

**MICROMICETOS MARINOS LIGNÍCOLAS DE LA LAGUNA COSTERA BARRA DE NAVIDAD, ESTADO DE JALISCO, MÉXICO**

por María del Carmen González<sup>2</sup> y Teófilo Herrera<sup>2</sup>

**LIGNICOLOUS MARINE MICROMYCETES FROM BARRA DE NAVIDAD COASTAL LAGOON, STATE OF JALISCO, MEXICO**

**ABSTRACT**

The abundance of lignicolous marine micromycetes from Barra de Navidad coastal lagoon, State of Jalisco, Mexico, was investigated. Test panels of *Avicennia germinans*, *Pinus sylvestris* and *Rhizophora mangle* were submerged in the intertidal region for five weeks. After the submersion time the test panels were kept in clean sterile plastic bags and returned to the laboratory, where they were rinsed with sterile sea water and incubated during 12 months at 25°C in sterile plastic boxes. The total number of fungal observations were 156 from 94 of 141 wood pieces examined. The most abundant fungus was *Halosphaeria quadricornuta* followed by *Zalerion varium*, *Lulworthia* spp., *L. grandispora* and *Humicola alopallonella*. *Zalerion varium* is a new record for Mexico.

**KEY WORDS:** marine fungi; lignicolous micromycetes; mangrove.

**RESUMEN**

Se investigó la abundancia de los hongos marinos lignícolas en la laguna costera Barra de Navidad, estado de Jalisco, México. Tableros de prueba de madera de *Pinus sylvestris* y discos de madera de *Avicennia germinans* y *Rhizophora mangle* se sumergieron en la región intermareal durante cinco semanas. Después del período de sumersión los tableros y discos de prueba se colocaron en bolsas de plástico estériles y se trasladaron al laboratorio donde se enjuagaron con agua de mar estéril, se incubaron durante 12 meses a 25°C. En 94 de 141 piezas de madera examinadas se realizaron 156 observaciones fúngicas. El hongo más abundante fue *Halosphaeria quadricornuta* seguido por *Zalerion varium*, *Lulworthia* spp., *L. grandispora* y *Humicola alopallonella*. *Zalerion varium* es un nuevo registro para México.

**PALABRAS CLAVE:** hongos marinos; micromicetos lignícolas; manglar.

**INTRODUCCIÓN**

Los micromicetos marinos lignícolas viven en la madera que se encuentra sumergida en el mar, flotando a la deriva o en la región intermareal de la playa. Su importancia reside en que

<sup>1</sup> Modificación del trabajo presentado por el primer autor en el V Congreso Internacional de Micología, Vancouver, 14-21 de agosto de 1994.

<sup>2</sup> Laboratorio de Micología y Fitopatología, Departamento de Botánica, Instituto de Biología, UNAM. A.P. 70-233, Coyoacán, México, D.F. 04510.

Recibido: 30 de agosto, 1995. Aceptado: 15 de noviembre, 1995.

Solicitud de sobretiros: María del Carmen González<sup>2</sup>.

descomponen activamente la madera generando detritus y sustancias que son utilizadas en las cadenas alimenticias de peces y crustáceos con valor comercial, y por otra parte causan pérdidas económicas al deteriorar las estructuras de madera que se encuentran en los puertos, tales como, pilotes, rompeolas y muelles (Kohlmeyer y Kohlmeyer, 1979).

Hace 50 años se publicó el primer trabajo sobre los micromicetos marinos lignícolas (Barghoorn y Linder, 1944). Desde entonces la literatura que se ha acumulado sobre su taxonomía, fisiología y ecología es numerosa. Sin embargo, en México, el número de estudios sobre los micromicetos marinos lignícolas es escaso, y tratan sobre 43 hongos registrados sobre madera sumergida en el mar, flotando a la deriva o en la región intermareal, pero no sobre tableros de prueba o carnadas (Kohlmeyer, 1968; Kohlmeyer y Kohlmeyer, 1971; Kohlmeyer, 1980, 1984, Hyde, 1992). En la laguna costera Barra de Navidad, estado de Jalisco, México, no se habían estudiado ese grupo de hongos a pesar de que, en inspecciones previas, se observaron muy deterioradas algunas estructuras portuarias construidas con madera. El presente estudio fue preliminar y su objetivo principal fue determinar la identidad y abundancia de los micromicetos marinos lignícolas presentes en carnadas de madera, sumergidas en la región intermareal de la laguna Barra de Navidad.

