden descendente. Para identificar las especies dominantes, comunes y raras se siguió el modelo establecido por Rees y Jones (1985).

El porcentaje de abundancia se define como:

$$P_i = \frac{n_i}{\sum_{i=1}^S} \times 100\%$$

donde:

P_i = Porcentaje de abundancia

n_i = Número de incidencias individuales de cada especie

S = Número de especies en la comunidad

4.4.2 SIMILITUD

Todas los micromicetes arenícolas se compararon cotejando la frecuencia de dichas especies entre pares de transectos, y también entre pares de estaciones utilizando el índice de similitud de Sørensen (1948). Este índice sirve para medir la similitud entre comunidades, basado únicamente en la presencia de especies, y va de 0 a 100 para cuantificar desde disimilitud total hasta semejanza completa, respectivamente. Por lo tanto, cuando el índice se acerca a 100 es porque los puntos de recolección son similares.

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

donde:

S = Índice de similitud de Sørensen, límites 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

4.4.3 DIVERSIDAD

La diversidad de las especies es un aspecto importante de la estructura de las especies de una comunidad. Los índices de diversidad sirven para comparar la composición de especies de diferentes comunidades, y cuando el índice es satisfactorio es posible extrapolar los datos para determinar el número de especies de un universo dado. Se utilizó la ecuación del índice de diversidad de 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

La diversidad de especies medidas con el índice de Shannon crece si aumenta el número de especies.

4.4.4 UNIFORMIDAD O EQUIPARABILIDAD

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

$$E_1 = \frac{H}{\ln(S)}$$

donde:

E = Índice de uniformidad o equiparabilidad

H = Índice de Shannon

S = Número de especies

Conforme aumenta el índice de Shannon, aumenta el grado de equiparabilidad, que al alcanzar el valor de uno indica uniformidad perfecta.

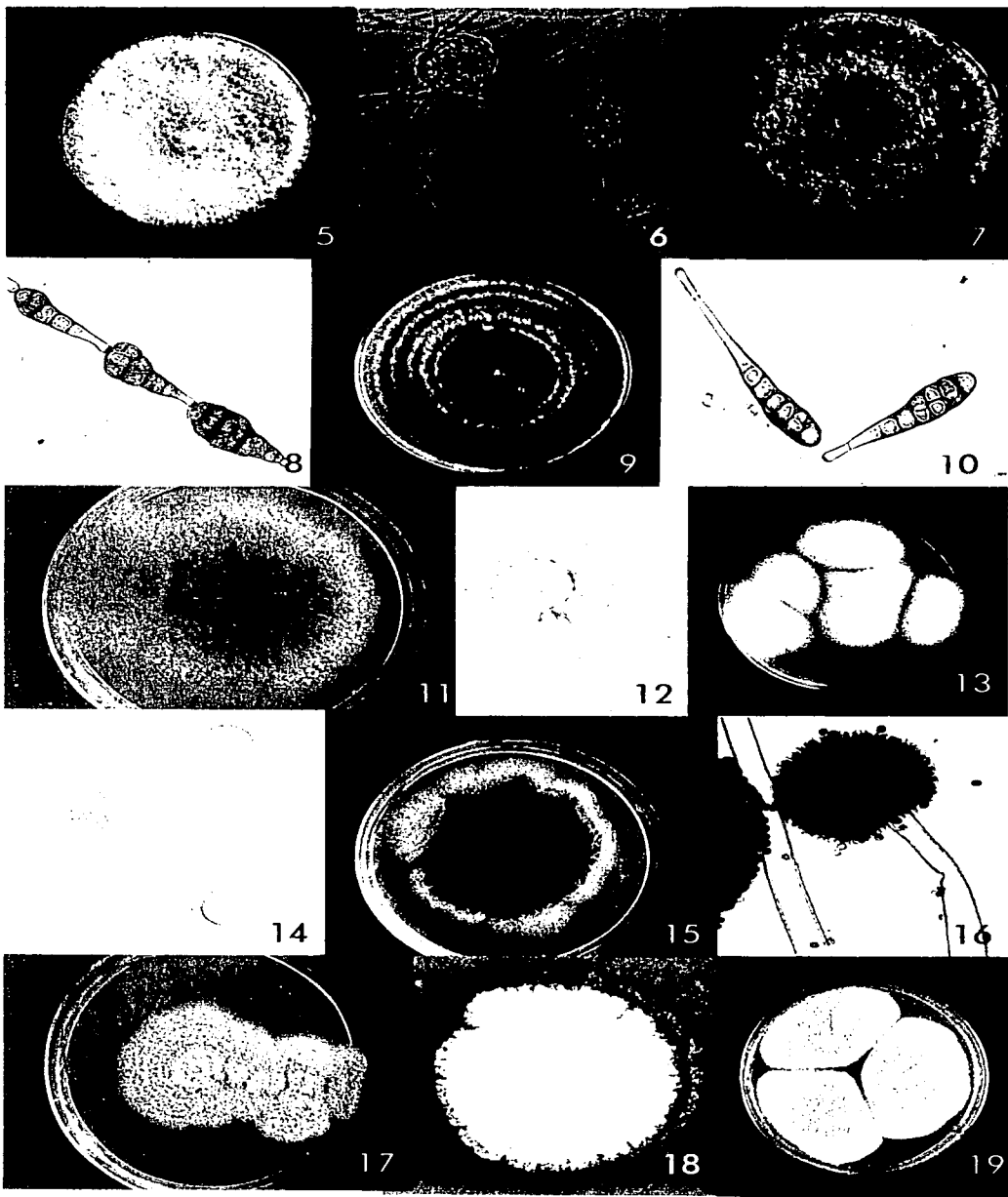
4 RESULTADOS

4.1 ABUNDANCIA DE LA MICROBIOTA ESTUDIADA

Se examinaron en total 540 cajas Petri inoculadas con arena, encontrándose 1360 incidencias; de éstas se identificaron en total 33 especies de hongos arenícolas (Figuras 5-65). La especie más común que se aisló en Tabasco fue *Aspergillus niger*, la cual obtuvo 279 incidencias, es decir 20.51% de abundancia. La segunda *Fusarium semitectum* con 201 incidencias y 14.77% del total de las muestras. *Trichoderma viride*, *Penicillium rubrum* y *Myrothecium roridum* fueron comúnmente aisladas. Las especies menos abundantes fueron *Aspergillus pulverulentus*, *Exserohilum curvatum*, *Diplodia theobromae* y *Varicosporina ramulosa*. Cada una representan 0.073% del total de las especies y fueron aisladas sólo una vez. Seguidas por *Acremonium kiliense*, *Curvularia pallescens*, *Gymnasella aurantiaca*, *Helicostylum elegans*, *Mucor abundans* y *Paecilomyces fumosoroseus*, cada una con 0.14%, es decir, con 2 aislamientos.

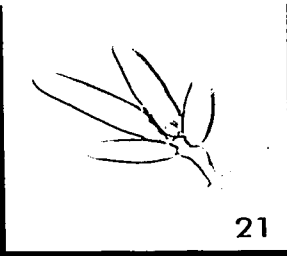
La playa Frontera es la que presentó mayor número de incidencias, es decir, 610, pero a la vez fue la de menor número de especies, 12. El más representativo fue *Fusarium semitectum*, con 27.04%, *Penicillium rubrum*, con 16.88%, *Trichoderma viride*, con 15.24 %, y *Myrothecium roridum*, con 14.90%. Mientras que *Aspergillus flavus* y *Paecilomyces fumosoroseus* son las menos abundantes, con 0.81% y 0.16%, respectivamente. *Penicillium rubrum* sólo se aisló de esta playa.

