

**CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL DE LAS PRADERAS
MONOESPECÍFICAS DE *Thalassia testudinum* (Banks ex König, 1805) EN EL
DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA, CARIBE COLOMBIANO**

PAOLA ANDREA GARZÓN-URBINA

**UNIVERSIDAD JORGE TADEO LOZANO
FACULTAD DE BIOLOGÍA MARINA
SANTA MARTA
2006**

CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL DE LAS PRADERAS MONOESPECÍFICAS
DE *Thalassia testudinum* (Banks ex König, 1805) EN EL DEPARTAMENTO DE LA
GUAJIRA, CARIBE COLOMBIANO

PAOLA ANDREA GARZÓN-URBINA

Trabajo de grado presentado como requisito
para optar al título de Biólogo Marino

Director
DIANA ISABEL GÓMEZ LÓPEZ
Bióloga, M. Sc.
Corporación Autónoma Regional CORPOGUAJIRA
Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras INVEMAR

Codirector
AMINTA JÁUREGUI
Bióloga Marina
Universidad Jorge Tadeo Lozano

Asesor
GUILLERMO DUQUE NIVIA, Ph.D.
Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras INVEMAR

UNIVERSIDAD JORGE TADEO LOZANO
FACULTAD DE BIOLOGIA MARINA
SANTA MARTA

2006

Nota de aceptación

Director de Tesis

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Santa Marta, D.T.H., 2006

*A ti Mariana por que cada día soy una
mejor persona gracias a ti...*

*A mi madre por enseñarme a luchar por los sueños y
no desfallecer ante las adversidades. Gracias por
creer en mí...*

*A mi padre quien me ha brindado todo y siempre me
ha apoyado...*

*A mi hermano, abuelita, tía, primos y amigos gracias
por compartir conmigo mis triunfos y por apoyarme
en los malos tiempos...*

*A ti David, por que sin tu ayuda y comprensión no
hubiera logrado este reto, gracias por compartir tu
vida conmigo...*

*“Sólo cabe progresar cuando se piensa en grande,
pues sólo es posible avanzar cuando se mira lejos”*
José Ortega y Gasset

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer al Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives D'Andreis, INVEMAR, a su director, Capitán de Navío Francisco Arias Isaza y a todas las personas que de una u otra forma colaboraron con el desarrollo logístico e institucional de este macroproyecto.

A la Corporación Autónoma Regional de La Guajira (Corpoguajira) por el financiamiento y el apoyo logístico para la ejecución del proyecto de “Caracterización biofísica de la zona costera del departamento de La Guajira: Una aproximación para su manejo integrado” en donde el componente de praderas de pastos marinos fue desarrollado y a todo el personal que a lo largo de los muestreos nos colaboró valiosamente.

A mi directora Diana Isabel Gómez y mi codirectora Aminta Jáuregui, por sus consejos y enseñanzas, gracias por la paciencia y colaboración en el desarrollo de éste trabajo.

A todo el grupo de “pastos marinos”, Diana Isabel Gómez, Nelson Manrique y Adriana Aguirre por su ayuda durante la fase de campo y por compartir conmigo los buenos y los malos momentos en nuestra gran expedición por toda La Guajira, nunca lo olvidaré!

A Guillermo Duque, Adolfo Sanjuán y Fabián Cortes, gracias por ser una guía en mis análisis estadísticos y enseñarme tantas cosas nuevas.

Al laboratorio de química del INVEMAR por su ayuda y préstamo de equipos, especialmente a su director Gustavo Ramírez, a Osman Aragón y a Juan Pablo Parra.

Al centro de documentación del INVEMAR, en especial a Juan Carlos Diez y a Alexi Torres de la Biblioteca de la Universidad Jorge Tadeo Lozano por la colaboración y préstamo de la bibliografía.

A mi madre, gracias por la ayuda, a David por cuidar al terremoto y a Marianita por portarte bien en mis largas semanas de ausencia.

CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	16
2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	23
3	HIPÓTESIS	24
4	ÁREA DE ESTUDIO	25
4.1	GEOMORFOLOGÍA	25
4.2	CLIMATOLOGÍA	27
4.3	OCEANOGRAFÍA	28
4.4	DISTRIBUCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LAS PRADERAS DE PASTOS MARINOS	29
5	METODOLOGÍA	30
5.1	FASE PRELIMINAR	30
5.2	FASE DE CAMPO	31
5.2.1	CENSOS RÁPIDOS Y ESTACIONES DE MUESTREO	31
5.2.2	ASPECTOS ESTRUCTURALES DE LAS PRADERAS DE <i>Thalassia testudinum</i>	32
5.2.2.1	Densidad	32
5.2.2.2	Cobertura	33
5.2.2.3	Biomasa Foliar	33
5.2.2.4	Biomasa rizoidal y en pie	34
5.2.2.5	Flora asociada	34
5.2.2.6	Fauna Asociada	34
5.2.2.7	Sustrato	34
5.2.3	CRECIMIENTO, PRODUCCIÓN PRIMARIA Y TASA DE RENOVACIÓN	35
5.2.4	CONDICIONES MEDIOAMBIENTALES	35

