

BIOMASA Y PRODUCCION PRIMARIA EN UNA PRADERA DE *Thalassia testudinum* EN LA BAHIA DE NEGUANGE, PARQUE TAYRONA. MAR CARIBE, COLOMBIA

YIMY HERRERA-MARTINEZ

Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Biología.
Apartado Aéreo 14490. Bogotá Colombia

RESUMEN

En una pradera de pasto marino de la Bahía de Neguange, parque natural Tayrona, se realizaron dos muestreos durante el mes de septiembre de 1994, con el propósito de determinar la biomasa y producción primaria, así como la tasa de elongación de la fanerógama marina *Thalassia testudinum*. La biomasa promedio fue 1337,69 gps/m², el promedio de peso de las hojas 131, 21 gps/m², y el promedio de peso seco por área fue 5,93 mg/cm². Las hojas tuvieron un crecimiento diario promedio de 4,66 mm. La tasa de renovación promedio de la pradera se calculó en 33,38 días. La biomasa producida aproximada fue 25, 3 g.m⁻².día⁻¹.

SUMMARY

A seagrass meadow in Neguange Bay, Parque Natural Tayrona, was sampled twice in september, 1994, in order to determine biomass, primary productivity and elongation rate of *Thalassia testudinum*. The average biomass was 1337,69 prps/m², the average weight of the leaves 131,21 prps/m² and the average dry weight 5,93 mg/cm². The daily growth in length of the leaves was 4,66 mm. The average rate of renovation was 33,38 days. The primary productivity was 25,3 g.m⁻².day⁻¹.

Palabras clave: *Thalassia testudinum*. Biomasa. Crecimiento. Producción.

INTRODUCCION

Las praderas de fanerógamas marinas están presentes en aguas tropicales generalmente pobres en nutrientes; son sistemas costeros altamente productivos gracias a que realizan una efectiva toma de nutrientes del agua a través de sus hojas y del suelo por medio de raíces y rizomas, estos últimos pueden alcanzar profundidades hasta de 50 cm.

La producción primaria de las fanerógamas marinas se encuentra entre $3-12,2 \text{ g C m}^{-2} \text{ día}^{-1}$, con biomásas entre $300-800 \text{ g C m}^{-2}$, generan una gran cantidad de materia orgánica que en su gran mayoría se utiliza en el ecosistema por vía detrítica (Margalef, 1991), son muy pocos los organismos que consumen directamente la planta.

Las hojas y brotes en pie presentan asociadas a su superficie gran cantidad de organismos epibióticos, que incrementan la producción primaria y secundaria del hábitat. Estos organismos epífitos, al parecer, son una fuente importante de alimento para peces e invertebrados (Morgan & Kitting, 1984; Phillips, 1992). El incremento del área superficial de las hojas tiene un impacto directo en el ecosistema, aumentando el área de fijación de organismos.

Las praderas de pastos marinos estabilizan su hábitat. Las hojas funcionan como reguladores que reducen la velocidad de las corrientes, permitiendo la sedimentación de partículas e inhibiendo la resuspensión de material orgánico e inorgánico. Las raíces y rizomas forman una compleja matriz de fijación que reduce la erosión (Phillips, 1992).

Las praderas de fanerógamas marinas proveen refugio y sirven como áreas de crianza a diferentes grupos de organismos, convirtiéndolas en un ecosistema fundamental en el desarrollo de especies de importancia comercial y ecológica, puesto que muchas de estas especies luego se incorporarán a otros ecosistemas.

Este trabajo es resultado de las prácticas de campo desarrolladas dentro del plan de materias de la maestría en Biología Marina de la Universidad Nacional de Colombia en convenio con Colciencias e Invermar en Santa Marta. Con este trabajo se trata de establecer la biomasa promedio de la pradera de *Thalassia* de la Bahía de Neguange, su tasa de crecimiento y su producción.

AREA DE ESTUDIO

Este trabajo se desarrolló en la Bahía de Nequange del Parque Nacional Tayrona, ubicada en los $11^{\circ} 20'$ latitud norte y $74^{\circ} 05'$ de longitud oeste (Puentes, 1990), (Fig. 1).

