

Tasa de degradación de madera por el perforador de manglar *Psiloteredo healdi* (Bivalvia:Teredinidae) en el Lago de Maracaibo, Venezuela

José E. Rojas y Héctor Severeyn

Lab. de Sistemática de Invertebrados Acuáticos, Dpto. de Biología, Fac. Experimental de Ciencias, Universidad del Zulia,
apdo. 526, Maracaibo 4011, Venezuela. Telefax: 58 61 577228; jrojas@solidos.ciens.luz.ve; hsevereyn@hotmail.com

Recibido 30-IX-1999. Corregido: 30-IX-1999. Aceptado:22-X-1999.

Abstract: The degradation rate of wood substrates by the two species of bivalve molluscan borers, *Bankia fimbriatula* and *Psiloteredo healdi* was studied in the mangrove forest of Ana María Campos Peninsula (Lake of Maracaibo, Venezuela). Pine wood substrates were placed in adjacent waters and the rate of infestation and growth (wood consumption) was recorded. The second species was dominant and occurred throughout the entire study (april to october, 1993), but rates of larval invasion and growth of individuals were influenced by the size of the population present. *P. healdi* is capable of consuming as much 17.1×10^{-3} g of wood/day.

Key words: Wood consumption, mangrove, destructive potential, Teredinidae, biodegradation.

Los teredos (moluscos bivalvos perforadores de madera) constituyen uno de los principales agentes biológicos involucrados en la destrucción de la madera en ambientes marinos y estuarinos (Turner 1966, Santhakumaran 1987, Barkati y Tirmizi 1991). Su potencial destructivo radica en el hecho de que la madera afectada no muestra daños externos aparentes (Ewald *et al.* 1985); la madera es consumida internamente casi por completo, formando ellos cientos de canales que hacen de ésta una estructura porosa y frágil ante la presión mecánica (Godoy 1980, Santhakumaran 1987 y Rojas 1994). En este sentido el problema de los organismos perforadores de madera ha sido siempre de significancia económica debido a las grandes pérdidas que involucra la destrucción de estructuras de madera en todos los mares y estuarios.

En Venezuela, los estudios realizados sobre teredos se han dirigido principalmente a su

taxonomía y distribución (Bartsch 1931, Chuck 1953, Nair 1975, Ewald *et al.* 1979, 1985, Godoy 1980, Severeyn 1983 y Moreno 1987), pero ninguno con el propósito de evaluar la potencialidad destructiva de éstos. El presente estudio tuvo como objetivo obtener una medida cuantitativa de la acción degradativa del teredo del Lago de Maracaibo *Psiloteredo healdi*, sobre sustratos artificiales de madera de pino, como una medida de referencia y evaluación de la intervención de éstos en el proceso natural de degradación de la madera en las comunidades de manglar.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionaron dos estaciones de muestreo en el manglar Ana María Campos, Estrecho de Maracaibo, Venezuela, que fueron monitoreadas

por un lapso de cinco meses (de abril a octubre de 1993).

En cada estación se colocaron doce colectores de madera de pino (20x8x1.5 cm) con un volumen de 240 cm³ y un peso de 130±10 g, previamente lavados, deshidratados (80°C/24hr) y pesados. Los colectores eran sostenidos por una cuerda de nilón a una cuerda principal paralela al fondo, por debajo de la superficie del agua y sujeta en ambos extremos por dos estacas.

Mensualmente, un par de colectores eran removidos, raspando su superficie para eliminar los organismos incrustantes. En el laboratorio, eran lavados y sometidos a un análisis de rayos X, con el fin de medir la longitud y diámetro de cada teredo. Posteriormente, los teredos fueron extraídos y preservados en alcohol al 70 % para su posterior identificación. La madera remanente fue lavada, deshidratada y pesada.

La cantidad de madera consumida se determinó por la diferencia de peso entre el peso seco inicial sin teredos y el peso seco final después de la disección.