Figs. 5- 65. Micromicetes arenícolas que se registraron en las playas de Frontera, Paraíso y Sánchez Magallanes, estado de Tabasco, México. Fig 5. Colonia de *Acremonium killense* x 0.4. Fig. 6. Conidióforos de *A. killense* x 1000. Fig. 7. Colonia de *Alternaria alternata* x 0.5. Fig. 8. Conidiosporas de *A. alternata* x 1000. Fig. 9. Colonia de *Alternaria tenuissima* x 0.4. Fig. 10. Conidiosporas de *A. tenuissima* x 1000. Fig. 11. Colonia de *Aspergillus flavus* x 0.6. Fig. 12. Conidióforo de *A. flavus* x 1000. Fig. 13. Colonias de *Aspergillus fumigatus* x 0.4. Fig. 14. Conidióforo de *A. fumigatus* x 0.4. Fig. 15. Colonia de *Aspergillus niger* x 0.5. Fig 16. Conidióforo de *A. niger* x 1100. Fig. 17. Colonia de *Aspergillus terreus* x 0.5. Fig. 18. Colonia de *Aspergillus pulverulentus* x 1.4. Fig. 19. Colonia de *Aspergillus terreus* x 0.4. Fig. 20. Colonia de *Bipolaris hawaiiensis* x 0.4. Fig. 21. Conidióforo de *B. hawaiiensis* x 1000. Fig. 22. Colonia de *Cladosporium cladosporoides* x 1.3. Fig. 23. Conidióforo de *C. cladosporoides* x 400. Fig. 24. Colonia de *Curvularia eragrostidis* x 0.4. Fig. 25. Conidiosporas de *C. eragrostidis* x 1000. Fig. 26. Conidióforo de *C. eragrostidis* x 400. Fig. 27. Colonia de *Curvularia intermedia* x 0.4. Fig. 28. Conidiospora de *C. intermedia* x 1100. Fig. 29 Colonia de *Curvularia lunata* x 0.4. Fig 30. Conidiosporas de *C. lunata* x 1000. Fig. 31. Colonia de *Curvularia pallescens* x 0.4. Fig. 32. Conidióforo de *C. pallescens* x 1000. Fig 33. Colonia de *Chrysonilia sithopila* x 0.5. Fig 34. Colonia de *Emericella nidulans* x 0.5. Fig. 35. Conidióforo de *E. nidulans* x 400. Fig 36. Colonia de *Exserohilum curvatum* x 0.4. Fig. 37. Conidiosporas de *E. curvatum* x 200. Fig. 38. Colonia de *Fusarium semitectum* x 0.3. Fig. 39. Macroconidios de *F. semitectum*; Fig. 40. Colonia de *Gymnascella aurantiaca* x 1.7. Fig 41. Ascosporas de *G. aurantiaca* x 8 000. Fig. 42. Ascosporas de *G. aurantiaca* x 3 400. Fig. 43. Colonia de *Helicostylum elegans* x 0.4. Fig. 44. Esporangióforo de *H. elegans* x 400. Fig. 45. Colonia de *Diplodia theobromae* x 0.4. Fig. 46. Picniosporas de *D. Theobromae* x 400. Fig. 47. Colonia de *Microascus trigonosporus* x 1.5. Fig. 48. Ascosporas de *M. trigonosporus* x 2000. Fig. 49. Colonia de *Mucor abundans* x 0.5. Fig. 50. Esporangióforo de *M. abundans* x 400. Fig. 51. Colonia de *Myrothecium roridum* x 0.5. Fig. 52. Conidiosporas de *M. roridum* x1000. Fig. 53. Colonia de *Nigrospora sphaerica* x 0.3. Fig 54. Conidióforo de *N. sphaerica* x 1000. Fig. 55. Conidióforo de *Paecilomyces fumosoroseus* x 1000. Fig. 56. Colonia de *Penicillium restrictum* x 0.5. Fig. 57. Conidióforo de *P. restrictum* x 1000. Fig. 58. Colonia de *Penicillium rubrum* x 1.1. Fig. 59. Conidióforo de *P. rubrum* x 1000. Fig. 60. Colonia de *Pestalotiopsis pestalozzioides* x 0.4. Fig. 61. Conidiospora de *P. pestalozzioides* x 1300. Fig. 62. Colonia de *Trichoderma viride* x 0.4. Fig. 63. Conidiosporas de *T. viride* x 200. Fig. 64. Colonia de *Varicosporina ramulosa* x 0.5. Fig. 65. Conidióforo de *V. ramulosa* x 1000

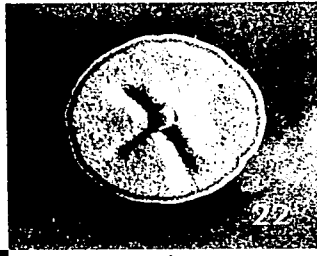




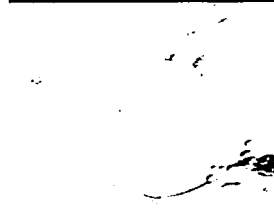
20



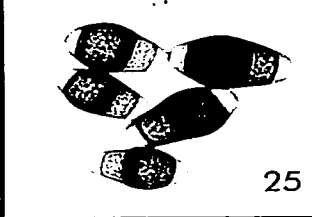
21



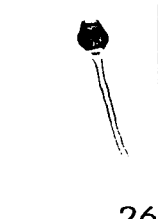
22



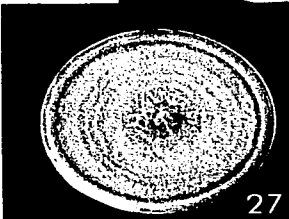
24



25



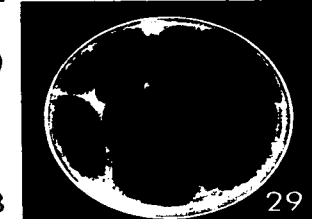
26



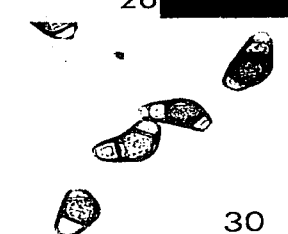
27



28



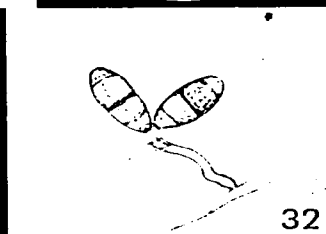
29



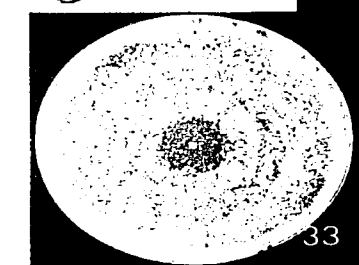
30



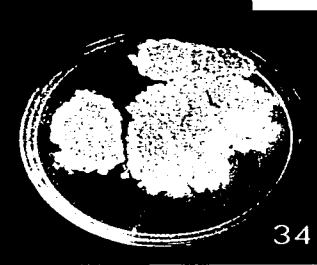
31



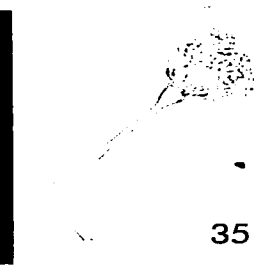
32



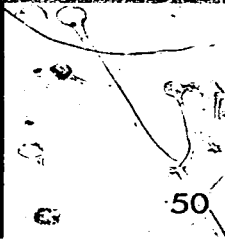
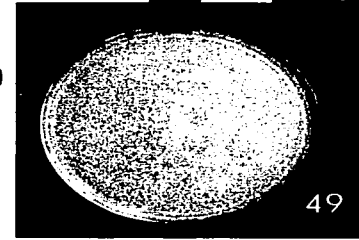
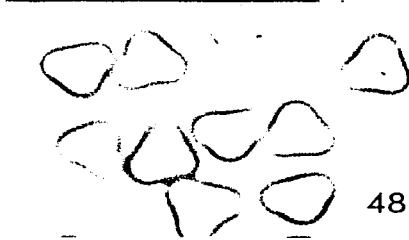
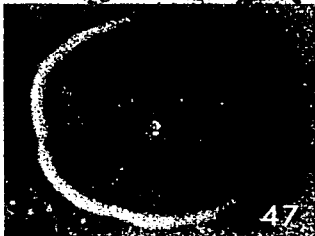
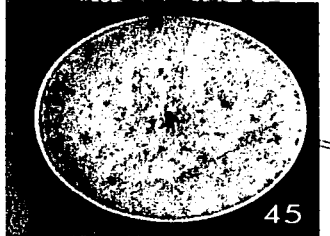
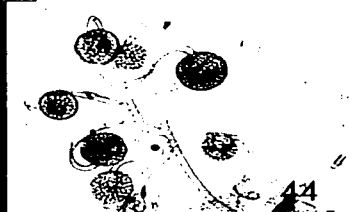
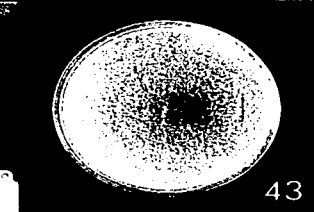
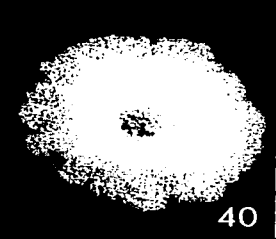
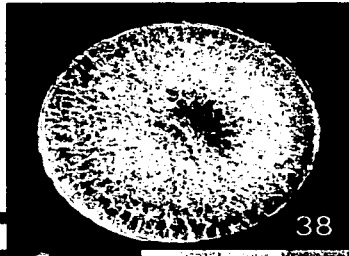
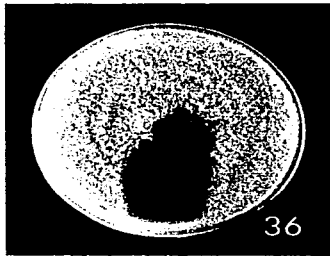
33