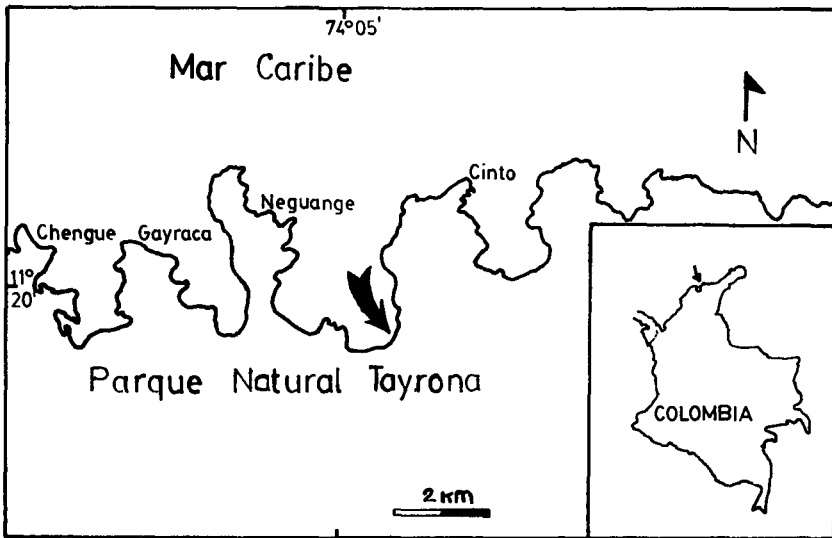


FIGURA No. 1 Localización área de estudio

La parte occidental de la bahía se encuentra más expuesta al oleaje, en la parte oriental más protegida, se desarrolla una pradera de pasto marino *Thalassia testudinum* frente a un pequeño manglar que protege una laguna. La pradera se encuentra hasta profundidades de 5 m y está protegida por un arrecife el cual minimiza la fuerza del oleaje. Dentro de la pradera se encuentran frecuentemente colonias de corales pertenecientes a los géneros *Montastrea*, *Manicina*, *Porites* y *Millepora*, principalmente.

MATERIALES Y METODOS

Para el desarrollo de este trabajo se realizaron 2 muestreos en la pradera de *Thalassia testudinum* en el mes de septiembre de 1994. Durante el primer muestreo se escogieron 4 sitios al azar a profundidades entre 0,5 y 1 m donde se tomaron igual número de muestras. Cuadrantes de PVC de 25 x 25 cm se colocaron sobre el fondo y, con la ayuda de una pala, se extrajeron las muestras de pradera junto con

el sedimento, hasta una profundidad aproximada de 25 cm, se colocaron en bandejas cada una por separado. En el campo se trató de eliminar los sedimentos más gruesos, luego cada muestra debidamente rotulada se guardó para su transporte al laboratorio.

Se ubicaron 4 sitios al azar con los cuadrantes de PVC, en los cuales, con ayuda de una aguja, se marcó cuidadosamente la mayor cantidad posible de hojas a una distancia aproximada de 2 mm del meristemo basal, mediante una punción transversal. Estos sitios se marcaron para la posterior recuperación del material.

En el laboratorio se contabilizó el número de brotes y el número de hojas totales, se separaron las diferentes fracciones y se pesaron en fresco. Se tomaron entre 80 y 100 hojas de cada muestra y se midieron individualmente, se determinó longitud y ancho. Todo el material se llevó a una estufa a 90°C hasta obtener peso constante. Posteriormente se determinó el peso seco de las hojas medidas y de las diferentes fracciones.

Durante la segunda fase de muestreo, dos semanas después, se recuperaron los cuadrantes marcados de hojas perforadas. En ellas se midió la longitud de crecimiento y la longitud total de la hoja. Para el análisis, los datos se llevaron a unidades por m² cuando fue necesario. Se determinó el índice foliar expresado en m² de tejido de hoja /m² de fondo.

Para el tratamiento estadístico se hicieron análisis de varianza, para áreas y longitud de las hojas y una regresión lineal (modelo $Y = a + bX$) de crecimiento contra longitud, utilizando el programa de computador Stargraphics.

DISCUSION Y RESULTADOS

La biomasa promedio del total de la planta en las cuatro muestras examinadas fue 1337, 69 gramos de peso seco/m², de ésta, la mayor parte correspondió a raíces y rizomas (Tabla 1), esto se debe probablemente a la baja concentración de nutrientes en el agua, que obliga a la planta a desarrollarse mucho más en el sustrato para garantizar una absorción más efectiva de ellos. Según Phillips (1992), la materia orgánica particulada, proveniente de las hojas, se establece en el suelo y dentro del sustrato por sedimentación en donde promueve un activo ciclo sulfúrico, el que facilita la descomposición, enriqueciendo el sedimento para su posterior uso por parte de otros organismos.