La determinación del volumen corporal de los teredos se estimó mediante la fórmula del cilindro, utilizando como diámetro, el promedio de tres a cinco medidas tomadas a lo largo del tubo del animal y la longitud to-

tal del mismo medido en el papel radiográfico. Las relaciones entre longitud del tubo, diámetro del tubo y volumen del tubo fueron estudiadas utilizando un análisis de regresión simple y cada relación descrita en términos de una línea recta.

RESULTADOS

Censo de especies perforadores de madera: De las muestras extraídas de los colectores artificiales presentes en el manglar, así como de trozos naturales de manglar (*Rhizophora mangle*), se identificaron dos especies de moluscos bivalvos perforadores de madera: *Psiloteredo healdi* y *Bankia fimbriatula*. *P. healdi* constituyó la especie dominante y presente durante todo el estudio. La presencia de *B. fimbriatula* en el manglar puede considerarse rara ya que solo se encontró un ejemplar. Esta dominancia de *P. healdi* coincide con estudios previos en el sistema de Maracaibo (Godoy 1980, Moreno 1987). *P. healdi* es una especie estuarina de baja salinidad, una de las pocas que existen en el mundo. Ewald *et al.* (1985) la han reportado para todas las costas del Lago de Maracaibo en salinidades que varían de 0 a 20 ‰.

CUADRO N° 1

Crecimiento y tasa de consumo del sustrato (madera de pino) por Psiloteredo healdi, en la Estación 1.

Tiempo (días)	Consumo (g)	Número de individuos	Longitud (cm)	Tasa de cons. (g/mes)	Tasa cons. diario (g/ind.)
30	9.40±1.6	55	1.35±0.5	9.40	5.6x10 ⁻³
60	18.48±4.7	69	8.26±1.6	9.08	4.38x10 ⁻³
90	65.19±1.1	91	9.24±1.5	47.71	17.10x10 ⁻³
120	65.36±1.0	94	9.32±1.5	0.17	0.07x10 ⁻³

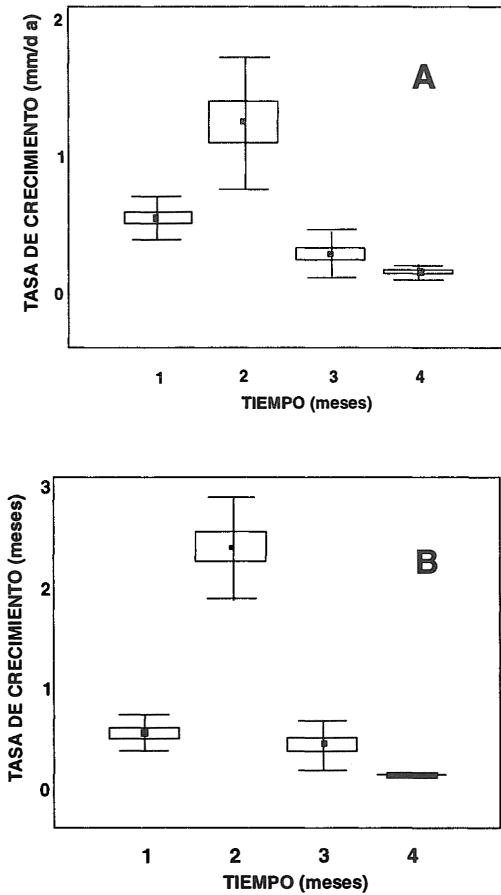


Fig.1. Tasa de crecimiento de la población de teredo. A, Estación 1 y B, Estación 2.

Tasa de degradación de madera: Durante el primer mes los colectores mostraron niveles de destrucción insignificantes. La destrucción de los panales fue máxima a los 90-120 días (Cuadros 1 y 2), cuando los teredos experimentaron mayor crecimiento (Fig. 1A y 1B). La resistencia máxima de los colectores fue de 4 a 5 meses. En este lapso de tiempo la madera fue perforada casi por completo, mostrando externamente poca o ninguna evidencia de daños. Solo se observó la presencia de pequeños poros sobre la superficie de la madera, con un diámetro máximo de 3 a 4 mm. En la Estación 1, donde el número de individuos por colector fue menor, hubo mayor crecimiento en longitud, obteniéndose menores tasas de consumo de madera (Cuadro 1); mientras que para la Estación 2 se observó un menor crecimiento en longitud, mayor densidad poblacional y las tasas de consumo de madera por colector fueron mayores (Cuadro 2). El máximo consumo individual promedio por colector al final del período de análisis fue de 69.51×10^{-2} g de madera/individuo para un total consumido de 65.36 g (50.28 %) para la Estación 1. Este valor fue mucho mayor que el obtenido para la Estación 2 de 44.28×10^{-2} g de madera/individuo para un total de 75.53 g del consumo total (58.1 %) (Fig. 2).