5.3	FASE DE LABORATORIO	36
5.3.1	ASPECTOS ESTRUCTURALES DE LAS PRADERAS <i>Thalassia testudinum</i>	36
5.3.1.1	Área Foliar	36
5.3.1.2	Biomasa de epífitos	36
5.3.1.3	Biomasa foliar	36
5.3.1.4	Flora asociada	37
5.3.2	CONDICIONES MEDIOAMBIENTALES	37
5.3.2.1	Aspectos edáficos	37
▪	Tamaño de grano	37
▪	Materia orgánica	37
5.3.3	CRECIMIENTO, PRODUCCIÓN PRIMARIA Y TASA DE RENOVACIÓN	38
5.4	FASE DE GABINETE	39
5.4.1	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	39
5.4.1.1	Densidad	39
5.4.1.2	Área foliar	40
5.4.1.3	Índice de área foliar	40
5.4.1.4	Crecimiento foliar, producción primaria y tasa de renovación	40
5.4.1.5	Intensidad de luz	42
5.4.1.6	Tamaño de grano	42
5.4.1.7	Materia orgánica	43
5.4.2	ANÁLISIS DE CLASIFICACIÓN	43
5.4.3	ANÁLISIS UNIVARIADO	44
5.4.4	RELACIÓN CON VARIABLES AMBIENTALES	45
6	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	46
6.1	CENSOS RÁPIDOS	46
6.2	ASPECTOS ESTRUCTURALES DE LAS PRADERAS DE <i>Thalassia testudinum</i>	48
6.2.1	Densidad de vástagos	50
6.2.2	Cobertura	52
6.2.3	Flora asociada	52
6.2.4	Fauna asociada	54
6.2.5	Longitud y ancho foliar	57

6.2.6	Área foliar	59
6.2.7	Índice de área foliar	61
6.2.8	Biomasa de epífitos y signos de pastoreo	62
6.2.9	Biomasa foliar	67
6.2.10	Biomasa en pie	70
6.2.11	Biomasa rizoidal	71
6.3	CRECIMIENTO, PRODUCCIÓN PRIMARIA Y TASA DE RENOVACIÓN DE <i>Thalassia testudinum</i>	73
6.3.1	Crecimiento foliar	73
6.3.2	Producción primaria	77
6.3.3	Tasa de renovación	78
6.4	ANÁLISIS DE CLASIFICACIÓN	79
6.5	CONDICIONES MEDIOAMBIENTALES	85
6.5.1	COMPONENTE EDÁFICO	85
▪	Granulometría	85
▪	Materia Orgánica	88
6.5.2	COLUMNA DE AGUA	89
6.6	RELACIÓN DE LOS ATRIBUTOS CON LAS VARIABLES AMBIENTALES	93

[CONCLUSIONES](#)

[RECOMENDACIONES](#)

[BIBLIOGRAFÍA](#)

[ANEXOS](#)

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Escala modificada del tamaño de grano del según Wentworth (Tomada de Holme & McIntyre, 1984)	42
Tabla 2. Valores promedio de cada uno de los atributos medidos por estación en las praderas de <i>Thalassia testudinum</i> de La Guajira.	49
Tabla 3. Principales géneros y especies de macroalgas encontrados en este estudio en praderas monoespecíficas de <i>T. testudinum</i> en la región de La Guajira.	53
Tabla 4. Composición y rango de cobertura aproximada de las especies de pastos y de los organismos asociados a las praderas monoespecíficas de <i>Thalassia testudinum</i> en los diez cuadrantes (0,25 m ²) establecidos en los sitios de muestreo (estaciones). W (Warreo), PC (Punta Cocos), CV1 (cabo de La Vela 1), EC (El Cardon), FT (Frente a Torima), SR1 (Santa Rosa 1), SR2 (Santa Rosa 2), M1 (Manaure 1), M2 (Manaure 2), MU (Musichi), T (Taguaya) y B (ballenas).	56
Tabla 5. Variables ambientales tenidas en cuenta en cada una de las estaciones de praderas monoespecíficas de <i>T. testudinum</i> en el departamento de La Guajira.	91
Tabla 6. Valores de correlación y p-valor entre las variables estructurales y ambientales medidas en cada una de las estaciones. B pie= biomasa en pie; B rizoidal= biomasa rizoidal; Densidad= densidad de vástagos por metro cuadrado; L. foliar= longitud foliar; A foliar= ancho foliar; B foliar= biomasa foliar; % epífitos= porcentaje en peso húmedo de epífitos.	95
Tabla 7. Correlación entre los atributos estructurales y las variables ambientales medidas en las praderas de <i>Thalassia testudinum</i> en La Guajira. Iz= intensidad lumínica; % M.O= porcentaje de materia orgánica; G= gránulos; AMG= arena muy gruesa; AG= arena gruesa; AM= arena media; AMF= arena muy fina.	97