#### MATERIALES Y MÉTODOS

**Área de estudio:** La laguna Barra de Navidad se localiza entre los meridianos  $104^{\circ} 40' 55''$  y  $104^{\circ} 41' 37''$  de longitud oeste y los paralelos  $19^{\circ} 10' 57''$  y  $19^{\circ} 12' 09''$  de latitud norte (Figura 1). Mide 3.5 km de largo por 1.5 km de ancho, con una superficie de 3.6 km<sup>2</sup> (Escobar y López-Dellamary, 1981). El clima de la región es Awo(W)i, el más seco de los cálidos subhúmedos con lluvias en verano, 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 isotermales de 4.5 (Rodríguez, 1988). En el extremo oeste posee una barrera protectora de arena de 30 a 40 m de ancho que la separa de Bahía de Navidad y deja solo una comunicación con el mar por medio de una boca permanente que presenta 170 m de ancho. En el suroeste desemboca el río Marabasco y en el oeste está rodeada por una comunidad de mangles compuesta principalmente por *Rhizophora mangle* L. y en menor grado por *Avicennia germinans* (L.) L. y *Conocarpus erecta* L. (CETENAL, 1989).

**Métodos de observación e identificación de los hongos:** Se siguió el método citado por Jones (1971) que utiliza tableros de prueba consistentes de dos bloques de madera de pino (*Pinus sylvestris* L.) de 20 x 10 x 2 cm, a los cuales se les hacen dos perforaciones en la parte central, de 2 cm de diámetro y se recubren con silicón. Ambos bloques se separan por medio de dos pedazos de tubo de manguera de hule de 2 cm de largo, cuyas aberturas centrales coinciden con las perforaciones de los bloques, y por cada orificio se pasaron 2 m de cuerda de nylon. En la cuerda del extremo inferior del tablero se colocó la mitad de un ladrillo de concreto para mantener sumergido el tablero y la cuerda superior del tablero se utilizó para sujetarlo a una rama de mangle. Se emplearon 12 pares de bloques como carnada para cada una de las 3 zonas de muestreo situadas en la parte posterior (estación 3, cercana a la desembocadura del río Marabasco), media (estación 2) y anterior (estación 1, próxima a la boca que comunica la laguna Barra de Navidad con la Bahía de Navidad) de la laguna Barra de Navidad (Figura 1). También,

para la observación de los micromicetos lignícolas se utilizó el método de Leightley (1980), en el que se recolectaron ramas de mangle negro (*Avicennia germinans* (L.) L.) y rojo (*Rhizophora mangle* L.) las cuales se descortezaron y cortaron en discos de 5 x 15 mm y se perforaron en la parte central. Se construyeron carnadas que consistieron en 12 discos de mangle amarrados con un hilo de nylon los cuales se metieron dentro de una bolsa de red de nylon para protegerlos. Se colocaron dos carnadas de cada una de las especies de mangle, en cada una de las tres estaciones de muestreo. Los tableros y los discos se sumergieron durante un período de 5 semanas en la zona intermareal (10 de octubre al 13 de noviembre de 1992), al término del cual, las carnadas se colocaron en bolsas de polietileno herméticas y estériles, y se trasladaron al laboratorio y se lavaron con agua de mar estéril. Después cada bloque de madera y cada disco se colocó en una caja de polietileno hermética y estéril; todas las cajas se incubaron a 25 °C durante 12 meses, examinándose cada mes. Las carnadas se revisaron con un microscopio estereoscópico para determinar la presencia de estructuras fúngicas; de ellas se hicieron preparaciones, según el método del doble cubreobjetos (Kohlmeyer y Kohlmeyer, 1972), para la identificación se emplearon las claves de Kohlmeyer y Volkmann-Kohlmeyer (1991). El material se preservó deshidratado y en preparaciones microscópicas permanentes y se encuentra depositado en el Herbario del Instituto de Biología (MEXU).