CUADRO N° 2

Crecimiento y tasa de consumo del sustrato (madera de pino) por *Psiloteredo healdi*, en la estación B.

Tiempo (días)	Consumo (g)	Número de individuos	Longitud (cm)	Tasa de cons. (g/mes)	Tasa de cons. diario (g/ind.)
30	11.68±2.7	149	1.39±0.4	11.68	2.60×10^{-3}
60	44.74±2.0	154	5.02±1.6	33.06	7.15×10^{-3}
90	67.54±1.3	161	5.60±1.7	22.80	4.72×10^{-3}
120	75.53±1.6	171	5.77±1.7	7.99	1.55×10^{-3}

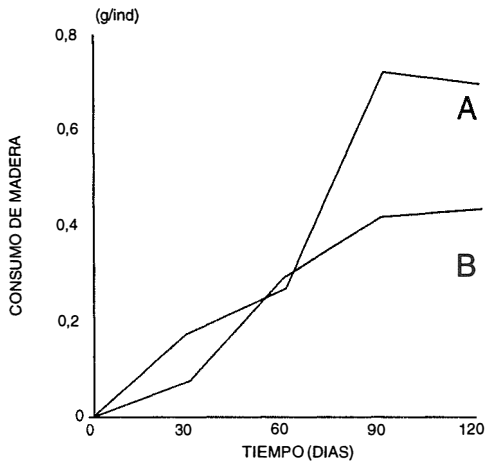


Fig. 2. Consumo individual de madera de la población de teredos en las estaciones de muestreo.

Relaciones biométricas de *Psiloteredo healdi* y predicción del daño causado a la madera: La longitud (L) y el volumen (V) ocupado por *P. healdi* muestra una alta y significativa correlación ($r^2 = 0,93$) y en efecto el análisis de regresión revela que la ecuación $L = -0,372069 + 0,360744V$, explica 96,7 % de la variabilidad del volumen en función de la longitud del animal (Fig. 3A). Esto indica que conociendo uno de estos parámetros, el otro puede ser predicho con un margen mínimo de error (5 %).

Por el contrario, la relación diámetro/volumen no mostró tan alta correlación ($r^2 = 0,72$). En este sentido, el coeficiente de regresión indica que el diámetro predice satisfactoriamente al volumen en el 85 % de los casos (Fig. 3B). En ambos casos, la cantidad de variación no explicada puede atribuirse a la variación de la forma del tubo, la cual no es totalmente cilíndrica sino cónica, no siendo el diámetro usado para calcular el volumen constante a lo largo de la longitud. Con fines predictivos, la longitud del animal refleja con mayor precisión el volumen total ocupado. Sin embargo, en términos prácticos el uso del diámetro es mucho más efectivo, basado en esfuerzo, ya que solo con hacer una sección transversal del trozo de

madera sería posible estimar el volumen total de madera consumida. En contraste, usar la longitud del animal implicaría necesariamente tener que diseccionar toda la madera, y cada animal, para poder medir la longitud del tubo. Así, se presenta un caso de elección entre precisión y esfuerzo. Usar la longitud del animal resultaría costoso en términos de trabajo y tiempo y solo se incrementaría la precisión en un 12 % (96,7 - 85,0). Si la idea es tener una aproximación acerca del volumen total de madera consumida, usar el diámetro reduciría apreciablemente el tiempo de disección y permitiría el cálculo del volumen con un error relativamente aceptable (15 %). Conociendo este error también es posible, en todo caso, calcular el intervalo de confianza para el volumen total de madera consumida.