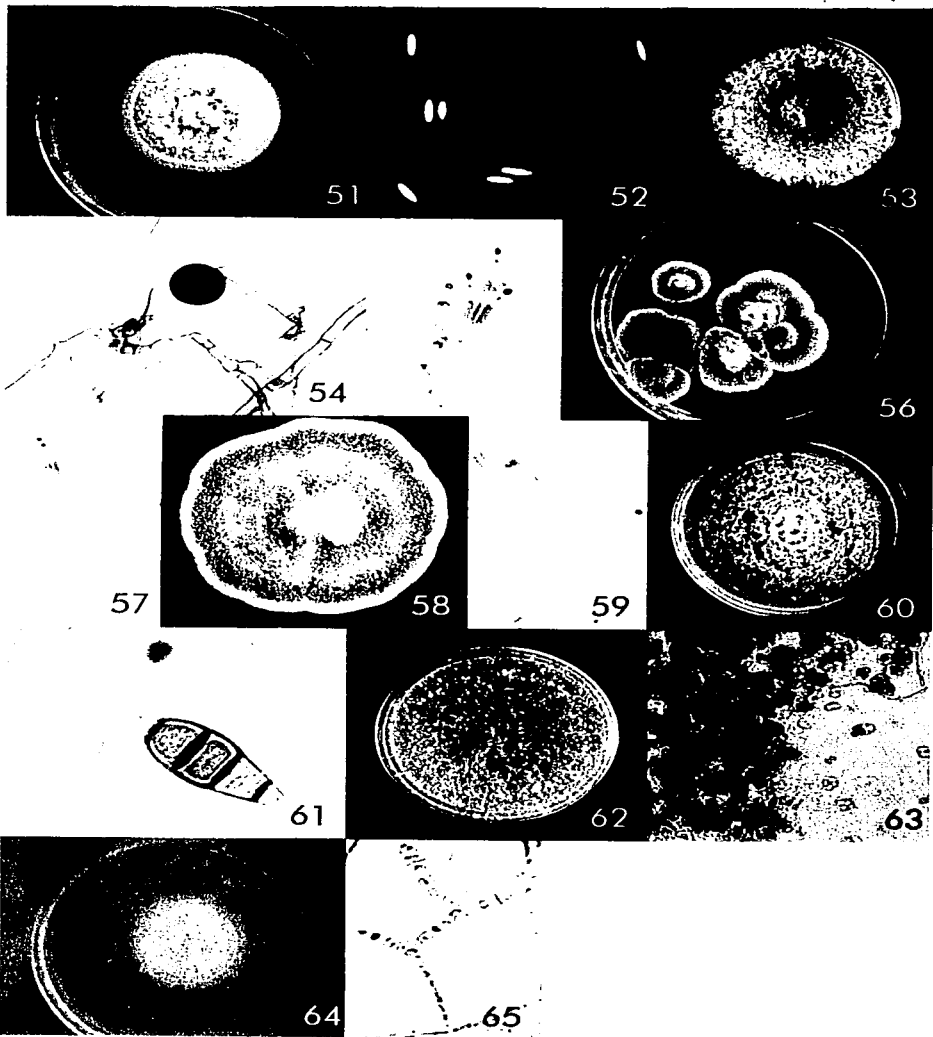


34



35





En playa Paraíso se presentaron 376 incidencias y se encontró el mayor número de especies, con un total de 27. Las especies más abundantes fueron *Aspergillus niger*, con 33.77%, *Aspergillus terreus*, con 6.11%, *Trichoderma viride*, con 5.319%, y *Aspergillus flavus*, con 5.05%. Las de menor incidencia fueron *Paecilomyces fumosoroseus*, *Exserohilum curvatum* y *Aspergillus pulverulentus*, con 0.26% respectivamente. Estas dos últimas especies, junto con *Acremonium kiliense*, *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus pulverulentus*, *Curvularia intermedia*, *C. pallescens*, *Bipolaris hawaiiensis*, *Exserohilum curvatum*, *Helicostylum elegans*, *Penicillium restrictum* y *Pestalotiopsis pestalozzioides*, sólo se aislaron de Paraíso.

En Sánchez Magallanes se presentaron 374 incidencias, encontrándose 19 especies. La más constante fue *Aspergillus niger*, abarcando un 27% del total de las especies. *A. flavus*, con 14.43%, *A. ochraceus*, con 11.22%, y *A. terreus*, con 6.41%. Las especies *Gymnascella aurantiaca*, *Diplodia theobromae*, *Microascus trigonosporus*, *Mucor abundans* y *Varicosporina ramulosa* se encontraron únicamente en este sitio.

Las especies comunes para los tres sitios de muestreo fueron *Aspergillus flavus*, *A. niger*, *A. terreus*, *Fusarium semitectum*, *Myrothecium roridum*, *Nigrospora sphaerica* y *Trichoderma viride*. Por otro lado, la presencia de individuos estériles también es común en las tres playas, y con una alta representatividad. En Frontera es de 27%, en Paraíso de 17.02%, y en Sánchez Magallanes de 19.25%. En la Tabla 2 se enlistan las especies que se aislaron, con su respectiva incidencia y en la Tabla 3, los porcentajes de abundancia de estas mismas especies.

Respecto a los medios de cultivo empleados se encontró que el de agar V8, fue en el que se obtuvo mayor número de incidencias en las tres playas, es decir, 36.69%. El segundo medio fue el agar de harina de maíz con 25.66%. El agar de almidón-agua de mar tuvo 24.85%, y el de menor incidencia fue el agar papa-zanahoria con 12.79%. Esto se ilustra en la Figura 66.

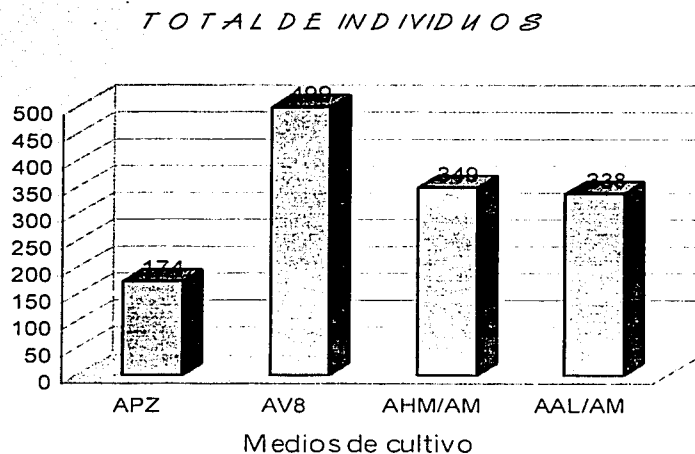


Fig. 66. Número de aislamientos de micromicetes que se obtuvieron en los medios de cultivo, agar papa-zanahoria (APZ), agar V8 (AV8), agar harina de maíz agua de mar (AHM/AM), agar almidon agua de mar

Con respecto a los grupos ecológicos a los que pertenecen las 33 especies arenícolas aisladas, 32 resultaron terrestres y 1 marina estricta mitospórica (*Varicosporina ramulosa*) esta se obtuvo una sola vez en Sánchez Magallanes. De la microbiota total, el grupo de los hongos mitospóricos fue el que predominó con 27 especies o 81.81%. Los Ascomycota con 3 especies, 9.09% y los Zigomycota

con la misma cantidad de especies y porcentaje. Respecto al número de aislamientos de los hongos mitospóricos se obtuvieron 1133, siguiéndolos el grupo de los Ascomycota con 22 y los Zigomycota 17, mientras que los individuos estériles fueron 188 (Tabla 4).