TABLA No. 1 BIOMASA EN GRAMOS DE PESO SECO.M² EN LAS MUESTRAS DE <i>Thalassia testudinum</i>					
MUESTRA	HOJAS	RIZOMAS	RAICES	MAT.MUERTO	TOTAL
1	352.3	488.48	425.44	43.36	1309.58
2	65.02	498.72	356.32	312	1232.06
3	69.28	276.96	187.36	97.12	630.72
4	38.24	1132.16	381.6	626.4	2178.4
Promedio	131.21	599.08	337.68	269.72	1337.69

Los valores promedio de *T. testudinum* en Neguange se encontraron entre 630,72-2178,4 g/m² para el total de la planta; estos registros están dentro del rango establecido para Puerto Rico, que son de 100-5800 g/m². En general la biomasa de los pastos marinos fluctúa considerablemente en el espacio y en el tiempo (Vicente, 1992).

La biomasa de las hojas estuvo entre 38,24-352,3 g/m² con un promedio de 131,21 g/m² (Tabla 1), mucho mayor que la biomasa media registrada para la misma pradera por Puentes (1990), quien encontró un promedio anual de 72,85 g/m² y 77,81 g/m² promedio para el mes de septiembre. Los valores de biomasa de partes emergidas del sustrato, en Puerto Rico, están dentro de un rango bastante amplio 68-1873 g/m² (Vicente, 1992).

Los valores promedio de biomasa emergente de *T. testudinum* encontrados en este trabajo son similares a los registrados por Morgan & Kitting (1984), en praderas de *Halodule wrightii* en la bahía de Corpus Christi al sur de Texas, sobre el Golfo de México, con promedios entre 1,84-1,81 g/m² y un rango anual de 56-462 g/m². Estos valores incluyen la biomasa de los epibiontes asociados al pasto marino, los cuales representan entre el 19-68% del total del peso seco, por lo tanto, es de esperar que los datos de biomasa de hojas de *T. testudinum* en esta trabajo sean mucho menores, puesto que a pesar de que las hojas se lavaron, no fueron convenientemente tratadas para eliminar epibiontes. La importancia de estos organismos en la biomasa de pastos marinos se confirma con los trabajos de Penhale (1977), y Vaughan (1982) citados por Morgan & Kitting (1984), en donde registran que 23 a 24% del peso total del pasto Anguila corresponde a los epibiontes en praderas de New Jersey y Carolina del Norte.

El promedio área foliar/hoja, por muestra (Tabla 2), estuvo entre 4,52-26,74 cm²/hoja con promedio total de 12,1 cm²/hoja, lo que indica un crecimiento diferencial en la pradera a poca profundidad (menos de un

metro). La biomasa de las hojas fue más uniforme con un promedio de $5,93 \text{ mg/cm}^2$. El número promedio de brotes, 848 brotes/m^2 , se puede considerar relativamente alto con respecto a los registrados para la misma bahía por la Universidad Nacional de Colombia (1993) entre $75\text{-}680 \text{ brotes/m}^2$. En las praderas de *T. testudinum* de Isla Fuerte, la densidad fue mayor por la zona de sotavento que por barlovento, con densidades de $128\text{-}848 \text{ brotes/m}^2$ (Universidad Nacional de Colombia, 1992).

El número total de hojas por metro cuadrado sólo se registró en la muestra 1 con 2640 unidades foliares; Puentes (1990), reporta 1936 hojas/m^2 de promedio anual para Neguange, con valores entre $620\text{-}3200 \text{ hojas/m}^2$.

MUESTRA	AREA cm^2	PESO mg	LONGITUD cm	ANCHO cm	PESO/AREA mg/cm^2	BROTES m^2	HOJAS m^2	IAF m^2/m^2
1	26.74	121.11	23.04	1.15	4.53	528	2640	7.06
2	5.75	47.67	9.10	0.62	8.30	592		
3	11.39	60.17	11.13	1.0	5.28	672		
4.	4.52	25.25	6.36	0.68	5.59	1600		

El peso promedio por centímetro cuadrado de hoja fue $5,93 \text{ mg}$. La longitud de las hojas fue variable con un promedio de $12,40 \text{ cm}$ (Tabla 2) para el primer muestreo y $15,49 \text{ cm}$ en el segundo. La biomasa del ecosistema está en función de la longitud de los brotes, longitud y ancho de las hojas y densidad de hojas y brotes (Vicente, 1992), estos factores determinan una mayor o menor disponibilidad de sustrato para los epibiontes que incrementan la productividad primaria y secundaria del hábitat, puesto que estos organismos sirven de alimento a peces e invertebrados (Phillips, 1992).