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Área de estudio con las estaciones de muestreo. Mayapo (MY), Ballenas (B), Taguaya (T), Musichi (MU), Manaure 2 (M2), Manaure 1 (M1), Santa Rosa 1 (SR1), Santa Rosa 2 (SR2), Frente a la laguna Torima (FT), El Cardon (EC), cabo de La Vela 2 (CV2), cabo de La Vela 1 (CV1), Warreo (W), Puerto Portete (PP), Punta Cocos (PC). (Bases de datos proyecto pastos marinos-SIG INVEMAR, 2006). _____ **26**
- Figura 2.** Cuadrante de 50x50 cm utilizado en cada una de las estaciones para la toma de datos de composición, densidad de vástagos y biomasa foliar. _____ **33**
- Figura 3.** Representación esquemática del porcentaje de cobertura de pastos marinos. (Modificada de Dahl., 1981 En: Wilkinson & Baker 1994). _____ **33**
- Figura 4.** Ubicación de los censos rápidos realizados en las praderas mixtas en bahía Honda (BH1 y BH2) y bahía Portete (BP1, BP2 y BP3). _____ **47**
- Figura 5.** Variaciones en la densidad de vástagos con relación a la profundidad de las estaciones. a) estaciones someras transición y lluvias b) estaciones profundas transición y lluvias. _____ **51**
- Figura 6.** Pradera de *T. testudinum* en asociación con: a). Colonia masiva género Diploria. b). Macroalga género Padina c) Coral masivo género Siderastrea y macroalga Caulerpa racemosa d) Colonia ramificada *Millepora alcicornis*. _____ **54**
- Figura 7.** Longitud promedio de las hojas en las estaciones en la época de transición y lluvias. W (Warreo), PC (Punta Cocos), CV1 (cabo de La Vela 1), EC (El Cardon), FT(Frente a Torima), SR1 (Santa Rosa 1), SR2 (Santa Rosa 2), M1 (Manaure 1), M2 (Manaure 2), MU (Musichi), T (Taguaya) y B (ballenas). _____ **58**
- Figura 8.** Ancho foliar promedio en las estaciones en la época de transición y lluvias. W (Warreo), PC (Punta Cocos), CV1 (cabo de La Vela 1), EC (El Cardon), FT (Frente a

Torima), SR1 (Santa Rosa 1), SR2 (Santa Rosa 2), M1 (Manaure 1), M2 (Manaure 2), MU (Musichi), T (Taguaya) y B (ballenas). _____ **59**

Figura 9. Variación del área foliar a lo largo de las estaciones en la época de transición y lluvias. W (Warreo), PC (Punta Cocos), CV1 (cabo de La Vela 1), EC (El Cardon), FT (Frente a Torima), SR1 (Santa Rosa 1), SR2 (Santa Rosa 2), M1 (Manaure 1), M2 (Manaure 2), MU (Musichi), T (Taguaya) y B (ballenas). _____ **60**

Figura 10. Variación del índice de área foliar en cada una de las épocas climáticas con relación a la profundidad. a) Época transición. b) Época de lluvias. W (Warreo), PC (Punta Cocos), CV1 (cabo de La Vela 1), EC (El Cardon), FT(Frente a Torima), SR1 (Santa Rosa 1), SR2 (Santa Rosa 2), M1 (Manaure 1), M2 (Manaure 2), MU (Musichi), T (Taguaya) y B (ballenas). _____ **62**

Figura 11. Porcentaje en peso húmedo de epífitos en las estaciones someras y profundas en ambas épocas climáticas. a) Época transición. b) Época lluvias. W (Warreo), PC (Punta Cocos), CV1 (cabo de La Vela 1), EC (El Cardon), (Frente a Torima), SR1 (Santa Rosa 1), SR2 (Santa Rosa 2), M1 (Manaure 1), M2 (Manaure 2), MU (Musichi), T (Taguaya) y B (Ballenas). _____ **64**

Figura 12. Comparación entre la biomasa de epífitos y la biomasa foliar obtenida en cada una de las estaciones de muestreo a) Época transición. b) Época lluvias. _____ **69**

Figura 13. Valores de biomasa foliar en las estaciones someras y profundas. a) Época de transición b) Época de lluvias. W (Warreo), PC (Punta Cocos), CV1 (cabo de La Vela 1), EC (El Cardon), (Frente a Torima), SR1 (Santa Rosa 1), SR2 (Santa Rosa 2), M1 (Manaure 1), M2 (Manaure 2), MU (Musichi), T (Taguaya) y B (Ballenas). _____ **69**

Figura 14. Variación de la biomasa en pie en cada una de las estaciones en ambas épocas climáticas. W (Warreo), PC (Punta Cocos), CV1 (cabo de La Vela 1), EC (El Cardon), FT (Frente a Torima), SR1 (Santa Rosa 1), SR2 (Santa Rosa 2), M1 (Manaure 1), M2 (Manaure 2), MU (Musichi), T (Taguaya) y B (ballenas). _____ **71**

Figura 15. Valores de biomasa rizoidal en las estaciones en ambas época climáticas. W (Warreo), PC (Punta Cocos), CV1 (cabo de La Vela 1), EC (El Cardon), FT (Frente a

Torima), SR1 (Santa Rosa 1), SR2 (Santa Rosa 2), M1 (Manaure 1), M2 (Manaure 2), MU (Musichi), T (Taguaya) y B (ballenas)._____ **72**

Figura 16. Valores de crecimiento nuevo (crecimiento+hojas nuevas), biomasa vieja y biomasa en pie en bahía Portete y el cabo de La Vela, en transición y lluvias durante cinco días de cosecha. B Pte tran (bahía Portete transición), B Pte Lluv (bahía Portete Lluvias), CV Tran (cabo de La Vela transición) con valores extrapolados a un solo día. _____ **76**

Figura 17. Valores diarios de producción primaria de *T. testudinum* en bahía Portete y cabo de La vela. .B Pte tran (bahía Portete transición), B Pte Lluv (bahía Portete Lluvias), CV Tran (cabo de La Vela transición) y CV Lluv (cabo de La Vela Lluvias)._____ **77**