Tabla 1. Lista de especies encontradas en Playa Frontera, Paraíso y Sánchez Magallanes

HONGOS MITOSPÓRICOS

Acremonium killense Grütz
Alternaria alternata (Fries) Keissler
Alternaria tenuissima Kunze ex Pers
Aspergillus flavus Link.
Aspergillus fumigatus Fres.
Aspergillus niger van Tieghem
Aspergillus ochraceus Wilhelm
Aspergillus pulverulentus. Mc Alpine
Aspergillus terreus Thom
Bipolaris hawaiiensis Ellis
Cladosporium cladosporoides Fresn.
Curvularia eragrostidis Tsuda y Ueyama
Curvularia intermedia Boedjijn
Curvularia lunata (Wakker) Boedjijn
Curvularia pallescens Boedjijn
Chrysonilia sithopila Pers. Ex. Fr.
Diplodia theobromae (Pat.) Griff y Maubl
Exserohilum curvatum Sivan y Muthalyan
Fusarium semitectum Berk y Rav
Myrothecium roridum Tode y Steudel
Nigrospora sphaerica Mason
Paecilomyces fumosaroseus (Wize) Brown
et Smith
Penicillium restrictum
Penicillium rubrum Stoll
Pestalotiopsis pestalozzioides (Deamess et
Faimman)
Trichoderma viride Pers
Varicosporina ramulosa Meyers y
Kohlmeyer

PHYLUM ASCOMYCOTA

Emericella nidulans Eidam
Gymnascella aurantiaca. Peck
Microascus trigonosporus Emmons y
Dodge

PHYLUM ZYGOMYCOTA

Helicostylum elegans Corda
Mucor abundans Povah
Rhizopus nigricans Ehrenberg

Tabla 2. Número de aislamientos de los micromicetes arenícolas en Tabasco.

MICROMICETES	FRONTERA	PARAÍSO	SÁNCHEZ MAGALLANES	TOTAL
<i>Aspergillus niger</i>	51	127	101	279
<i>Fusarium semitectum</i>	165	17	19	201
Individuos estériles	52	64	72	188
<i>Trichoderma viride</i>	93	20	5	118
<i>Penicillium rubrum</i>	103	0	0	103
<i>Myrothecium roridum</i>	89	2	3	94
<i>Aspergillus flavus</i>	5	19	54	78
<i>Aspergillus terreus</i>	16	23	24	63
<i>Aspergillus ochraceus</i>	0	4	42	46
<i>Curvularia eragrostidis</i>	19	2	5	26
<i>Chrysonilia sitophila</i>	0	11	13	24
<i>Alternaria tenuissima</i>	0	15	5	20
<i>Alternaria alternata</i>	0	10	7	17
<i>Emericella nidulans</i>	0	8	8	16
<i>Aspergillus fumigatus</i>	0	14	0	14
<i>Rhizopus nigricans</i>	11	2	0	13
<i>Nigrospora sphaerica</i>	5	3	3	11
<i>Cladosporium</i> <i>cladosporioides</i>	0	4	3	7
<i>Penicillium restrictum</i>	0	6	0	6
<i>Bipolaris hawaiiensis</i>	0	5	0	5
<i>Curvularia intermedia</i>	0	4	0	4
<i>Microascus trigonosporus</i>	0	0	4	4
<i>Pestalotiopsis pestalozzioides</i>	0	4	0	4
<i>Curvularia lunata</i>	0	3	0	3
<i>Acremonium kiliense</i>	0	2	0	2
<i>Curvularia pallens</i>	0	2	0	2
<i>Gymnascella aurantiaca</i>	0	0	2	2
<i>Helicostylum elegans</i>	0	2	0	2
<i>Mucor abundans</i>	0	0	2	2
<i>Paecilomyces fumosoroseus</i>	1	1	0	2
<i>Aspergillus pulverulentus</i>	0	1	0	1
<i>Exserohilum curvatum</i>	0	1	0	1
<i>Diplodia theobromae</i>	0	0	1	1
<i>Varicosporina ramulosa</i>	0	0	1	1
Total	610	376	374	1360

Tabla 3. Porcentaje de abundancia de cada una de las especies encontradas.

MICROMICETES	TOTAL DE AISLAMIENTOS	PORCENTAJE DE ABUNDANCIA
<i>Aspergillus niger</i>	279	20.51
<i>Fusarium semitectum</i>	201	14.77
Individuos estériles	188	13.82
<i>Trichoderma viride</i>	118	8.67
<i>Penicillium rubrum</i>	103	7.57
<i>Myrothecium roridum</i>	94	6.91
<i>Aspergillus flavus</i>	78	5.73
<i>Aspergillus terreus</i>	63	4.63
<i>Aspergillus ochraceus</i>	46	3.38
<i>Curvularia eragrostidis</i>	26	1.91
<i>Chrysonilia sitophila</i>	24	1.76
<i>Alternaria tenuissima</i>	20	1.47
<i>Alternaria alternata</i>	17	1.25
<i>Emericella nidulans</i>	16	1.17
<i>Aspergillus fumigatus</i>	14	1.02
<i>Rhizopus nigricans</i>	13	0.95
<i>Nigrospora sphaerica</i>	11	0.80
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	7	0.51
<i>Penicillium restrictum</i>	6	0.44
<i>Bipolaris hawaiiensis</i>	5	0.36
<i>Curvularia intermedia</i>	4	0.29
<i>Microascus trigonosporus</i>	4	0.29
<i>Pestalotiopsis pestalozzioides</i>	4	0.29
<i>Curvularia lunata</i>	3	0.22
<i>Acremonium kiliense</i>	2	0.14
<i>Curvularia pallescens</i>	2	0.14
<i>Gymnascella aurantiaca</i>	2	0.14
<i>Helicostylum elegans</i>	2	0.14
<i>Mucor abundans</i>	2	0.14
<i>Paecilomyces fumosoroseus</i>	2	0.14
<i>Aspergillus pulverulentus</i>	1	0.07
<i>Exserohilum curvatum</i>	1	0.07
<i>Diplodia theobromae</i>	1	0.07
<i>Varicosporina ramulosa</i>	1	0.07
Total	1360	100%

Tabla 4. Phyla a los que pertenecen las especies de la micobiota arenícola aislada en las tres playas estudiadas.

	ASCOMYCOTA	ZIGOMYCOTA	HONGOS MITOSPÓRICOS	INDIVIDUOS ESTÉRILES	TOTAL
Número de especies	3	3	27		33
Porcentaje	9.09%	9.09%	81.81%		100 %
Número de aislamientos	22	7	1133	188	1360
Porcentaje	1.61%	0.51%	83.30%	13.82%	100%

4.2 SIMILITUD DE LA MICOBIOTA ESTUDIADA

Los datos sobre similitud que se obtuvieron al comparar mediante el índice de similitud de Sørensen (1948), se ilustran en la Tabla 5.

Tabla 5. Índices de similitud de los hongos arenícolas de las tres playas estudiadas.