Una medida indirecta del impacto del área superficial de las hojas en el ecosistema se refleja en el índice de área foliar (IAF) que se da en m^2 de tejido de hoja/ m^2 de fondo. Gesner (1971) en Phillips (1992), registró un IAF de $18,6$ para *T. testudinum* en Colombia, valor considerado extremadamente alto por Phillips (1992); en este trabajo, el IAF fue escasamente de $7,06$ (Tabla 2).

El crecimiento promedio (Tabla 3) durante dos semanas de *T. testudinum* fue de 6,5 cm con un crecimiento diario de 4,66 mm, valores normales de acuerdo a los reportados. Zieman (1982) en Phillips (1992), afirma que las hojas de *T. testudinum* crecen normalmente con una tasa de 5 mm/día, y en ocasiones alcanza hasta los 10 mm/día en condiciones favorables. Morgan & Kitting (1984), encontraron un crecimiento variable en hojas cortadas de *Halodule*, de aproximadamente 5mm/día los primeros 15 días, luego esta tasa decrece, y las hojas mueren pasados 35 días. Las hojas que no fueron cortadas inicialmente presentaron tasa de crecimiento menor (3-4mm/día). En Neguange la tasa de renovación promedio de *T. testudinum* fue de 33, 38 días.

El análisis de varianza de área foliar por hoja en las cuatro muestras (Tabla 4) indica que la pradera es heterogénea, a pesar de que las muestras fueron tomadas a profundidades similares. La tabla 5 del

	CRECIMIENTO 2 SEMANAS cm	CRECIMIENTO DIARIO mm	LONGITUD DE HOJAS cm
1	6.135	4.38	
2	5.926	4.23	15.89
3	6.134	4.38	13.16
4	7.516	5.36	17.40
Promedio	6.525	4.66	15.49

análisis de rango múltiple para el análisis de varianza, indica tres sitios diferentes en las cuatro muestras. 4 y 2 parecen provenir de sitios con una composición foliar en biomasa similar.

ANALISIS DE VARIANZA					
Fuente de variac.	Sum. de cuadr.	g.l.	cuadrados med.	distr. F	Nivel sig.
Entre grupos	26148.397	3	8716.1323	250.732	.0000
Dentro de grupos	12618.879	363	34.7628		
Total corregido	38767.276	366			

TABLA No. 5				
ANALISIS DE RANGO MULTIPLE PARA EL AREA POR HOJA EN LAS DIFERENTES MUESTRAS				
Método: LSD 95 por ciento				
MUESTRA	CANTIDAD	PROMEDIO	GRUPOS HOMOGENEOS	
4	94	4.518191	X	
2	90	5.744739	X	
3	103	11.387767	X	
1	80	26.742625	X	
CONTRASTE			DIFERENCIA +/-	LIMITES
3 - 4			6.8695	1.65425 *
3 - 2			5.6430	1.67336 *
3 - 1			-15.3549	1.72828 *
4 - 2			-1.2265	1.71031
4 - 1			-22.2244	1.76408 *
2 - 1			-20.9979	1.78201 *
* Denota una diferencia estadísticamente significativa				

Solamente en tres de las muestras en que se midió crecimiento después de 2 semanas, se determinó la longitud total de las hojas. Para tratar de establecer si existe una relación entre la tasa de crecimiento y la longitud de la hoja, se hizo una regresión; sin embargo, previamente se aplicó un análisis de varianza a los datos de longitud de las hojas, con el fin de establecer muestras similares; este análisis (tabla 6) indica que existe una diferencia significativa en por lo menos uno de los grupos, su análisis de rango múltiple agrupa las muestras 2 y 4, lo que permite tratarlas como una sola (tabla 7).

TABLE No.6					
ANALISIS DE VARIANZA DE UNA VIA PARA LA LONGITUD DE LAS HOJAS A LAS QUE SE LES MIDIO LA ELONGACION DURANTE UN PERIODO DE 2 SEMANAS					
Datos: Longitud de las hojas Código de niveles: muestras					
nivel de confidencia: 95% Rango de prueba: LSD					
ANALISIS DE VARIANZA					
Fuente de variac.	Sum. de Cuadr.	g.l.	cuadrados med.	distr. F	Nivel sig.
Entre grupos	231.50975	2	115.75487	8.521	.0005
Dentro grupos	950.87159	70	13.58388		
Total (corregido) 1182.3813					

TABLA No. 7 ANALISIS DE RANGO MULTIPLE PARA LONGITUD DE HOJAS POR MUESTRA				
Método: 95 por ciento LSD				
MUESTRA	CANTIDAD	PROMEDIO	GRUPOS	
3	31	13.163871	X	
2	23	15.890870	X	
4	19	17.405263	X	
CONTRASTE			DIFERENCIA +/-	LIMITES
2 - 3			2.72700	2.02340 *
2 - 4			-1.51439	2.27937
3 - 4			-4.24139	2.14219 *
* Denota diferencia estadísticamente significativa				