Figura 18. Tasa de renovación de *T. testudinum* en bahía Portete y el cabo de La Vela en ambas épocas climáticas. B Pte tran (bahía Portete transición), B Pte Lluv (bahía Portete Lluvias), CV Tran (cabo de La Vela transición) y CV Lluv (cabo de La Vela Lluvias).__ **78**

Figura 19. Dendograma de clasificación de las 12 estaciones realizadas en las praderas de *Thalassia testudinum* en la época de transición, a partir de las variables estructurales: longitud foliar, ancho foliar, densidad de vástagos, porcentaje en peso húmedo de epífitos, biomasa foliar y biomasa rizoidal. Grupo A: SR2 (Santa Rosa 2), FT (Torima), EC, (El Cardon), M2 (Manaure 2), M1 (Manaure 1), SR1 (Santa Rosa 1), CV1 (cabo de La Vela 1). Grupo B: T (Taguaya), MU (Musichi), PC (Punta Cocos). Grupo C: B (Ballenas). Grupo D: W (Warreo). _____ **82**

Figura 20. Dendograma de clasificación de las 12 estaciones realizadas en las praderas de *Thalassia testudinum* en la época de lluvias, a partir de las variables estructurales: longitud foliar, ancho foliar, densidad de vástagos, porcentaje en peso húmedo de epífitos, biomasa foliar y biomasa rizoidal. Grupo A: M2 (Manaure 2), W (Warreo), M1 (Manaure 1), EC (El Cardon), B (Ballenas), SR2 (Santa Ros, a 2), SR1 (Santa Rosa 1), CV1 (cabo de La Vela 1), FT (Torma). Grupo B: T (Taguaya), MU (Musichi). Grupo C: PC (Punta Cocos). ____ **84**

Figura 21. Variación del porcentaje del tamaño de grano en cada una de las estaciones, según la escala de Wenworth (Tomada de Holme & McIntyre, 1984). W (Warreo), PC (Punta Cocos), CV1 (cabo de La Vela 1), EC (El Cardon), FT (Frente a Torima), SR1

(Santa Rosa 1), SR2 (Santa Rosa 2), M1 (Manaure 1), M2 (Manaure 2), MU (Musichi), T (Taguaya) y B (ballenas). _____ **86**

Figura 22. Porcentajes de materia orgánica en las estaciones tanto en la época de transición como en lluvias. W (Warreo), PC (Punta Cocos), CV1 (cabo de La Vela 1), EC (El Cardon), FT (Frente a Torima), SR1 (Santa Rosa 1), SR2 (Santa Rosa 2), M1 (Manaure 1), M2 (Manaure 2), MU (Musichi), T (Taguaya) y B (ballenas). _____ **88**

Figura 23. Porcentaje de intensidad lumínica en las estaciones en la época de transición y lluvias. W (Warreo), PC (Punta Cocos), CV1 (cabo de La Vela 1), EC (El Cardon), FT (Frente a Torima), SR1 (Santa Rosa 1), SR2 (Santa Rosa 2), M1 (Manaure 1), M2 (Manaure 2), MU (Musichi), T (Taguaya) y B (ballenas). _____ **92**

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Ubicación geográfica de las 15 estaciones de muestreo realizadas en el departamento de La Guajira. La profundidad corresponde a S: somera P: profunda.

Anexo B. Ubicación geográfica y composición de los puntos de chequeo realizados a lo largo del recorrido por el departamento de La Guajira. CP= punto chequeo; Thal= *Thalassia*; Syr= *Syringodium*, Halop= *Halophila*; Halod= *Halodule*.

Anexo C. Valores de los atributos estructurales medidos en cada una de las estaciones en las praderas monoespecíficas de *Thalassia testudinum* en el departamento de La Guajira.



1 INTRODUCCIÓN

A lo largo de la costa del departamento de La Guajira la extensión de las praderas de pastos marinos es alrededor de 34.674 hectáreas, dominadas principalmente por *Thalassia testudinum*, *Syringodium filiforme* y en menor proporción *Halodule wrightii*, correspondiendo a más del 80% del total de praderas existentes en el Caribe colombiano (Díaz *et al.*, 2003). Este ecosistema es uno de los más representativos de la zona y exhiben varios aspectos de importancia ampliamente reconocidos. El principal de ellos es su elevada tasa de crecimiento y productividad primaria la cual oscila entre los 500 y 1000 g C/m²/ año. Proveen hábitat para numerosos organismos, participan en el reciclaje de nutrientes, aportan grandes cantidades de materia orgánica al medio y ofrecen sustrato para la colonización de organismos epífitos. A su vez, la densidad de hojas frenan las corrientes cerca de la interfase del sedimento promoviendo la sedimentación y el sistema de raíces y rizomas se incorporan en el sedimento y con ayuda de las hojas inhiben la erosión (Dawes, 1986; Wood *et al.*, 1969 En: Solana-Arellano, 2001).

Este ecosistema es considerado como uno de los mejores indicadores de alteraciones ambientales, ya que se sitúa muy cerca de la costa por lo que son susceptibles a los efectos de las actividades antrópicas, por tanto el estado y la estructura de la comunidad biológica que alojan son el resultado de las características particulares del medio, de la dinámica de las condiciones naturales y de la influencia directa del hombre (Phillips y Durako, 2000).