PARES DE TRANSECTOS COMPARADOS	NÚMERO DE ESPECIES COMUNES	ÍNDICE DE SIMILITUD
F-P	12	58.53
F- SM	8	51.61
P- SM	13	54.16

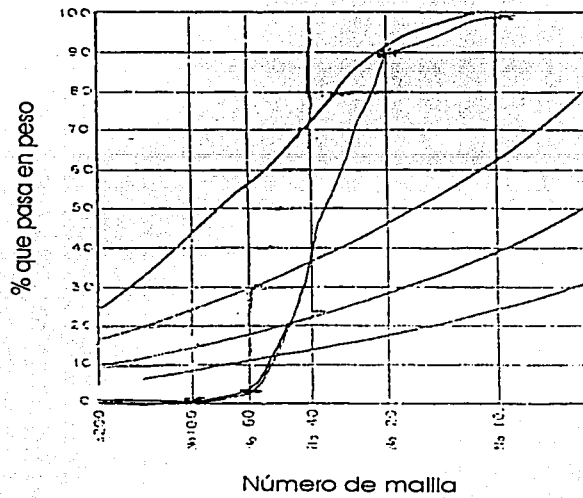
F = Frontera P = Paraíso SM = Sánchez Magallanes.

Por la situación de la mesoplaya de los 3 sitios que se estudiaron no fue posible obtener un perfil edafológico, sin embargo, se realizó un análisis granulométrico. Éste indicó que para las playas Frontera y Paraíso son arenas graduadas ya que se encontraron partículas de arena de 2 a 0.1 mm, es decir arena media y fina. Mientras tanto, para la playa Sánchez Magallanes es arena no graduada pues sólo se encontró arena fina, es decir, de 0.6 a 0.1 mm. (Figura 67). También se determinó el pH y el contenido de materia orgánica (MO) de cada una de las playas estudiadas. El suelo de la Playa Frontera presentó un pH = 5.9, una MO = 0.9; la Playa Paraíso un pH = 6.7, una MO = 1.5; la Playa Sánchez Magallanes un pH = 7.3 y una MO = 1.2.

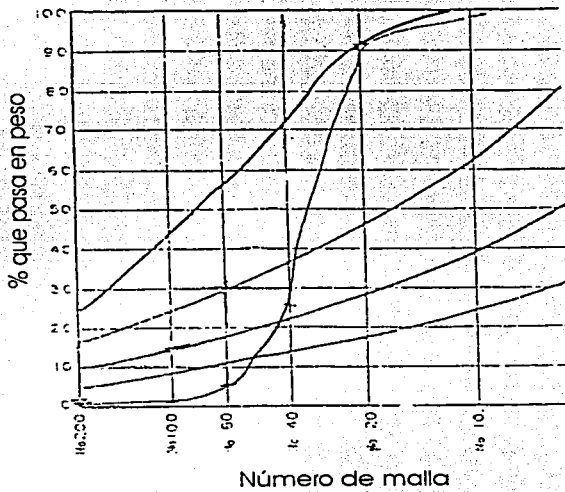
4.3 DIVERSIDAD DE LA MICROBIOTA ESTUDIADA

Los valores que se obtuvieron al emplear el índice de diversidad general de Shannon y Weaver (1949) revelaron un nivel alto de diversidad de hongos arenícolas. (Tabla 6).

FRONTERA



PARAÍSO



SÁNCHEZ MAGALLANES

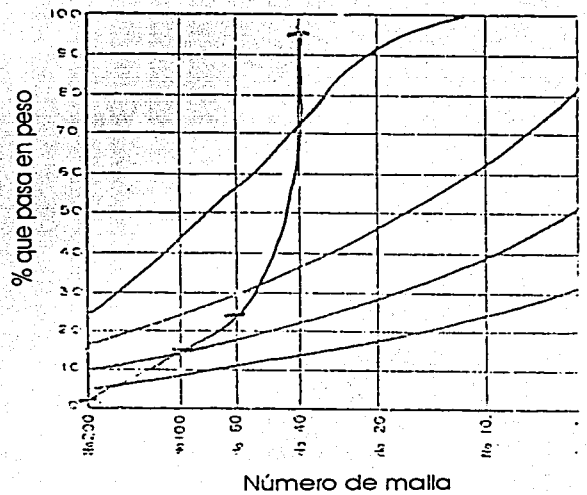


Fig. 67. Curva del análisis granulométrico por tamizado de la arena de las 3 playas estudiadas.

Tabla 6. Índice de diversidad de Shannon y Weaver (1949) y de Equiparabilidad de Pielou (1966).

MICROMICETO	ABUNDANCIA PROPORCIONAL p_i	$\ln(p_i)$	$-(p_i)(\ln p_i)$
<i>Aspergillus niger</i>	0.2051471	-1.584028197	0.32496
<i>Fusarium semitectum</i>	0.1477941	-1.911935071	0.28257
Individuos estériles	0.1382353	-1.978798016	0.27354
<i>Trichoderma viride</i>	0.0867647	-2.444555354	0.2121
<i>Penicillium rubrum</i>	0.0757353	-2.580510991	0.19544
<i>Myrothecium roridum</i>	0.0691176	-2.671945196	0.18468
<i>Aspergillus flavus</i>	0.0573529	-2.858531152	0.16395
<i>Aspergillus terreus</i>	0.0463235	-3.072105252	0.14231
<i>Aspergillus ochraceus</i>	0.0338235	-3.386598582	0.11455
<i>Curvularia eragrostidis</i>	0.0191176	-3.957143411	0.07565
<i>Chrysonilia sitophila</i>	0.0176471	-4.037186148	0.07124
<i>Alternaria tenuissima</i>	0.0147059	-4.219507705	0.06205
<i>Alternaria alternata</i>	0.0125	-4.382026635	0.05478
<i>Emericella nidulans</i>	0.0117647	-4.442651256	0.05227
<i>Aspergillus fumigatus</i>	0.0102941	-4.576182649	0.04711
<i>Rhizopus nigricans</i>	0.0095588	-4.650290621	0.04445
<i>Nigrospora sphaerica</i>	0.0080882	-4.817344706	0.03896
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	0.0051471	-5.26932983	0.02712
<i>Penicillium restrictum</i>	0.0044118	-5.42348051	0.02393
<i>Bipolaris hawaiiensis</i>	0.0036765	-5.605802066	0.02061
<i>Curvularia intermedia</i>	0.0029412	-5.828945618	0.01714
<i>Microascus trigonosporus</i>	0.0029412	-5.828945618	0.01714
<i>Pestalotiopsis pestalozzioides</i>	0.0029412	-5.828945618	0.01714
<i>Curvularia lunata</i>	0.0022059	-6.11662769	0.01349
<i>Acremonium kiliense</i>	0.0014706	-6.522092798	0.00959
<i>Curvularia pallescens</i>	0.0014706	-6.522092798	0.00959
<i>Gymnascella aurantiaca</i>	0.0014706	-6.522092798	0.00959
<i>Helicostylium elegans</i>	0.0014706	-6.522092798	0.00959
<i>Mucor abundans</i>	0.0014706	-6.522092798	0.00959
<i>Paecilomyces fumosoroseus</i>	0.0014706	-6.522092798	0.00959
<i>Aspergillus pulverulentus</i>	0.0007353	-7.215239979	0.00531
<i>Exserohilum curvatum</i>	0.0007353	-7.215239979	0.00531
<i>Diplodia theobromae</i>	0.0007353	-7.215239979	0.00531
<i>Varicosporina ramulosa</i>	0.0007353	-7.215239979	0.00531
TOTAL			$H' = 2.5559$
$H_{\text{máx}} = \ln S = \ln 33 = 3.4965$			
Equiparabilidad = $E = H / H_{\text{máx}} = 2.5559 / 3.4965 = .7309$			

Respecto a Frontera, Paraíso y Magallanes, se observó un índice de diversidad muy similar, que se ilustra en la Figura 68.

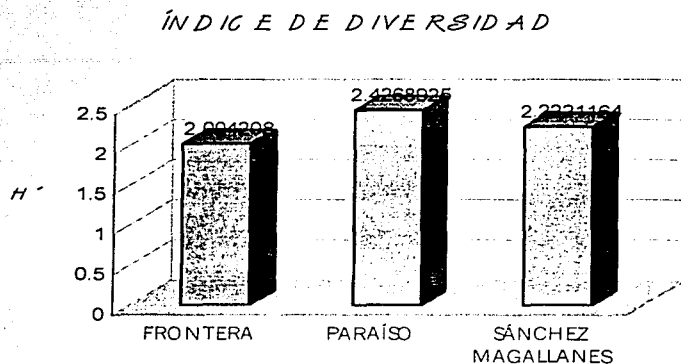


Fig. 68. Índice de diversidad de las tres playas estudiadas.