**Medición de parámetros fisicoquímicos:** Se valoraron la temperatura, salinidad y pH en las tres estaciones de muestreo durante todo el periodo de sumersión. Estos parámetros se midieron diariamente mediante la utilización de un termómetro con bulbo de mercurio, un electropotenciómetro y un refractómetro.

**Análisis de los datos:** Se determinó la abundancia y el porcentaje de abundancia de las especies. La abundancia de especies (n) se expresa como el número de observaciones individuales de una especie. El porcentaje de abundancia es el número de observaciones de una especie dividida entre el número total de observaciones de la muestra (Ludwig y Reynolds, 1988).

## RESULTADOS

Debido a las condiciones meteorológicas prevalecientes en el periodo del 10 de octubre al 14 de noviembre de 1992, se perdieron 75 carnadas, por lo que de un total de 216, sólo se recolectaron 141. El número total de observaciones de hongos fue de 156 en 141 carnadas de madera que se examinaron, de las cuales 50 no presentaron crecimiento fúngico.

Se identificaron cinco micromicetos marinos lignícolas de los cuales, cuatro son ascomicetos de la familia Halosphaeriaceae: *Halosphaeria quadricornuta* Cribb et Cribb, *Hemicola alopallonella* Meyers et Moore, *Lulworthia grandispora* Meyers, *Lulworthia* spp. y uno es deuteromiceto de la familia Dematiaceae: *Zalerion varium* Anastasiou.

*Zalerion varium* se registra por primera vez para México. Se caracteriza por su hifas septadas, ramificadas, hialinas, inmersas. Conidióforos de 30 µm de largo, 2-3.5 µm de diámetro, micronematosos, simples, cilíndricos, septados, algunas veces ausentes, superficiales, hialinos u olivo claros. Conidiosporas 15-65 x 13.5-56 µm, solitarias, helicoidales irregularmente en tres planos, formando un nudo o grupo de 10 a 30 células, con pared gruesa, lisas, morenas a morenas oscuras. Modo de vida saprobiótico. Sustratos: madera de deriva o intermareal, tableros de prueba, frutos de coco, hojas y semillas de *Rhizophora mangle*. Es una especie cosmopolita por lo

que se encuentra ampliamente distribuida en el litoral del Océano Atlántico: Canadá (Newfoundland, Nueva Escocia), Alemania, España (Islas Canarias), Suecia, Estados Unidos (Florida, Maryland). En el litoral del Océano Índico: India (Kerala, Madrás). En el litoral del Océano Pacífico: Canadá (Columbia Británica), Chile, Guatemala, Japón.

Los valores de abundancia y porcentaje de abundancia se muestran en la tabla 1. En este estudio la especie más abundante fue *Halosphaeria quadricornuta* con 55 observaciones. En la estación 1, *Zalerion varium* fue el más abundante con 33 observaciones, en la estación 2, *Lubworthia* spp. con 27 observaciones y en la estación 3, *Halosphaeria quadricornuta* y *Lubworthia* spp. fueron igualmente abundantes con 6 observaciones. El pino fue la madera en la que se encontró mayor diversidad de especies de hongos (5 especies) y la madera del mangle negro de la que se obtuvo el mayor número de observaciones (61 observaciones). En la estación de muestreo 1 se encontró la mayor diversidad de especies y observaciones (5 especies y 72 observaciones), seguida de la estación 2 (4 especies y 68 observaciones) y por último la estación 3 (3 especies y 16 observaciones) (Tabla 1).

Los datos sobre la temperatura, salinidad y pH de las estaciones de muestreo se muestran en la tabla 2.