Con los datos de las muestras 2 y 4 se realizó el análisis de regresión de modelo lineal entre el crecimiento foliar y longitud total de la hoja (tabla 8). El coeficiente de correlación entre variables es de 0.43% (bajo) y el R² indica que el modelo solamente explica la variación de crecimiento con respecto a la longitud en un 18.85%, el resto se debe a otros factores no incluidos en este modelo, por lo tanto, se puede considerar que el crecimiento es independiente de la longitud foliar.

TABLA No. 8 ANALISIS DE REGRESION - MODELO LINEAL. CRECIMIENTO DE HOJAS EN UN INTERVALO DE 2 SEMANAS CONTRA LONGITUD TOTAL DE CADA HOJA					
Variable dependiente: elongación					
variable independiente: longitud					
parámetro estimado	error estándar	valor T	prob. nivel		
Intercept	0.0711625	2.21047	0.0321933	.97448	
pendiente	0.396603	0.130119	3.04801	00407	
ANALISIS DE VARIANZA					
Fuente	Sum de cuad.	g.l.	Cuadr. med.	dist. F	Nivel prob.
Modelo	91.39192	1	91.392	9.2903	.00407
Residual	393.49212	40	9.837		
Lack-of-fit	312.51712	34	9.192	.6811	.78150
Error abs.	80.97500	6	13.496		
Total (corre.) 484.88405 41					
Coeficiente correlación = 0.434145 R-cuadrado = 18.85 porciento					

Si la tasa de crecimiento promedio por hoja de *T. testudinum* es 0,466 cm/día y el ancho promedio, en las 2640 hojas/m² de la muestra 1, es 1,15 cm; el área total de hoja producido será de 0,43 m², que representa una producción en biomasa aproximada de 25,3 g.m⁻².día⁻¹.

CONCLUSIONES

- La biomasa total promedio de *T. testudinum* en Neguange estuvo entre 630,72 y 2178,4 g/m².
- La biomasa de las hojas estuvo entre 38,24 y 352,3 g/m² con un promedio de 131,21 g/m².
- El índice de área foliar (IAF) presenta un valor de 7,06.
- El crecimiento promedio, durante dos semanas, de las hojas de *T. testudinum* fue de 6,5 cm, con un crecimiento diario aproximado de 4,66 mm.
- Al parecer, el crecimiento foliar es independiente de la longitud.
- La producción primaria calculada fue 25,3 g.m⁻².día⁻¹.

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras, Invemar, por facilitar los laboratorios para el desarrollo de este trabajo. Al profesor Gabriel Guillot por su orientación en el desarrollo de las prácticas de campo. A los estudiantes de Magister de la Universidad Nacional, Guillermo Duque, Luis Manjarres y Gabriel Navas, sin los cuales no se habría podido realizar este trabajo.

BIBLIOGRAFIA

- MARGALEF, R. 1991. Ecología. Ediciones Omega, Barcelona. 951 p.
- MORGAN, M. D. & C. L. KITTING, 1984. Productivity and utilization of seagrass *Halodule wrightii* and its attached epiphytes. *Limnol. Oceanogr.*, 29(5): 1066-1076 p.
- PHILLIPS, R. C. 1992. The Seagrasses ecosystem and resources in Latin America in "Coastal Plant Communities of Latin America" (U. Seeliger ed.), 107-121 pp. Academic Press. 392 p.
- PUENTES, L. G. 1990. Estructura y composición de las poblaciones de camarones (Crustaceos: Decapoda; Natantia) asociados a praderas de *Thalassia testudinum* en la región de Santa Marta. Caribe Colombiano. Tesis Magister Scientiae-Biología Marina, Universidad Nacional de Colombia, Santa Marta. 146 p.
- UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, 1992. Aspectos ecológicos de isla Grande. Archipiélago Islas del Rosario. Informe de campo, Ecología Regional Marina, Bogotá. 193 p.
- UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, 1993. Aspectos ecológicos de las bahías Nenguange, Gayraca, Concha y Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe Colombiano. Informe de campo, ecología regional marina, Bogotá, 285 p.
- VICENTE, V. P., 1992. A summary of ecological information on the seagrass beds of Puerto Rico in "Coastal Plant Communities of Latin America" (U. Seeliger ed.), 107-121 pp. Academic Press. 392 p.