La equiparabilidad total que es 0.7309 se muestra en la tabla 6 y Fig.69.

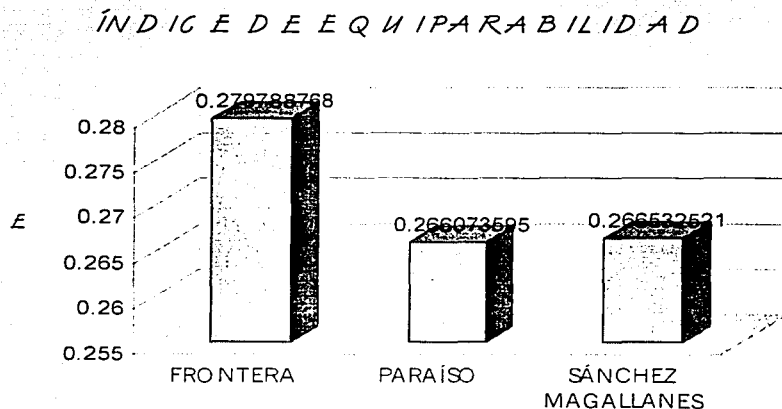


Fig. 69. Índice de Equiparabilidad de las tres playas estudiadas

5 DISCUSIÓN

En México es casi desconocida la estructura de las comunidades de hongos arenícolas que habitan en las playas de las costas mexicanas (alrededor de 11000 km) (Kohlmeyer, 1968, 1980, 1984; Kohlmeyer y Kohlmeyer, 1971, Hyde 1992, González y Herrera 1993). Sin embargo, se conocen datos cuantitativos sobre la frecuencia de los micromicetes arenícolas de Barra de Navidad, Jalisco (González *et al.* 1993), en playa Delfines, Cancún, Quintana Roo, en Veracruz, y en la playa El Coco, Colima (González *et al.* 1998).

En Tabasco se hallaron especies que representan nuevos registros de hongos arenícolas para México, con lo que se cumple el objetivo de este trabajo al incrementar el conocimiento sobre su biodiversidad. Las especies que se registran son: *Alternaria tenuissima*, *Aspergillus ochraceus*, *A. fumigatus*, *Bipolaris hawaiiensis*, *Gymnascella aurantiaca*, *Helicostylum elegans*, *Mucor abundans*, *Paecilomyces fumosoroseus*, *Penicillium restrictum*, *P. rubrum*, *Pestalotiopsis pestalozzioides* y *Rhizopus nigricans*.

En este estudio la especie con mayor abundancia que se encontró fue *Aspergillus niger* (Tabla 3). En otros estudios anteriores también se encontró dicha especie dentro de las más abundantes (González *et al.* 1993; González *et al.* 1998). Existen registros de esta especie en Hawaii (Kishimoto y Baker 1969) y en Tampa Bay, Florida (Bergen y Wagner-Merner, 1977), por lo tanto, se puede considerar como una de las especies cosmopolitas mejor adaptadas al ambiente del endopasmon.

Entre las especies dominantes, en las zonas de estudio son *Fusarium semitectum*, *Trichoderma viride*, *Penicillium rubrum*, *Myrothecium roridum*, *Aspergillus flavus*, *A. niger*, *A. terreus* y *A. ochraceus*, así como individuos estériles. González (1993, 1998) también se encontró *A. niger*, *Fusarium semitectum* y *A. flavus* como especies dominantes.

Algunas especies poco abundantes encontradas en Tabasco ya habían sido registradas en México (González, 1993, 1998) y en otros lugares del mundo. *Curvularia lunata* se ha encontrado en la arena de la playa de Florida (Bergen 1977). *Lasiodiplodia theobromae* se ha aislado de lugares tropicales y subtropicales (Sutton 1980). *Nigrospora sphaerica* es una especie saprobia especialmente distribuida en lugares tropicales (Ellis 1971). *Microascus trigonosporus* se ha aislado del suelo del desierto de Sonora (Ranzoni 1968). *Cladosporium* es usual en el agua de los sistemas estuarinos como en la laguna costera de Lagos en Nigeria (Akpata y Ekundayo 1983). Esto hace suponer la preferencia de estos hongos por los ambientes tropicales para su óptimo desarrollo.

Aunque las especies del género *Penicillium* son cosmopolitas y tienen una distribución geográfica igual o mayor que las del género *Aspergillus* (Herrera y Ulloa 1990) su abundancia fue considerablemente menor a las de *Aspergillus* y sólo se encontraron dos especies, *Penicillium restrictum* y *P. rubrum*. Por otro lado González (1993 y 1998) no reportó ninguna especie de *Penicillium*. Podría

suponerse que las condiciones bióticas y abióticas, las condiciones de alto estrés características del endopasmon son desfavorables para el desarrollo de este género.

En playa Frontera se encontró el menor número de especies y el mayor número de individuos. La especie más abundante fue *Fusarium semitectum*; su abundancia fue considerablemente mayor que en Paraíso y Sánchez Magallanes (Tabla 2). Mientras que en playa Paraíso y Sánchez Magallanes *Aspergillus niger* fue la de mayor abundancia y además de ésta, las especies *Aspergillus terreus*, *A. flavus* y *A. ochraceus* constituyen las especies dominantes (Tabla 3). Esta diferencia probablemente se deba a que Frontera es la playa más alejada de las instalaciones de PEMEX (Petróleos Mexicanos); por lo tanto, recibe un menor impacto ambiental; en cambio, Paraíso y Sánchez Magallanes están cercanas a varias instalaciones de PEMEX, (zona de almacenamiento o campo petrolero), por lo que se puede sugerir a las especies *Aspergillus* (principalmente la especie *A. niger*), *Fusarium semitectum* y *Penicillium rubrum* como bioindicadores del grado de contaminación por la industria petrolera. Sin embargo, la falta de otros estudios imposibilita la comparación más objetiva de estos resultados.

Los géneros *Fusarium*, *Trichoderma* y *Myrothecium* se han reportado en ríos que captan aguas residuales (Cooke 1957), y como los micromicetes mencionados se presentaron en las zonas de estudio, podemos suponer que las playas de Tabasco se encuentran contaminadas por aguas residuales,

principalmente la playa de Frontera ya que su abundancia fue considerablemente mayor en este sitio (Tabla 3).

El mayor número de especies en Paraíso y Sánchez Magallanes puede tener una relación con el tipo de vegetación. Akpata y Ekundayo (1983) reportaron una relación entre el tipo de vegetación y la micobiota existente. En nuestro caso, Paraíso y Sánchez Magallanes se encuentran cercanas a estuarios y la cantidad de pantanos, manglares y cuerpos de agua es mayor que en Frontera (Fig. 2).

Por otro lado, Newell (1976) estudió la sucesión fúngica durante la degradación de las semillas de mangle rojo (*Rhizophora mangle*); encontró en la primera etapa de la sucesión una micobiota formada principalmente por los hongos mitospóricos *Cladosporium cladosporioides* y *Alternaria alternata*, y en la segunda etapa por *Acremonium* sp. Esto probablemente pase también en Tabasco, si tomamos en cuenta que cerca de las tres playas estudiadas existe gran cantidad de *Rhizophora mangle* (Fig. 2) y que las especies reportados con Newell también se reportan en Tabasco. Por otro lado, Fell (1975) indica que la circulación del agua transporta partes del mangle rojo hacia el mar y que después son depositadas por medio de la acción de las olas en la playa, lo que justifica la presencia de estos hongos en la arena de la playa.

La mayor parte de los micromicetes arenícolas que se registraron en Tabasco pertenecen al grupo de los hongos mitospóricos, cuya proporción fue

81.81% (Tabla 4). Esto concuerda con los trabajos de González (1993, 1998), Ikeda (1954), Brown (1958), Nicot, 1958, Dickinson y Kent (1972), Pitts y Cowley (1974), Koehn (1979), Dunn y Baker (1983), Ress y Jones (1985), quienes en estudios realizados en el edopasmon encontraron que la mayoría de las especies fueron hongos mitospóricos. Esto se debe probablemente a su ciclo parasexual, por el cual obtienen la variabilidad genética necesaria para su éxito evolutivo y adaptativo.