## DISCUSIÓN

En el mundo se han realizado muchos trabajos sobre los micromicetos marinos lignícolas que se desarrollan sobre carnadas de madera (Barghoorn y Linder, 1944; Jones, 1962; Leightley, 1980; Vrijmoed *et al.*, 1982; Grasso *et al.*, 1985; Hyde, 1986). En México, a la fecha, no se han realizado estudios, lo que imposibilita la comparación de los resultados obtenidos en el presente trabajo.

La especie marina lignícola más abundante en la laguna Barra de Navidad fue *Halosphaeria quadricornuta* (35.3%). Este hongo se considera como el ascomiceto más común en aguas tropicales (Hughes y Chamut, 1971) lo cual explica su abundante presencia en este estudio; sin embargo Vrijmoed *et al.* (1982) encontraron este hongo en la zona templada de Hong Kong, (9.2%) sobre madera de *Pinus massoniana* Lamb. Este es su tercer registro en México (Kohlmeyer, 1968, 1984).

*Zalerion varium* se registra por primera vez para México. Fue encontrado en la laguna Barra de Navidad en un elevado porcentaje de abundancia (32.7%), mientras que en el litoral templado de Italia, Grasso *et al.* (1985) lo obtuvieron en un valor bajo (3.9%) en madera de *Pinus sylvestris* al igual que Vrijmoed *et al.* (1982) quienes lo obtuvieron en un porcentaje aún menor (0.7%) en madera de *Pinus massoniana* sumergida en aguas de Hong Kong.

En la actualidad, el género *Lubworthia* Sutherland necesita una revisión crítica porque aparte de las especies *L. fucicola*, *L. grandispora*, *L. lignoarenaria* y *L. lindroidea* aceptadas por Kohlmeyer (1984) existen más especies, variedades o razas que no pueden distinguirse ya que se necesitan realizar trabajos con cultivos puros derivados de gran variedad de sustratos y áreas geográficas para aclarar las diferencias morfológicas y fisiológicas entre estos taxa. Por consiguiente, las especies dudosas se agrupan como *Lubworthia* spp. (Kohlmeyer y Kohlmeyer, 1979). Las especies del género cuyas ascosporas miden más de 110  $\mu\text{m}$  y menos de 500  $\mu\text{m}$  no se han diferenciado. En este trabajo se encontraron ascosporas que midieron 336-473  $\mu\text{m}$  y su  $x =$

390  $\mu\text{m}$  por lo que se registra como *Lulworthia* spp. En México se ha registrado *Lulworthia* spp. con ascosporas de 200-500  $\mu\text{m}$  (Kohlmeyer, 1984).

*Humicola alopallonella* fue el micromiceto que se encontró menos abundantemente junto con *Lulworthia grandispora* (5.1%). Este resultado no difiere tanto del que registró Hyde (1986) en las islas Seychelles del Océano Índico (4.4%), ni del obtenido por Grasso *et al.* (1985) en Italia al probar madera de *Pinus sylvestris* (1.2%). *Humicola alopallonella* es cosmopolita y se registra por segunda vez en México (Kohlmeyer, 1984).

*Lulworthia grandispora* se encontró en la laguna Barra de Navidad en un bajo porcentaje de abundancia (5.1%). Hyde (1986) también lo encontró con un valor bajo en las islas Seychelles (6.6%). Es una especie tropical y este constituye su tercer registro para México (Kohlmeyer, 1984; Hyde, 1992).

La diversidad de especies fue muy baja en comparación con otros estudios, puesto que sólo se encontraron 5 hongos marinos lignícolas, mientras que Grasso *et al.* (1985) registraron 16 especies y Vrijmoed *et al.* (1982) 24. Se ha demostrado que la salinidad y la temperatura son los factores principales que controlan la distribución de los hongos marinos, además de la cantidad de carbono, contaminación, exposición mareal, luz, número de propágulos, oxígeno disponible, pH, respuesta osmótica y tipo de sustrato (Booth y Kenkel, 1986). La naturaleza de la laguna Barra de Navidad se altera mediante la descarga del río Marabasco, corrientes mareales, acción de los vientos, precipitación, drenajes pluviales y urbanos (González y Herrera, 1993). Por lo tanto, los resultados del presente estudio pueden atribuirse en parte, a los bajos valores de salinidad registrados durante el período de sumersión, los cuales descendieron considerablemente por las precipitaciones registradas durante dicho período (tabla 2). También, la época del año en que se realizó el presente trabajo pudo afectar la diversidad, puesto que en verano Grasso *et al.* (1985) encontró 44% más hongos que en invierno. Además, es probable que el contenido de cobre de las aguas que el río Marabasco vierte en la laguna Barra de Navidad, provenientes del complejo minero Peña Colorada, inhiba el desarrollo de los micromicetos marinos lignícolas (Rodríguez, 1988; González y Herrera, 1993).

