

ARTÍCULO ORIGINAL

ESTIMACIÓN DE LA BIOMASA DE *THALASSIA TESTUDINUM* A PARTIR DE DATOS DE BIOMASA HÚMEDA

Estimation of Thalassia testudinum dry biomass from wet biomass data

Beatriz Martínez Daranas,^{1*}

¹ Centro de Investigaciones Marinas, Universidad de La Habana, Calle 16 No. 114, Playa, CP 11300, La Habana, Cuba.

* Autor para correspondencia: beatriz@cim.uh.cu

Recibido: 17 junio 2014

Aceptado: 11 sept. 2014

RESUMEN

La biomasa seca del macrofitobentos se emplea para analizar la abundancia, productividad y otros procesos que se producen en los ecosistemas. Pero el secado de la biomasa implica la destrucción del espécimen, así como consumo de tiempo, electricidad. En muchos casos no hay condiciones para realizar el secado de las muestras. Por estas razones, se determinaron regresiones lineales entre las biomásas seca y húmeda de hojas y de rizomas + raíces de *Thalassia testudinum*. De estos modelos se obtuvieron ecuaciones que pueden ser utilizadas para estimar la biomasa seca, a partir de la húmeda, para esta especie.

PALABRAS CLAVE: : biomasa; regresión lineal; *Thalassia testudinum*

ABSTRACT

Dry biomass of macrophytobenthos is used to analyze abundance, productivity and other ecological processes. But drying biomass implies the destruction of specimen, as well as is time and electricity consuming. In many cases, there are no conditions for drying samples. For those reasons, linear regressions between dry and wet biomass of *Thalassia testudinum* leaves and rhizomes + roots were determined. Equations were obtained from those models, which can be used to estimate dry biomass from the wet one, for this species.

KEYWORDS: biomass; lineal regression; *Thalassia testudinum*

INTRODUCCIÓN

La biomasa seca de las especies del macrofitobentos (macroalgas y angiospermas marinas), es una variable que ha sido ampliamente utilizada para evaluar la abundancia de especies del macrofitobentos, así como para estimar su productividad y otros proce-

sos ecológicos que se producen en los ecosistemas marino-costeros (Buesa, 1975; Duarte y Chiscano, 1999; Jiménez y Alcolado, 1989, 1990; Martínez Daranas, Alcolado y Duarte, 2005; Martínez Daranas, Cabrera y Pina-Amargós, 2009; Martínez Daranas, Cabrera, y Pina, 2005; Martínez Daranas, Jiménez y Al-

colado, 1996). También la biomasa húmeda ha sido empleada como indicador de abundancia total de macroalgas en arrecifes coralinos de Cuba (Zúñiga Ríos, Martínez Daranas y Alcolado, 2012).

Uno de los protocolos ampliamente usado en las Américas para monitorear los pastos marinos determina la biomasa foliar y no fotosintética (rizomas+raíces) de las angiospermas marinas mediante la recolecta de la muestra con un tubo nucleador (CARICOMP, 2001). Este método ha sido empleado en investigaciones del archipiélago Sabana-Camagüey (Martínez Daranas *et al.*, 2007) y en el golfo de Batabanó (Arias-Schreiber *et al.*, 2008), así como en varios países del área (van Tussenbroek *et al.*, 2014). Este método tiene como desventajas que es necesario conservar las muestras colectadas hasta ser procesadas en el laboratorio, y que en ocasiones no hay condiciones logísticas para alcanzar el peso seco (falta de electricidad o equipamiento, por ejemplo) (Ricciardi and Bourget, 1998). Por otro lado, el secado en la estufa consume tiempo y electricidad, así como provoca la destrucción de los especímenes (Ricciardi and Bourget, 1998).

En el pasado se han desarrollado cálculos para estimar la biomasa o el volumen de organismos del plancton a partir de sus dimensiones (Suthers and Rissik, 2009). También se ha estimado la biomasa seca de la macrofauna bentónica a partir de la húmeda (Ricciardi and Bourget, 1998). Se encontró un trabajo donde se establecieron las relaciones entre la biomasa y el volumen de varias especies de macroalgas marinas bentónicas (Romero, 1984), pero no se han hallado factores de conversión entre biomasa húmeda y seca para especies del macrofitobentos.