Respecto a los tipos de medios de cultivo utilizados, el ideal para el aislamiento de los hongos de las muestras fue el agar V8 (Fig. 66). Esto coincide con Ulloa (1978), quien menciona que la mayoría de los Ascomicetos, Mucorales y hongos mitospóricos esporulan bien en él.

En el agar harina de maíz y almidón (AHM/AM y AAL/AM) se obtuvo casi el mismo número de especies en comparación con el V8, a pesar de que cada medio fue preparado con concentraciones de 35.79% de agua de mar artificial por cada litro de agua; esto hace suponer la capacidad adaptativa de las especies al ambiente marino, además de poder ser consideradas como especies marinas facultativas.

Si tomamos en cuenta el área de la playa donde se realizó el estudio, es decir, la mesoplaya (Fig. 4), es una zona de vaivén que continuamente está cubierta por el agua, y expuesta al aire en forma rítmica y alternada, donde la influencia del ambiente marino crea condiciones de alto estrés debido a los

cambios ambientales como la marea, la radiación directa de los rayos solares, la alta temperatura y la salinidad. Aquí las especies están perfectamente adaptadas a este ambiente, por lo que podrían considerarse como marinas facultativas.

El índice de similitud de Sørensen (Tabla 5) indica que existe una mayor similitud en cuanto a la composición de la microbiota entre las playas Frontera y Paraíso.

En realidad los valores de similitud entre las playas es muy parecido y constante. Las pequeñas diferencias se pueden deber al considerar varios factores como el uso de la playa, su cercanía a los cuerpos de agua, la acción de las olas y los factores fisicoquímicos, o posiblemente por la composición de la arena, ya que la curva del análisis granulométrico de Paraíso y Frontera (Fig.67) revela una composición similar en el tipo de arena de ambas playas, correspondiente al tipo de arena graduada (menos permeables y más estables), mientras que la playa Sánchez Magallanes tiene arena no graduada, (ambiente más inestable).

El crecimiento y la actividad de los hongos es una respuesta a los factores físicos, químicos y biológicos, como humedad, temperatura, luz y pH, principalmente (Subramanian 1982). Esto puede verse reflejado en Frontera, donde se obtuvo el menor número de especies, que es la playa con menor contenido de materia orgánica es más alto y pH más ácido. Contrastando con Playa Paraíso,

donde el contenido de materia orgánica es más alto y el pH es casi neutro. Brown (1958) concluyó que las dunas con pH alcalino tienen una microbiota diferente a la de las dunas ácidas.

Al medir los índices de diversidad de Shannon y Weaver, el grado de diversidad ecológica de la microbiota de la arena de las playas de Tabasco denotan una diversidad ecológica alta (Tabla 6). La playa Paraíso representa la mayor diversidad, seguida de Sánchez Magallanes, y por último por Frontera (Fig. 68).

Una diversidad ecológica alta supone hipotéticamente la existencia de una estabilidad ambiental alta y una productividad ecológica alta (Pielou 1975). Sin embargo, en la arena de la playa las fluctuaciones son amplias, extremas y variables. Es un medio en el que predominan las condiciones ambientales de alto estrés y perturbación (Pugh 1980). Los habitantes de este ambiente sobreviven tolerando situaciones extremas debido a los cambios en la temperatura, la salinidad, la humedad la radiación solar y los nutrimentos. Si se encontró una diversidad alta es debido a la gran adaptación de los microorganismos a las condiciones ambientales para poder vivir en este medio.

Los resultados de este estudio muestran una alta diversidad, debido probablemente a las características favorables del estado de Tabasco, como la alta cantidad de cuerpos de agua, temperatura promedio de 26 °C, 1500 mm de lluvias en la costa, humedad relativa entre 80 y 86%, zonas pantanosas, y

vegetación costera diversa (INEGI, 2001). Todos estos factores forman las condiciones ideales para el establecimiento y desarrollo de diversos tipos de hongos.

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La Playa Paraíso presentó la mayor diversidad y la Playa Frontera la abundancia más elevada, mientras que en la Playa Frontera se encontró la menor diversidad y en la Playa Sánchez Magallanes la abundancia más baja.
- Las especies comunes para Playa Frontera, Paraíso y Sánchez Magallanes fueron *Aspergillus flavus*, *A. niger*, *A. terreus*, *Fusarium semitectum*, *Myrothecium roridum*, *Nigrospora sphaerica* y *Trichoderma viride*.
- La especie más abundante fue *Aspergillus niger*.
- Nuevos registros para México son *Alternaria tenuissima*, *Gymnascella aurantiaca*, *Helicostylum elegans*, *Mucor abundans*, *Penicillium restrictum*, *Penicillium rubrum*, *Pestalotiopsis pestalozzioides*
- Las especies terrestres dominantes *Aspergillus niger*, *A. flavus*, *A. terreus*, *A. ochraceus*, *Fusarium semitectum*, *Myrothecium roridum*, *Penicillium rubrum* *Trichoderma viride*, posiblemente sean marinas facultativas encontradas pueden ser consideradas como marinas facultativas.

- Los hongos mitospóricos constituyen el grupo dominante en la composición de la micobiota arenícola de Tabasco.
- Se debe de continuar con este tipo de estudios porque el conocimiento y conservación de los micromicetes del endopasmon es importante porque realizan funciones esenciales al degradar los restos orgánicos, producen detritos y sustancias con valor nutrimental para otros organismos.
- Se propone su el uso de los micromicetės arenícolas como bioindicadores de impacto ambiental.
- Los hongos microscópicos arenícolas constituyen un recurso potencial genético y metabólico, principalmente para la obtención de nuevos químicos.

7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akpata, T. y J. Ekundayo. 1983. Ocurrence and periodicity of some fungal populations in the Lagos Lagoon. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 80: 347-352.
- Alexopoulos, C. J., C. W. Mims, M. Blackwell. 1996. *Introductory mycology*. Wiley, New York. 868 p.
- Apinis, A. E. y C. G. Chesters. 1964. Ascomycetes of some salt marshes and dunes. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 47: 419-435.
- Bergen, L. y D. Wagner-Mermer. 1977. Comparative survey of fungi and potencial pathogenic fungi from selected beaches in the Tampa Bay area. *Mycologia*. 1: 299-308.
- Booth, C. 1971. *Fungal culture media*. In Booth, C. (ed). *Methods in Microbiology*. IV. Academic Press, London and New York. 49-94 pp.
- Booth, C. 1977. *Fusarium laboratory guide to the identification of the major species*. Commonwealth Mycological Institute, Kew. Surrey.
- Brown, J. 1958. Soil Fungi of some British sand dunes in relation to soil type and succession. *J. Ecol.* 46: 641-664.
- Carlile, M. J., S. C. Watkinson, G. W. Gooday. 2001. *The Fungi*. Academic Press. 588 p.
- Carranza-Edwards, A. M. y E. C. Chávez. 1994. Zonificación del perfil de la playa. *Geo. UNAM*. 2: 26-32.
- Cooke, J. y J. Lacourse. 1975. A preliminary study of microfungi from Connecticut river estuary. *Bull. Torr. Bot. Club*. 102: 1-6.
- Dickinson, C. y J. Kent. 1972. Critical analysis of fungi in two sand-dune soils. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 58: 269-280.
- Domsch, K., W. Gams, T. Anderson. 1980. *Compendium of soil fungi*. Vol. 1. Academic Press. New York
- Dring, T. 1971. Techniques for microscopic preparation. In: C. Booth (Ed.) *Methods in Microbiology*. Vol. 4. Academic Press, London. 95-111 pp.