La colonización de los tres tipos de carnadas de madera fue alta, puesto que la proporción de carnadas en las que se encontraron hongos marinos lignícolas fue de 66.7%, aunque menor a la obtenida por Grasso *et al.* (1985) y Vrijmoed *et al.* (1982) (100%). Esta diferencia tal vez se debió a que el tiempo de sumersión de los tableros fue muy breve, aunque Jones (1971) así lo sugiere al realizar estudios en aguas subtropicales y tropicales.

En la estación de muestreo 3 la más cercana a la desembocadura del río Marabasco, se registró el número más bajo de observaciones y diversidad de micromicetos marinos lignícolas debido a que se encuentra muy influenciada por el agua dulce y contaminantes como el cobre que descarga el río Marabasco en la laguna Barra de Navidad. La mayor diversidad de especies y de observaciones se obtuvieron en la estación 1 porque las condiciones marinas predominaron ya que dicha estación, se encuentra muy cerca de la boca que comunica la laguna Barra de Navidad con la Bahía Navidad.

Sobre las carnadas de madera de *Pinus sylvestris* se observó la mayor diversidad de hongos (5 especies) debido a que la madera de pino tiene más celulosa que la madera del mangle negro y mangle rojo. En las carnadas de madera de mangle negro (*A. germinans*) se registró el mayor

número de observaciones de hongos (61 observaciones) la cual es menos resistente a la degradación en el ambiente estuarino (Leightley, 1980).

#### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al personal del Laboratorio de Ciencias Marinas de la Universidad Autónoma de Guadalajara el apoyo otorgado para realizar el presente trabajo, así como la valiosa ayuda del Dr. Jan Kohlmeyer del Instituto de Ciencias Marinas de la Universidad de Carolina del Norte, EUA.