Los pastos marinos son plantas acuáticas que de acuerdo con sus requerimientos ambientales se han adaptado a vivir totalmente sumergidas en aguas someras de casi todos los continentes del mundo (Short *et al.*, 2001). El grupo está conformado por 48 especies distribuidas en dos familias (Hydrocharitaceae y Potamogetoneaceae) y doce géneros



(Phillips & Meñez, 1988), los cuales se encuentran en los mares del Pacífico norte, Atlántico suroeste, Atlántico norte, Indo-Pacífico, sur de África, sur de Australia y el Caribe (Short *et al.*, 2001). En Colombia, las praderas de pastos marinos se encuentran a lo largo de la costa Caribe representadas por seis especies: *Halodule wrightii*, *Halophila baillonis*, *Halophila decipiens*, *Syringodium filiforme*, *Thalassia testudinum* y *Ruppia maritima*.

A pesar de la gran extensión que presentan las praderas en el departamento de La Guajira, es muy poco lo que se conoce a nivel estructural y funcional sobre este ecosistema, sin embargo se han llevado a cabo algunos estudios de caracterización sobre la distribución, estructura y función en algunas de las zonas más representativas. En la investigación efectuada por Díaz *et al.*, (2003) se distinguen 17 áreas geográficas en las que estas macrófitas hacen parte de los ambientes en el Caribe colombiano, ubicándose cinco de éstas en La Guajira específicamente en Puerto López, bahía Honda, bahía Hondita, bahía Portete y cabo de La Vela-Riohacha. Se observó una coherencia estructural entre las praderas desde el cabo de La Vela hasta Riohacha, en respuesta a que los valores de biomasa en pie, biomasa foliar y área foliar fueron relativamente altos a pesar que las coberturas y la densidad de vástagos fueron bajas.

Previamente Castillo-Torres (2002), caracterizó y evaluó el estado de las praderas de pastos marinos del Caribe colombiano, encontrando que en el área de estudio las praderas ocupan 432 km², de los cuales el 331 km² se encuentra en el sector entre el cabo de La Vela y Riohacha gracias a la amplia plataforma continental. A su vez en esta zona obtuvo los mayores valores de epifitismo, biomasa foliar y contenido de materia orgánica pero la densidad de vástagos y biomasa rizoidal fueron bajas.

Díaz-Pulido (1997) analiza la diversidad de los ecosistemas marinos en Colombia y menciona que en la costa Atlántica la distribución de los pastos es discontinua y que en bahía Portete y el cabo de La Vela se encuentran praderas de *Thalassia* y *Syringodium*



ampliamente distribuidas y de gran desarrollo. A su vez reporta que las praderas de *Thalassia* en bahía Portete presentan las mayores longitudes de hoja (5-70 cm) y alta biomasa (202-402 g.p.s/m²).

Por su parte INVEMAR (1988; 1992) efectuó dos estudios en bahía Portete describiendo los ecosistemas marinos, determinando que en las praderas de pastos marinos se da un ascenso en la biomasa en el mes de diciembre y se afirma que presentan pulsos de crecimiento. También mencionan que no presentaron variaciones en la biomasa durante el período comprendido entre 1982 y 1987.

A nivel general, en la costa Caribe colombiana se han llevado a cabo varias investigaciones principalmente en las bahías del Parque Nacional Natural Tayrona (PNNT), en zonas aledañas a Santa Marta, en el Parque Nacional Natural Corales del Rosario (PNNCR) y en el archipiélago de San Andrés y Providencia.

Rodríguez-Ramírez & Garzón-Ferreira (2003), han realizado entre 1993 y el presente año un monitoreo de los arrecifes coralinos, pastos marinos y manglares de la bahía de Chengue en el Parque Nacional Natural Tayrona (PNNT) en el contexto de la red CARICOMP, indicando que las praderas de *T. testudinum* es uno de los ecosistemas más vigorosos y productivos entre las localidades estudiadas (Saba, Trinidad y Tobago, Belize, México, Venezuela, Barbados, Jamaica, Bermudas, Bahamas, Bonaire, Cayman, Costa Rica, Cuba, Republica Dominicana, Haití, Honduras, Nicaragua, Panamá y Puerto Rico) ya que cuenta con una adecuada disponibilidad de luz, nutrientes y sustrato.

Herrera-Martínez (1995) evaluó la biomasa y producción primaria de *T. testudinum* en la bahía de Nenguange (PNNT), reportando que la biomasa total es de 1337,69 g.p.s/m² de los cuales la mayor parte correspondió a la biomasa rizoidal, debido probablemente a una baja concentración de nutrientes en el agua que hace que la planta se desarrolle mucho más en el sustrato. Por otra parte el crecimiento promedio durante dos semanas fue de 6,50 cm



Praderas monoespecíficas de *Thalassia testudinum* en el departamento de La Guajira

con un crecimiento diario promedio de 4,66 mm. La producción primaria calculada aproximada fue de 25,30 g/m²/día⁻¹.