- Duché, J. y R. Heim. 1931. *Recherches sur la flores mycologique des sols sableux*. Recueil travaux mycologiques dédiés a Louis Mangin. Paris. 431-458 pp.
- Dunn, P. y G. Baker. 1983. Filamentous fungi of the psammon habitat at Enewetak Atoll, Marshall Islands. *Mycologia*. 75: 839-853.
- Ellis, M. 1976. *More Dematiaceous Hyphomycetes*. Commonwealth Mycological Institute. Kew Survey. England.
- Ellis, M. 1990. *Dematiaceous Hyphomycetes*. CAB International Commonwealth Mycological Institute. Kew Survey. England.
- Fell, J., R. Cefalu, J. Master, A. Tallman. 1975. *Microbial activities in the mangrove (Rhizophora mangle) leaf detrital system*. G. Walsh, S. Snedaker and H. Teas (Eds.), The biology and management of Mangroves. University of Florida Gainesville. 661-679 pp.
- García E, 1981. *Carta climatológica*. Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen para adaptarlo a las condiciones particulares de la República Mexicana. Offset Lavios. México.
- Genilloud, O., F. Peláez, I. González, M. Diez. 1994. Diversity of actinomycetes and fungi on seaweeds from the Iberian coasts. *Microbiología Madrid*. 10: 413-422.
- González, M. C. 1992. *Hongos Arenícolas de Barra de Navidad, Jalisco, México*. Tesis de Maestría. UNAM. 97 p.
- González, M. C. y T. Herrera. 1993. Micromicetes endopsamófilos de Barra de Navidad, Jalisco, México. *Rev. Mex. Mic.* 9: 19-33.
- González, M. C. y T. Herrera. 1995. Micromicetes marinos lignícolas de la laguna costera Barra de Navidad, Jalisco, México. *Rev. Mex. Mic.* 11: 145-154.
- González, M. C., T. Herrera, M. Ulloa, R. Hanlin. 1998. Abundance and diversity of arenicolous microfungi. *Mycoscience*. 39: 115-121.
- Gravesen, S., J. C. Frisvad, R. A. Samson. 1994. *Microfungi*. Ed. Munksgaard.
- Guzmán, G. 1998. Inventorying the fungi of México. *Biodiversity and Conservation*: 7: 369-384.
- Herrera, T. y M. Ulloa. 1990. *El reino de los hongos*. Instituto de Biología de la UNAM. Fondo de Cultura Económica. México.

- Hyde, K. 1986. *Frequency of occurrence of lignicolous marine fungi in the tropics*. S. T. Moss (Ed.). *The Biology of Marine Fungi*. Cambridge Univ. Press, Cambridge. 311-322 pp.
- Hawksworth, D. L. 2001. The magnitude of fungal diversity : the 1.5 million species estimate revisited. *Mycol. Res.* 105 : 1422-1432
- Hyde, K. 1992. Intertidal mangrove fungi from the tropics. *Mycologia.* 60: 252-269.
- Hyde, K., C. Farrant, E. Jones. 1987. Isolation and culture of marine fungi. *Bot. Mar.* 30: 291-303.
- Ikeda, S. 1954. On the Distribution of fungi in sand dune soils. *J. Jap. For. Soc.* 36: 221-224.
- INEGI, 2001. Síntesis de Información Geográfica del Estado de Tabasco. Instituto Nacional de Geografía e Informática. México.
- Kishimoto, R. y G. Baker. 1969. Pathogenic and potentially pathogenic fungi isolated from beach sands and selected soils of Oahu, Hawaii. *Mycologia.* 61: 537-548.
- Koehn, R. 1979. A new checklist of micelial fungi from marine habitats of Mustang Islands. Texas. *Southw. Nat.* 24: 365-369.
- Kohlmeyer, J. 1966. Ecological observations on arenicolous marine fungi. *Zeitschrift für Allg. Mikrobiologie.* 6: 95-106.
- Kohlmeyer, J. 1968. Marine fungi from the tropics. *Mycologia.* 60: 252-269.
- Kohlmeyer, J. 1980. Tropical and subtropical filamentous fungi of the western Atlantic Ocean. *Bot. Mar.* 23: 529-544.
- Kohlmeyer, J. 1984. Tropical Marine Fungi. *Marine Ecology.* 5: 329-378.
- Kohlmeyer, J. y E. Kohlmeyer. 1971. Marine Fungi from tropical America and Africa. *Mycologia.* 63: 831-861.
- Kohlmeyer, J. y E. Kohlmeyer 1979. *Marine Micology. The Higher Fungi.* Academic Press, New York. 690 p.
- Kohlmeyer, J. y B. Volkmann-Kohlmeyer. 1991. Illustrated Key to the Filamentous Higher Marine Fungi. *Bot. Mar.* 34: 1-61.

- Lewis, W. 1977. *Ecology Field Glossary: a naturalist's vocabulary*. Greenwood Press, Westport.
- Ludwig, J. y J. Reynolds. 1988. *Statistical Ecology: A primer on methods and computing*. Wiley, New York.
- Margulis L. y K. V. Schwartz. 1998. *Five Kingdoms*. W. H. Freeman and Company. New York. 520 p.
- Moreau, F. y F Moreau. 1941. Premiere contribution a l'etude de la microflore des dunes. *Rev. Mycol.* 6: 49-94.
- Nakagiri, A. y K. Tubaki. 1982. A new marine ascomycete and its anamorph from Japan. *Trans. Mycol. Soc. Japan.* 23: 101-110.
- Newell, S. 1976. *Mangrove fungi: the succession in the microflora of red mangrove (Rhizophora mangle) seedling*. E.B.G. Jones (Ed.), Recent Advances in Aquatic Mycology. Wiley, Nueva York, 51-91 pp.
- Nicot, J. 1958. Quelques mycomycetes des sables littoraux. *Bull. Soc. Mycol. France.* 74: 221-235.
- O'Donnell, K. L. 1979. *Zygomycetes in culture*. Department of Botany. University of Georgia.
- 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.
- Pitts, G. y G. Cowley. 1974. Mycoflora of the habitat and midgut of the fiddler crab. *Uca pugilator*. *Mycologia.* 66: 669-675.
- Pugh, G. 1962a. Studies of 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: 567-512.
- Pugh, G. 1980. Presidential address. Strategies in fungal ecology. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 75: 1-14.

- Pugh, G., J. Blakemann, G. Morgan-Jones, H. Eiggins. 1963. Studies on fungi in coastal soils. Cellulose decomposing species in sand dunes. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 46: 565-571.
- Pugh, G. y J. Nicot. 1964. Studies on fungi in coastal soils. V. *Dendriphiella salina* Sutherland comb. nov. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 47: 263-267.
- Raper, K. y D. Fennell. 1977. *The genus Aspergillus*. Robert. E. Krieger, Huntington, New York.
- Razoni, F. 1968. Fungi isolated in culture from soils of the Sonora desert. *Mycologia*, 60: 356-371.
- Rees, G. y B. G. Jones. 1985. The Fungi of a Coastal Sand Dune System. *Botanica Marina*, 28: 213-220.
- Sayito, T. 1955. Soil microflora of a coastal dune. *Sci. Rep. Tohoku Univ.* 21: 145-151.
- Shannon, C. E. y W. Weaver. 1949. *The Mathematical Theory of Communications*. University of Illinois Press, Urbana.
- Sivanesan, A. 1987. *Graminicolous species of Bipolaris, Curvularia, Drechslera, Exserohilum and their teleomorphs*. Mycological Papers. #158. C.A.B. International Mycological Institute. U. K. 261 p.
- Sorensen, E. H. 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. Bull. Skr.* 5: 1-34.
- Subramanian, C. V. 1983 *Hypomycetes Taxonomy and Biology*. Academic Press. London. 520 p.
- Sutton, B. 1980. *The Coelomycetes*. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey.
- Ulloa, M. y R. Hanlin. 1974. *Atlas de micología básica*. Ed. Concepto. México. 158 p.
- Ulloa, M. 1991. *Diccionario ilustrado de micología*. Instituto de Biología. UNAM. 310 p.
- Watanabe, T. 1994. *Pictorial atlas of soil and seed fungi*. Morphologies of culture fungi and key to species. Lewis Published. USA. 411 p.

Webley, D., D. Eastwood, C. Gimingham. 1952. The development of a soil microflora in relation to plant succession in sand dunes including rhizosphere flora associated with colonizing species. *J. Ecol.* 40: 168-178.

Wohlrab, G., R. Tuveson, C. Olmsted. 1963. Fungal populations from early stages of succession in Indiana dune sand. *Ecology*, 44: 734-740.