#### LITERATURA CITADA

- Barghoorn, E., S. Linder, 1944. Marine fungi: their taxonomy and Biology. *Farlowia* 1: 395-467.
- Booth, T., N. Kenkel, 1986. Ecological studies of lignicolous marine fungi: a distribution model based on ordination and classification. In: S. T. Moss (ed.), *The biology of marine fungi*. Cambridge University Press, Cambridge pp. 296-310.
- Comisión de Estudios del Territorio Nacional, 1989. Carta topográfica de San Patricio (E-13-B-41).
- Escobar, J., V. López-Dellamary, 1981. *Contribución al estudio taxonómico de la ictiofauna de la laguna Barra de Navidad, Jalisco*. Tesis de Licenciatura, Escuela de Biología, UAG, Guadalajara, Jal.
- González, M. C., T. Herrera, 1993. Micromicetes endopsamófilos de Barra de Navidad, Jalisco, México. *Rev. Mex. Mic.* 9: 19-33.
- Grasso, S., R. LaFerla, E. B. G. Jones, 1985. Lignicolous marine fungi in a harbour environment (Milazzo). *Bot. Mar.* 28: 259-264.
- Hughes, G., P. Chamut, 1971. Lignicolous marine fungi from southern Chile, including a review of distributions in the southern hemisphere. *Can. J. Bot.* 49: 1-11.
- Hyde, K., 1986. Frequency of occurrence of lignicolous marine fungi in the tropics. In: S. T. Moss (ed.), *The biology of marine fungi*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 311-322.
- Hyde, K., 1992. Intertidal mangrove fungi from the tropics. *Mycologia* 60: 252-269.
- Jones, E., 1971. Aquatic Fungi. In: J. Norris, D. Ribbons and C. Booth (eds.), *Methods in Microbiology*, Vol. 4, Academic Press, Nueva York, pp. 335-365.
- 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. *Mar. Ecol.* 5: 329-378.
- Kohlmeyer, J., E. Kohlmeyer, 1971. Marine fungi from tropical America and Africa. *Mycologia* 63: 831-861.
- Kohlmeyer, J., E. Kohlmeyer, 1972. Permanent microscopic mounts. *Mycologia* 64: 666-669.
- Kohlmeyer, J., E. Kohlmeyer, 1979. *Marine Mycology. The Higher Fungi*. Academic Press, Nueva York.
- Kohlmeyer, J., B. Volkmann-Kohlmeyer, 1989. A new *Lubworthia* (Ascomycotina) from corals. *Mycologia* 81: 289-292.
- Kohlmeyer, J., B. Volkmann-Kohlmeyer, 1991. Illustrated Key to the filamentous higher marine fungi. *Bot. Mar.* 34: 1-69.
- Leightley, L., 1980. Wood decay activities of marine fungi. *Bot. Mar.* 23: 387-395.
- Ludwig, J. A., J. F. Reynolds, 1988. *Statistical ecology. A primer on methods and computing*. John Wiley & Sons, Nueva York.
- Rodríguez, S., 1988. *Resumen climatológico y meteorológico (1987-1988) para la localidad de Barra de Navidad, Jalisco, México*. Segundo Informe Institucional, Laboratorio de Ciencias Marinas, UAG, Guadalajara, Jalisco.
- Vrijmoed, L., I. Hodgkiss y L. Thrower, 1982. Seasonal patterns of primary colonization by lignicolous marine fungi in Hong Kong. *Hidrobiologia* 87: 143-160.

Tabla 1. Abundancia de especies de hongos marinos lignícolas y porcentaje de abundancia de estas, registrados en tres estaciones de muestreo en la laguna costera Barra de Navidad, Jalisco.

| Especie                 | Estaciones de muestreo               |    |    |                                   |    |    |                                       |   |   | Abundancia<br>% |      |
|-------------------------|--------------------------------------|----|----|-----------------------------------|----|----|---------------------------------------|---|---|-----------------|------|
|                         | región anterior<br>de la laguna<br>1 |    |    | región media<br>de la laguna<br>2 |    |    | región posterior<br>de la laguna<br>3 |   |   |                 |      |
|                         | A                                    | B  | C  | A                                 | B  | C  | A                                     | B | C |                 |      |
| <i>H. quadricornuta</i> | 7                                    | 7  | 12 | 6                                 | 8  | 9  | 3                                     | 1 | 2 | 55              | 35.3 |
| <i>Z. varium</i>        | 8                                    | 9  | 16 | 12                                | 2  | 0  | 4                                     | 0 | 0 | 51              | 32.7 |
| <i>Lulworthia</i> spp.  | 1                                    | 0  | 0  | 0                                 | 12 | 15 | 0                                     | 1 | 5 | 34              | 21.8 |
| <i>H. alopallonella</i> | 8                                    | 0  | 0  | 0                                 | 0  | 0  | 0                                     | 0 | 0 | 8               | 5.1  |
| <i>L. grandispora</i>   | 2                                    | 0  | 2  | 4                                 | 0  | 0  | 0                                     | 0 | 0 | 8               | 5.1  |
| Total                   | 26                                   | 16 | 30 | 22                                | 22 | 24 | 7                                     | 2 | 7 |                 |      |
|                         | 72                                   |    |    | 68                                |    |    | 16                                    |   |   | 156             | 100  |

A = madera de *Pinus sylvestris* (pino)

B = madera de *Rhizophora mangle* (mangle rojo)

C = madera de *Avicennia germinans* (mangle negro)

Tabla 2. Salinidad, temperatura y pH de las tres estaciones de muestreo en la laguna costera Barra de Navidad.