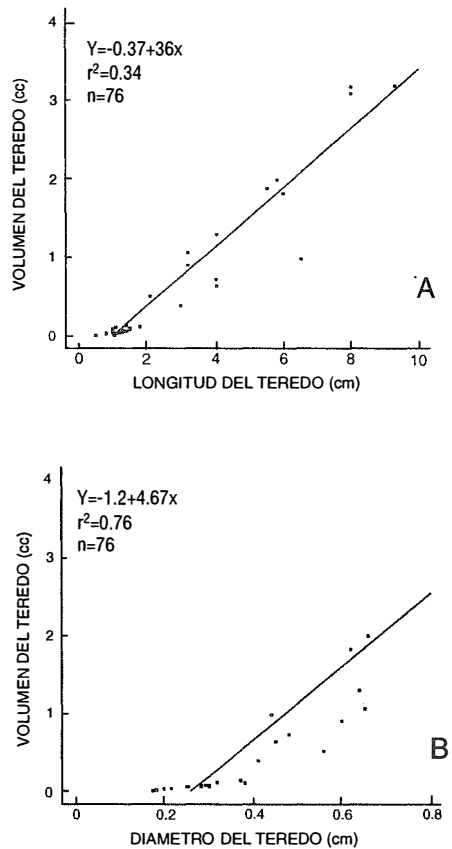


Fig. 3. Modelo de regresión lineal para la relación. A, longitud-volumen y B, diámetro-volumen de *Psiloteredo healdi*.

Zona de ataque al manglar: El estudio de raíces y tallos de *Rhizophora mangle* reveló que *P. healdi* prefiere la madera muerta, especialmente fresca, que cae al agua. En este sentido esta especie desempeña un papel clave en el ecosistema de manglar, reduciendo la madera muerta a partículas más pequeñas facilitando así el trabajo de hongos, bacterias y otros organismos en el proceso de degradación del manglar que va muriendo (Turner 1966, 1971). La acción degradativa de crustáceos perforadores no se detectó en este caso.

DISCUSIÓN

Este estudio indica que la degradación de la madera en el manglar estuarino estudiado es causado en su primera fase exclusivamente por el molusco bivalvo perforador de madera, *Psiloteredo healdi*, el cual no puede considerarse una especie destructora del manglar vivo. Por el contrario, contribuye a la degradación natural de los árboles de mangle muertos, que de otra manera se acumularían, ya que su proceso de biodegradación es relativamente largo y dependiente del tamaño de la madera.

Por otro lado, bajo las condiciones estudiadas, la capacidad de degradar la madera de *P. healdi* es densodependiente e independiente del crecimiento individual de cada animal. La máxima longitud fue observada en los colectores donde la densidad de teredos fue baja. Sin embargo, Ewald *et al.* (1985) observaron que bajo condiciones naturales donde la disponibilidad de madera no es un limitante, los individuos de esta especie alcanzan longitudes de hasta 40 cm.

El consumo individual máximo de madera en colectores de 130 ± 10 g, fue de 69.51×10^{-2} g de madera/individuo, con una resistencia máxima por colector de 5 meses; a este nivel los individuos mueren y la madera se deteriora. La madera raspada constituye la fuente principal de alimento de los teredos, y una vez agotada, les sirve de refugio hasta que mueren en un tiempo corto después que esto sucede (Turner 1966).

El consumo máximo de madera entre los colectores probados fue de 75.53 g, lo que equivale a una degradación del 58.1 %. En otras palabras, el poder destructivo de la especie estudiada equivale a más de la mitad de la masa inicial de la madera en tan solo cinco (5) meses. La madera a este nivel se encuentra tan perforada que no es capaz de soportar ningún tipo de peso o presión por lo que cede muy fácilmente y se rompe en pedazos. Por ello, los teredos han constituido una verdadera "plaga" en términos de pérdidas económicas por daños a estructuras de madera puestas en el mar, ya que si no se toman las medidas de protección adecuadas, como el uso de pinturas "antifouling" y el raspado y pintado periódico de las estructuras expuestas al mar, éstas se deterioran rápidamente.