Thalassia testudinum Banks ex König es la especie de angiosperma marina más importante

por su frecuencia de aparición y por su biomasa en los pastos marinos del Mar Caribe, la Florida y zonas del Golfo de México (Van Tussenbroek, Barba Santos, Ricardo Wong, Van Dijk, y Waycott, 2010), así como en la plataforma marina cubana (Martínez Daranas, Cano y Clero, 2009). Es la especie clímax en los pastos marinos de esta zona y, por ello, es clave en diferentes sistemas de monitoreo de este ecosistema. Por estos motivos, se propuso como objetivo hallar dos rectas de regresión que permitan estimar la biomasa seca de hojas y de rizomas + raíces, a partir de muestras húmedas de esta especie.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se tomaron 160 valores de biomasa húmeda de hojas y 202 de biomasa húmeda de rizomas y raíces de *T. testudinum*, obtenidas de muestras tomadas en 43 sitios, localizados en dos zonas del país (plataforma marina al norte de las provincias Matanzas y Sancti Spiritus). Estas muestras fueron recolectadas siguiendo el protocolo de CARICOMP (2001) con un tubo de PVC de 15 cm de diámetro, lavadas con agua de mar, fijadas con formaldehído al 5 % y guardadas en bolsas plásticas para su procesamiento en el laboratorio.

En el laboratorio las muestras fueron lavadas con agua corriente para desechar las partes muertas de las plantas y otros organismos, y se separó la biomasa en dos fracciones: las hojas verdes por una parte y los órganos no fotosintetizadores (raíces + rizomas) por otra. Se eliminaron los epífitos de las hojas de *Thalassia*, raspando cuidadosamente la superficie de cada una con una cuchilla. Cada fracción fue colocada sobre papel secante por 10 minutos, después de lo cual se estimó la biomasa húmeda. Posteriormente fue colocada en papel de aluminio

previamente tarado y llevada a una estufa a 70 °C hasta alcanzar peso constante, lo que sería la biomasa seca. El peso constante se verificó mediante pesadas sucesivas en una balanza técnica con una precisión de 0,1 g y con el empleo de desecadoras, hasta que no se observó una disminución del valor de la biomasa.

Se eliminaron los datos que brindaron residuos atípicos y se realizó la prueba de Durbin Watson para detectar si había autocorrelación entre los datos. Los datos fueron procesados con el programa Statgraphics Centurion XV.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se comprobó una relación estadísticamente significativa entre BSH y BHH (Tabla 1). La ecuación del modelo lineal ajustado para la biomasa de hojas de *T. testudinum* fue

$$BSH = 0,1527 + 0,075 \times BHH$$

donde BSH: biomasa seca de hojas y BHH: biomasa húmeda de hojas (Fig. 1).

El coeficiente de correlación fue igual a 0,9621, indicando una relación relativamente fuerte entre las variables. El estadístico r^2 indica que el modelo ajustado explica 92,56 % de la variabilidad en BSH. El error estándar del estimado indica que la desviación estándar de los residuos fue 0,37. El estadístico de Durbin-Watson (1,92734, $p = 0,3237$) indica que no hubo autocorrelación serial en los residuos con un nivel de confianza del 95 %.

Tabla 1. Resultados del análisis de varianza para modelo lineal ajustado para la biomasa de hojas de *T. testudinum*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	F	p
Modelo	269,716	1	269,716	1965,37	0,0000
Residuo	21,683	158	0,137234		
Total	291,399	159			

También se encontró una relación estadísticamente significativa entre BSTR y BHTR (Tabla 2). Se obtuvo una ecuación del modelo lineal ajustado para la biomasa de rizomas + raíces de *T. testudinum*:

$$BSTR = 0,0990272 + 0,137987 \times BHTR$$

donde BSTR: biomasa seca de rizomas + raíces y BHTR: biomasa húmeda de rizomas + raíces (Fig. 2).