| Parámetro y periodo de sumersión | Estaciones de muestreo            |       |                                |       |                                    |       |
|----------------------------------|-----------------------------------|-------|--------------------------------|-------|------------------------------------|-------|
|                                  | región anterior de la laguna<br>1 |       | región media de la laguna<br>2 |       | región posterior de la laguna<br>3 |       |
| T °C                             | Máx.                              | Mín.* | Máx.                           | Mín.* | Máx.                               | Mín.* |
| Semana 1                         | 31.0                              | 30.0  | 31.1                           | 29.0  | 34.0                               | 29.3  |
| Semana 2                         | 31.4                              | 30.1  | 30.4                           | 30.1  | 35.0                               | 29.2  |
| Semana 3                         | 31.7                              | 29.5  | 30.0                           | 29.5  | 31.0                               | 29.4  |
| Semana 4                         | 29.3                              | 28.2  | 28.8                           | 28.2  | 28.9                               | 28.2  |
| Semana 5                         | 29.6                              | 28.5  | 29.0                           | 28.1  | 28.9                               | 28.3  |
| S %                              |                                   |       |                                |       |                                    |       |
| Semana 1                         | 35                                | 34    | 34                             | 34    | 35                                 | 29    |
| Semana 2                         | 35                                | 34    | 35                             | 34    | 35                                 | 29    |
| Semana 3                         | 35                                | 35    | 35                             | 35    | 36                                 | 33    |
| Semana 4                         | 35                                | 31    | 34                             | 30    | 27                                 | 24    |
| Semana 5                         | 34                                | 31    | 34                             | 31    | 29                                 | 31    |
| pH                               |                                   |       |                                |       |                                    |       |
| Semana 1                         | 8.0                               | 7.9   | 7.9                            | 7.6   | 7.4                                | 7.1   |
| Semana 2                         | 8.0                               | 7.7   | 8.0                            | 7.6   | 7.5                                | 7.1   |
| Semana 3                         | 8.1                               | 7.9   | 7.9                            | 7.8   | 7.5                                | 7.4   |
| Semana 4                         | 8.0                               | 7.9   | 7.7                            | 7.5   | 7.1                                | 7.0   |
| Semana 5                         | 8.1                               | 8.0   | 7.6                            | 7.5   | 7.3                                | 7.2   |