Por último se debe señalar que, con fines predictivos, es posible hacer estimaciones del volumen de madera consumido usando el diámetro de los tubos presentes mediante una sección transversal de la estructura infestada. La precisión de la estimación basada en la ecuación: $V = -1.2 + 4.67D$, está en el rango de error del 15 %, lo que permite tener una medida del grado de deterioro de la madera.

RESUMEN

Con el propósito de evaluar la capacidad de degradar madera de los moluscos bivalvos perforadores de madera en comunidades de manglar, se realizó un estudio en el manglar Ana María Campos, Lago de Maracaibo, Venezuela, utilizando como sustratos bloques de madera de pino. Dos especies de teredos, *Bankia fimbriatula* y *Psiloteredo healdi* fueron encontradas en el manglar de la península Ana María Campos, siendo *P. healdi* la especie dominante. A pesar de estar presente durante todo el período de estudio su capacidad de invadir sustrato varió y la tasa de consumo de madera fluctuó en función del número de individuos por colector. *P. healdi* fue capaz de consumir hasta 17.1×10^{-3} g de madera/individuo/día.

REFERENCIAS

- Barkati, S. & H. Tirmizi. 1991. The environmental impact of wood-borers in mangrove swamps. Symp. Zool. Soc. Lond. 63:251-263.

- Bartsch, F. 1931. A new shipworm from Venezuela. Proc. U.S. Natl. Mus. 79:1-3.
- Chuck, F. 1953. The teredo problem in Lake Maracaibo. Creole Petroleum Corp. Maracaibo. 22 p.
- Ewald, J.J. Turner, R., Godoy, G. & H. Severeyn, 1979. Taxonomía y distribución de los moluscos bivalvos perforadores (Orden Pholadacea) en el occidente de Venezuela. Memorias de la XXIX Convención Anual AsoVAC p. 42.
- Ewald, J.J., Severeyn, H., Turner R. & G. Godoy, 1981. Los moluscos bivalvos perforadores de madera (Orden Pholadacea) su distribución en las aguas venezolanas. Memorias de la XXXI Convención Anual de AsoVAC, p 160.
- Ewald, J.J., Severeyn, H.J. & D. Espina, 1985. La fauna acuática de invertebrados de la cuenca del Lago de Maracaibo. I- Los Moluscos Bivalvos perforadores. Ciencias 2:41-64.
- Godoy, G. 1980. Crecimiento de *Psiloteredo healdi* y *Ban-
kia fimbriatula*, Bivalvos perforadores de madera, en el Lago de Maracaibo. Trabajo de Ascenso. La Universidad del Zulia. Facultad Experimental de Ciencias, Departamento de Biología. Maracaibo. Venezuela. 28 p.
- Moreno, P. 1987. Efectos de varias pinturas antifouling, madera y factores ambientales, sobre el establecimiento y crecimiento de moluscos perforadores de madera y crustáceos cirripedos presentes en el Lago de Maracaibo. Tesis de Grado. La Universidad del Zulia. Facultad Experimental de Ciencias, Departamento de Biología. Maracaibo. Venezuela.
- Rojas, J.E. 1994. Biología y ecología de los moluscos bivalvos perforadores de madera (Pholadacea:Teredinidae) presentes en el manglar Ana María Campos, Bahía de Tablazo, Estado Zulia. Venezuela. Tesis de Grado. La Universidad del Zulia. Facultad Experimental de Ciencias, Departamento de Biología. Maracaibo. Venezuela.
- Santhakumaran, L.N. 1987. Marine biodeterioration studies - an essential pre-requisite for technological leap to the twenty first century. Adv. Aquat. Biol. and Fish. p. 227-237.
- Turner, R.D. 1966. A survey and illustrated catalogue of the Teredinidae (Mollusca:Bivalvia). Museum of Comparative Zoology, Cambridge, Massachusetts. 265 p.
- Turner, R.D. & A.C. Johnson, 1971. Biology of marine wood-boring Molluscs, p. 259-302. In E. B. G. Jones & S. K. Eltringham (eds). Marine boring, fungi and fouling organisms of wood. Organization for Economic Co-operation and Development, París.