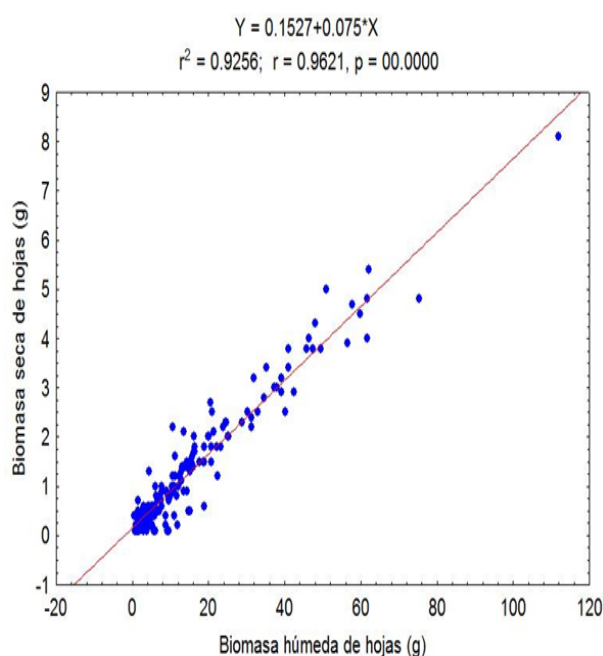


Figura 1. Gráfico del modelo lineal ajustado para la biomasa de hojas de *T. testudinum*.

Tabla 2. Resultados del análisis de varianza para modelo lineal ajustado para la biomasa de rizomas + raíces de *T. testudinum*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	F	p
Modelo	9017,72	1	9017,72	1215,21	0,0000
Residuo	1454,46	196	7,42069		
Total (Corr.)	10472,2	197			

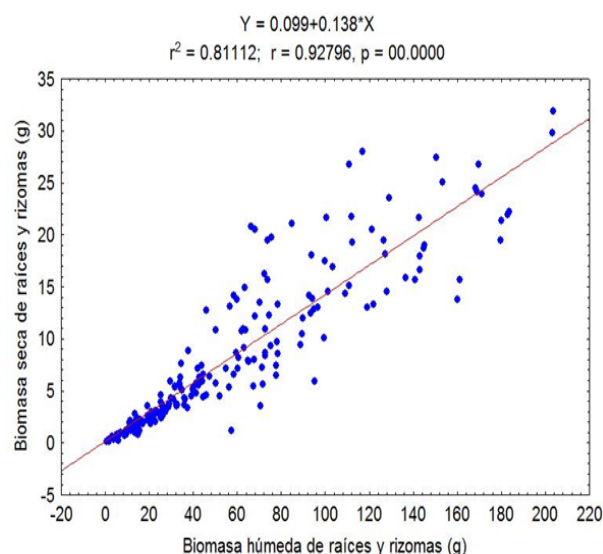


Figura 2. Gráfico del modelo lineal ajustado para la biomasa de rizomas + raíces de *T. testudinum*.

El estadístico R^2 indica que el modelo ajustado explica 86,1112 % de la variabilidad en BSTR. El coeficiente de correlación es igual a 0,927961, indicando una relación relativamente fuerte entre las variables. El error estándar del estimado indica que la desviación estándar de los residuos es 2,72409. El estadístico de Durbin-Watson (1,94623, $p = 0,3531$) señala que no hay indicación de una autocorrelación serial en los residuos con un nivel de confianza del 95 %.

Este análisis señala, finalmente, que el modelo ajustado puede usarse para estimar la biomasa seca de *T. testudinum* para estimar la biomasa húmeda, siempre que se utilice el mismo procedimiento. También hay que tener en cuenta que estas ecuaciones serán válidas cuando la biomasa húmeda de hojas en una muestra se encuentre en el intervalo entre 0,5 y 112 g (mínimo y máximo de los datos empleados de biomasa de hojas) y cuando la biomasa húmeda de rizomas + raíces esté en el intervalo entre 0,6 y 204 g (mínimo y máximo de los datos utilizados de biomasa

de rizomas + raíces). Una vez obtenidos los valores de biomasa seca, será necesario extrapolarlos a la unidad de área, según el área del tubo que se haya utilizados para el muestreo. Este procedimiento ahorrará tiempo y energía para el secado y pesado de las muestras.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al proyecto PNUD/GEF Sabana-Camagüey y al Instituto de Oceanología, así como a Miguel Hernández, Jorge Luis Hernández, Jhoana Díaz Larrea y Mercedes Cano Mallo, por su contribución al muestreo y al procesamiento de laboratorio.