Laverde-Castillo (1992), estudio la ecología y distribución de *T. testudinum* en el litoral del PNNT, determinando que en el área se encuentran praderas mixtas o monoespecíficas a la cuales estimó la cobertura, densidad y biomasa. En la bahía de Chengue, encontró los lechos más notables de *Thalassia* con densidades hasta de 2500 hojas/m² con un tamaño promedio de de 30-35cm, sin embargo, en sedimentos de arenas muy finas alcanzaron los 50 cm. A su vez establece una correlación positiva entre el número de hojas, la biomasa foliar y el contenido de materia orgánica presente en los sedimentos y una correlación negativa entre el contenido de arenas finas y las anteriores variables.

Echeverry (1983) estudió en las praderas de bahía Nenguange (PNNT) la fauna de invertebrados, biomasa e incidencia de algunos factores ambientales, determinando que la densidad y la biomasa de hojas y raíces aumentan a medida que disminuye la profundidad debido a la acumulación de nutrientes en la cercanía a la costa y al alto requerimiento lumínico.

Aubad (1981) determinó la estructura de *T. testudinum* en esta misma bahía y la fauna de invertebrados asociados a ésta, dividiendo el área de estudio en tres zonas con base en el tipo de sustrato, determinando así, que el sustrato sobre el cual crece es arena o areno fangoso y que la densidad de vástagos es mayor a medida que la profundidad disminuye gracias al gran requerimiento lumínico.

En una de las zonas con mayor afluencia turística de Santa Marta como es el balneario de la bahía del Rodadero, Gutiérrez & Jiménez (1999), llegaron a la conclusión que “el predominio de arenas finas con porcentajes promedios de materia orgánica de 2,56% y carbono orgánico de 0,17%, son condiciones propicias para el desarrollo de los pastos”.



En Cartagena, Fresneda & Gualteros (1994) determinaron la biomasa, crecimiento y productividad primaria foliar en praderas de *T. testudinum* en el Parque Nacional Natural Corales del Rosario (PNNCR). En este estudio, afirman que las condiciones oceanográficas y edáficas específicamente la temperatura y la salinidad son factores muy importantes en el establecimiento de diferencias, tanto en la biomasa foliar total, como en el crecimiento y la productividad primaria. Estas variables deben presentar rangos óptimos que benefician estos procesos, la temperatura del agua deber estar entre 20 y 30 °C y la salinidad entre 24 a 35, en donde se produce la máxima productividad. Con relación a los sedimentos, encontraron una mayor cantidad de biomasa asociada a sustratos de partículas finas generalmente a profundidades mayores de los 3 m. La luz incidente en los pastos marinos debe ser entre 15 y 25 % y la disminución de esta puede verse relacionada con cargas excesivas de nutrientes que a su vez influyen una mayor presencia de algas epífitas en las hojas. Los valores de productividad foliar estimados se encontraron entre 0,70 y 2,20 g.p.s/m²/día es posible que esta también se ve afectada por la disminución de transparencia en el agua.

En el PNNCR, en el sector de Isla Grande, Palacios *et al.* (1992), evaluaron la producción primaria y la relación de la biomasa con el peso de los epífitos a diferentes profundidades (1, 3, 5 y 7 m) con el fin de determinar las variaciones en el gradiente de profundidad. Los valores de crecimiento, biomasa foliar y biomasa rizoidal fluctuaron entre 3,50 mm/día, 56,26 g.p.s/m² y 157,40 g.p.s/m² respectivamente. Con base en los dos primeros resultados, concluyen que la profundidad y la disponibilidad de luz son factores claves para el desarrollo de estos ecosistemas, indicando que los valores de biomasa foliar y tasa de crecimiento fueron mayores a los 7 m de profundidad posiblemente por la necesidad de mayor captación de luz y por su mejor desarrollo en sustratos blandos. La producción primaria fue mayor en la estación más cercana a la costa, con un valor promedio de 1,86 g.p.s/m²/día⁻¹. Los epífitos foliares, principalmente *Fosliella carinosa*, representaron el 33% de la biomasa foliar total, con un peso promedio de 23,48 g.p.s/m².



En este mismo parque, Ortiz *et al.* (1990) evaluaron el crecimiento, la productividad y la biomasa de *T. testudinum* a tres diferentes profundidades (0,5 m 1,5 m y 4,5 m), estableciendo que la biomasa y productividad disminuyen a medida que se incrementa la profundidad lo cual no tiene relación directa con el tipo de sustrato o la intensidad lumínica.

En el archipiélago de San Andrés, Ángel & Polania (2001) caracterizaron la estructura y distribución de los pastos marinos encontrando que *Thalassia testudinum* y *Syringodium filiforme* son las especies predominantes que cubren un área aproximada de 5.062.400 m² Por otra parte, los valores de biomasa foliar de *Thalassia* fueron altos y fluctuantes, mientras que *Syringodium* presentó valores menores debido a su pequeña área foliar.

Por su parte, Ángel (1998) evaluó las praderas de la Isla de San Andrés concluyendo que la biomasa foliar de *T. testudinum*, presentó una considerable fluctuación entre las mediciones realizadas en los diferentes transectos y que la densidad entre las dos especies es más homogénea que la biomasa.