\* Datos del promedio semanal



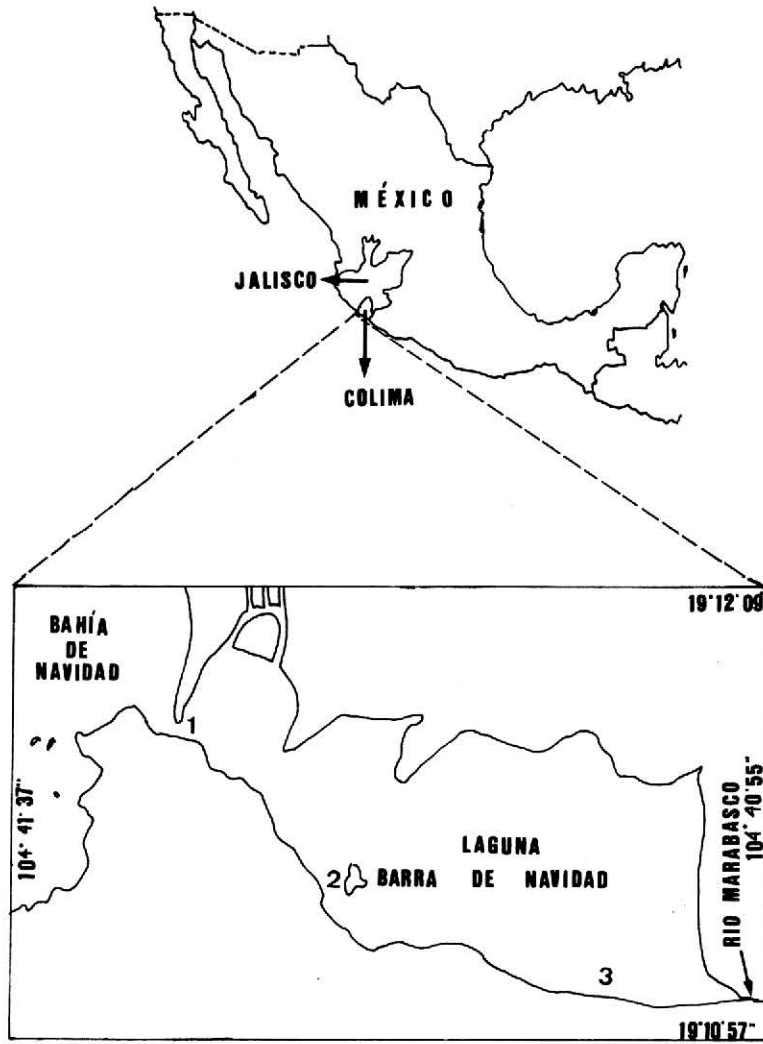
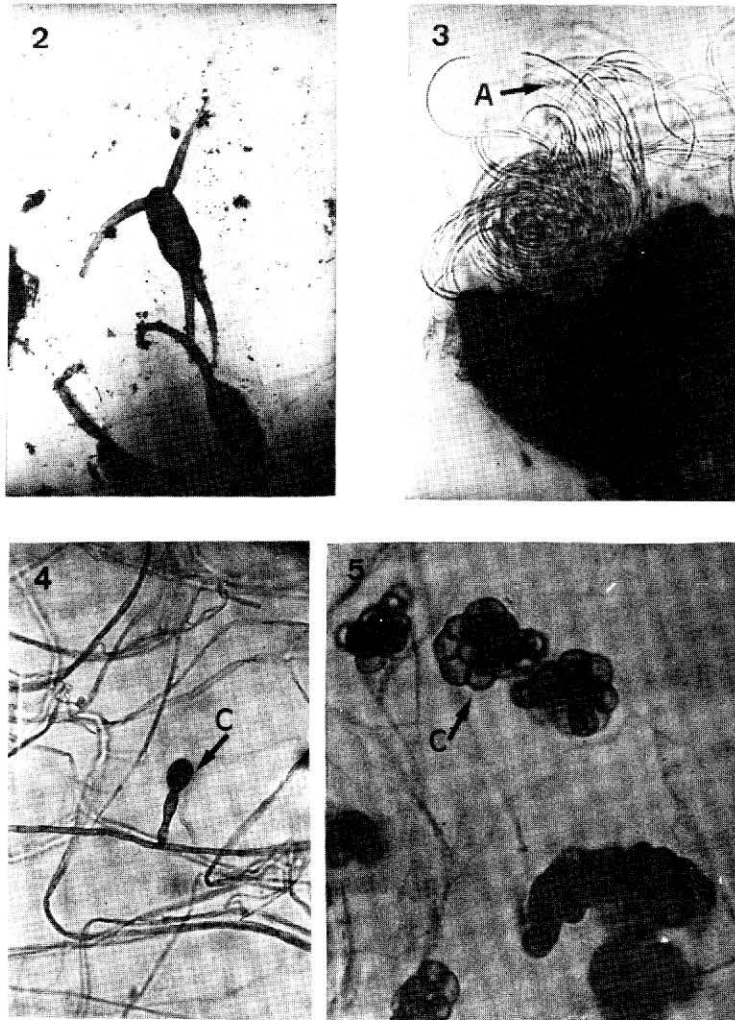


Fig. 1. Localización del área de estudio y estaciones de muestreo anterior (estación 1), media (estación 2) y posterior (estación 3). Escala gráfica 1: 50 000 (Fuente CETENAL, 1989).



Figs. 2-5. 2. Ascosporas de *Halosphaeria quadricornuta*, X 1000. 3: Peritocio de *Lulworthia grandispora* con filiosporas (A), X 400. 4: Conidio (C) de *Humicola alopaltonella*, X 400. 5: Conidio (C) de *Zalerion varium*, X 1200.