REFERENCIAS

- Arias Schreiber, M., Wolff, M., Cano, M., Martínez Daranas, B., Marcos, Z., Hidalgo, G. *et al.* (2008) Changes in benthic assemblages of the Gulf of Batabanó (Cuba) - results from cruises undertaken during 1981-85 and 2003-04. In *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 3(1), 49-60.
- Buesa, R.J. (1975) Population biomass and metabolic rates of marine angiosperms on the northwestern cuban shelf. In *Aquatic Botany*, 1, 11-23.
- CARICOMP (2001) *CARICOMP Methods Manual - Level I: Manual of methods for mapping and monitoring of physical and biological parameters in the coastal zone of the Caribbean*. Mona, Kingston, Jamaica: CARICOMP Management Center, University of the West Indies, Mona, Kingston, Jamaica y Florida Institute of Oceanography, University of South Florida, St. Petersburg Florida, U.S.A.
- Duarte, C.M. and Chiscano, C.L. (1999) Seagrass biomass and production: a reassessment. In *Aquatic Botany*, 65, 159-174.

Jiménez, C. and Alcolado, P.M. (1989) Comportamiento estacional de la biomasa vegetal en un seibadal de Cuba. En *Acta Botánica Cubana*, 71, 1-10.

Jiménez, C. y Alcolado, P.M. (1990) Características del macrofitobentos de la macrolaguna del Golfo de Batabanó. En P.M. Alcolado (Ed.) *El bentos de la macrolaguna del Golfo de Batabanó*, Editorial Academia, La Habana, 8-13pp.

Martínez Daranas, B., Alcolado, P. M. y Duarte, C.M. (2005) Leaf production and shoot dynamics of *Thalassia testudinum* by a direct census method. In *Aquatic Botany*, 81, 213-224.

Martínez Daranas, B., Cabrera, R. y Pina, F. (2005) *Variaciones espacio-temporales de las macroalgas asociadas y epífitas de Thalassia testudinum Banks ex König, en la Bahía de Nuevitas, Cuba*. Paper presented at the VII Congreso de Ficología de Latinoamérica y el Caribe y V Reunión Iberoamericana de Ficología, Ficología'2005, La Habana.

_____ (2009) Spatial and seasonal variability of *Thalassia testudinum* in Nuevitas bay, Cuba. En *Revista Ciencias Marinas y Costeras*, 1, 9-27.

Martínez Daranas, B., Cano, M. y Clero, L. (2009) Los pastos marinos de Cuba: estado de conservación y manejo. [electrónico]. En *Serie Oceanológica*, 5, 21.

Martínez Daranas, B., Jiménez, C. y Alcolado, P.M. (1996) Prospección del macrofitobentos de los fondos blandos del archipiélago Sabana-Camagüey, Cuba. En *Avicennia*, 4/5, 77-88.

Martínez Daranas, B., Cano Mallo, M., Perdomo, M.E., Clero Alonso, L., Díaz Larrea, J., Guimaraes, M. et al. (2007) 4.2. Estado de los pastos marinos. En P.M. Alcolado, E.E. García y M.

Arellano-Acosta (eds.) *Cap. 4. Estado de los ecosistemas marinos y costeros, y algunas características ambientales y tendencias. Ecosistema Sabana-Camagüey: Estado actual, avances y desafíos en la protección y uso sostenible de la biodiversidad*, Editorial Academia, La Habana, 51-56pp.

Ricciardi, A. y Bourget, E. (1998) Weight-to-weight conversion factors for marine benthic macroinvertebrates. In *Marine Ecology Progress Series*, 163, 245-251.

Romero, J. (1984) Relaciones entre unidades de volumen y unidades de biomasa en distintas especies de algas bentónicas. Aplicación a evaluaciones de biomasa del fitobentos. In *Oecologia aquatica*, 7, 37-42.

Suthers, I.M. y Rissik, D. (eds.) (2009) *Plankton. A guide to their ecology and monitoring for water quality*. Collingwood, Vic.: CSIRO Publishing.

Van Tussenbroek, B.I., Barba Santos, M.G., Ricardo Wong, J.G., Van Dijk, J.K. y Waycott, M. (2010) *Guía de los pastos marinos tropicales del Atlántico oeste*. México, D.F.: UNAM.

Van Tussenbroek, B.I., Cortés, J., Collin, R., Fonseca, A.C., Gayle, P.M.H., Guzmán, H.M. et al. (2014) Caribbean-wide, long-term study of seagrass beds reveals local variations, shifts in community structure and occasional collapse. In *PLoS ONE*, 9(3), e90600.

Zúñiga Ríos, D., Martínez Daranas, B. y Alcolado, P.M. (2012) Ficoflora de los arrecifes coralinos del archipiélago Sabana-Camagüey. En *Serie Oceanológica*, 11, 57-76.