Las praderas de pastos marinos de esta región han sido pobremente estudiadas y solo en los últimos años se ha despertado un interés sobre el ecosistema, debido al gran aporte que tienen dentro de los flujos de energía en la zona costera. La información existente hasta el momento (Díaz *et al.*, 2003; Montoya-Maya, 2002; Castillo-Torres, 2002) no es muy detallada para la zona, debido a que los estudios formaron parte de un macroproyecto a lo largo del Caribe colombiano. Sin embargo, basados en la información obtenida hasta el momento y con el propósito de tener un conocimiento más detallado de sus recursos marinos y costeros en cuanto a la diversidad biológica y procesos geológicos, la Corporación Autónoma Regional CORPOGUAJIRA conjuntamente con el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (INVEMAR) han financiado el desarrollo del macroproyecto: “Caracterización biofísica de la zona costera del departamento de La Guajira: una aproximación para su manejo integrado”, con miras a un mejor entendimiento de la zona costera y a la elaboración a futuro de planes de conservación y desarrollo

Praderas monoespecíficas de *Thalassia testudinum* en el departamento de La Guajira



sustentable de los ecosistemas allí presentes. En este estudio se ofrece un mayor conocimiento del comportamiento de los pastos marinos caracterizando las praderas monoespecíficas de *Thalassia testudinum*, el funcionamiento de su producción primaria en época de transición (seca menor) y de lluvias, y su distribución a lo largo del litoral evaluando aspectos estructurales, condiciones ambientales y flora asociada.



2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar atributos estructurales como cobertura, densidad de vástagos, biomasa foliar, biomasa de epifitos y área foliar de las praderas de *Thalassia testudinum* más representativas del departamento de La Guajira.
- Estimar durante los dos periodos climáticos considerados el crecimiento foliar y la producción primaria de *T. testudinum* en dos de las estaciones establecidas para el estudio (bahía Portete y el cabo de La Vela).
- Evaluar las posibles relaciones entre los aspectos estructurales de las praderas de pastos y las condiciones medioambientales registradas durante los diferentes muestreos realizados tales como: características del sedimento, profundidad, temperatura, salinidad y transparencia.
- Describir los componentes faunísticos y florísticos asociados a las praderas monoespecíficas de *T. testudinum* (porcentaje de cobertura).



3 HIPÓTESIS

- Las praderas monoespecíficas de *Thalassia testudinum* en las estaciones de la alta Guajira presentan un mejor desarrollo debido a las condiciones a nivel de sustrato, temperatura, salinidad, profundidad y transparencia, favoreciendo mayores valores de cobertura, densidad de vástagos y biomasa son mayores con respecto a las praderas en la media Guajira donde estos aspectos difieren.
- El crecimiento diario y la tasa de renovación son mayores en bahía Portete con relación al Cabo de la Vela, puesto que la Bahía mantiene una actividad del mar y transparencia adecuada para estos procesos.
- Se espera encontrar en el período de lluvias la mayor biomasa y productividad primaria de *T. testudinum* ya que estas juegan un papel muy importante en el ecosistema incidiendo indirectamente en estos aspectos funcionales.



4 ÁREA DE ESTUDIO

El presente estudio se realizó a lo largo de la plataforma continental somera del departamento entre los sectores de Puerto Portete ($12^{\circ}11'38.8''\text{N}-71^{\circ}54'56.6''\text{W}$) hasta la ranchería de Mayapo, en el municipio de Manaure ($11^{\circ}39'23,2''\text{N}-72^{\circ}48'29.5''\text{W}$), abarcando las praderas de pastos marinos existentes entre 1-7 m de profundidad (Figura 1).

4.1 GEOMORFOLOGÍA

La Península de La Guajira posee cerca de 350 km de línea costera (IGAC, 1978 En: Rueda-Almonacid, 1992), cuya morfología dominante se caracteriza por ser generalmente baja, con planos arenosos y salinos, sin embargo, en ciertas zonas algunas serranías y colinas se extienden hacia el mar formando acantilados (Díaz *et al.*, 2000). La plataforma continental plana y ancha constituida principalmente por arena gruesa y gravilla de origen litobioclástico. Los sedimentos son en su mayoría fangosos pero con abundantes restos calcáreos (Puyana, 1992). Finaliza alrededor del beril de los 80 m donde se inicia el talud continental gracias a que se acrecienta el declive. La plataforma se diferencia en tres zonas (Álvarez-León *et al.*, 1995): **Zona 1** (entre el cabo de La Vela y Punta Gallinas): se caracteriza por ser estrecha, hacia el Este del cabo de La Vela presenta un ancho máximo de 15 km mientras que frente a Punta Gallinas solo a 6 km de distancia existe una fuerte pendiente. **Zona 2** (entre el cabo de La Vela y Riohacha): se muestra mucho más ancha, de 40 km aproximadamente con una suave pendiente. **Zona 3** (entre Riohacha y cabo San Agustín): nuevamente se reduce desapareciendo en cercanías del Parque Tayrona en el departamento del Magdalena.



Figura 1. Área de estudio con las estaciones de muestreo. Mayapo (MY), Ballenas (B), Taguaya (T), Musichi (MU), Manaure 2 (M2), Manaure 1 (M1), Santa Rosa 1 (SR1), Santa Rosa 2 (SR2), Frente a la laguna Torima (FT), El Cardon (EC), cabo de La Vela 2 (CV2), cabo de La Vela 1 (CV1), Warreo (W), Puerto Portete (PP), Punta Cocos (PC). (Bases de Datos proyecto pastos marinos-SIG INVEMAR, 2006).



En relación con los fondos sedimentarios, la plataforma se puede dividir en dos zonas, entre Punta Gallinas y el cabo de La Vela son de tipo lodoso y areno-lodoso de origen bioclástico, de ahí en adelante hasta Riohacha predominan las arenas blancas y gruesas de origen bioclástico conformadas por algas calcáreas principalmente (Álvarez-León *et al.*, 1995).

4.2 CLIMATOLOGÍA

La región forma parte del denominado “Cinturón Árido Precaribeño” que se extiende entre la península de La Guajira y la península de Paria al noreste de Venezuela; el cual se caracteriza por presentar un clima cálido y seco (Puyana, 1992). “Los vientos Alisios del E y NE, caracterizan y condicionan el clima de la zona, transportando continuamente grandes cantidades de partículas de suelo arcilloso que se depositan en el mar contribuyendo a la turbidez de las aguas; estos vientos generan también un fuerte oleaje que mantiene los sedimentos de los fondos poco profundos en continua resuspensión” (Díaz *et al.*, 2000). Con una temperatura media anual de 29 °C y una precipitación que oscila entre los 500 y 100 mm/año (Botero & Álvarez-León, 2000), en esta región el régimen de precipitaciones tiene tendencia bimodal con dos periodos de lluvias: el primero caracterizado por lloviznas menores que aportan el 12% de la precipitación anual, entre los meses de abril a junio, el segundo, de septiembre a noviembre aporta el 65% de la precipitación total anual de acuerdo con lo referido por Colorado (2003) con base en los informes del IGAC (1988) e IDEAM (2002). Durante los meses de diciembre a mayo, los vientos Alisios del noreste adquieren mayor fuerza y velocidad provocando la surgencia costera que trae consigo el afloramiento de aguas de baja temperatura (22-25 °C) y elevada salinidad (36,5 UPS), con un alto contenido de nutrientes (NO₃), caracterizando la época seca mayor (Corredor, 1981; Botero & Álvarez-León, 2000). Según Andrade & Barton (2004), la surgencia en la zona es permanente lo que varia es la intensidad con la que se manifiesta. Juega un papel muy importante en la productividad primaria de los ecosistemas allí presentes y es la causa de



las condiciones ambientales que caracterizan las aguas costeras a lo largo de los departamentos del Magdalena y Guajira (Botero & Álvarez-León, 2000). Entre los meses de julio-agosto, se presenta la época de transición a lluvias o seca menor, en donde la velocidad de los vientos disminuye para dar paso a las lluvias en los siguientes meses.

4.3 OCEANOGRAFÍA

El régimen oceanográfico y meteorológico de la región está definido por los vientos Alisios del noreste y por el desplazamiento de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), cuando ésta se dirige hacia el Sur, la región se encuentra bajo la influencia de los Vientos Alisios del noreste y cuando se encuentra en el Norte, se produce una disminución en la velocidad de los vientos, que favorece las precipitaciones que provienen del sureste (Franco, 2005). La acción de estas dos fuerzas caracterizan las estaciones de la región lo que provoca variaciones en la productividad y estabilidad de la columna de agua (Corredor, 1979)

En general, el Caribe colombiano se encuentra influenciado por tres tipos de corrientes: dos corrientes superficiales que bordean la costa colombiana que son, la corriente Caribe (dirección este-oeste) y la contracorriente de Colombia (dirección oeste-este). La tercera es de tipo ascensional o de afloramiento que aparece en la región gracias a la presencia y velocidad de los vientos Alisios que influyen en el fenómeno de surgencia ocasionando el afloramiento de aguas de baja temperatura, y elevada salinidad y nutrientes que favorecen una producción biológica alta (Gómez-Canchong *et al.*, 2004).



4.4 DISTRIBUCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LAS PRADERAS DE PASTOS MARINOS

Las praderas de pastos marinos en el área de estudio se encuentran constituidas principalmente por cuatro especies siendo *Thalassia testudinum* o “pasto tortuga” y *Syringodium filiforme* o “pasto manatí” las dominantes y forman grandes extensiones, mientras que entremezcladas con éstas se encuentran dos especies típicamente pioneras *Halodule wrightii* y *Halophila decipiens*, las cuales aparecen en pequeños parches dispersos. Estas praderas son heterogéneas, su composición y densidad son muy variables y están distribuidos principalmente en Puerto López, bahía Honda, bahía Hondita, bahía Portete y entre el Riohacha y el cabo de La Vela, en donde forman una franja bastante notable y relativamente continua. De acuerdo con la profundidad en los primeros metros se encuentra generalmente la presencia de *T. testudinum*, en algunos casos entremezcladas con *S. filiforme* y *H. wrightii*; de allí hasta unos siete u ocho metros de profundidad las praderas de *T. testudinum*, dominan el fondo marino (Díaz *et al.*, 2003).



5 METODOLOGÍA

5.1 FASE PRELIMINAR

Siguiendo lo propuesto por INVEMAR (2002) y CARICOMP (2001), se escogieron los atributos densidad de vástagos, cobertura, biomasa foliar, rizoidal y en pie, pastoreo, epifitismo, crecimiento foliar, producción primaria, granulometría de sedimentos y contenido de materia orgánica, para lograr una caracterización de las praderas monoespecíficas de *Thalassia testudinum* en La Guajira colombiana.

El estudio se desarrolló en dos periodos climáticos diferentes: la época de transición a lluvias (julio-agosto) y la época de lluvias (noviembre). Con base en mapas preliminares de la distribución de las praderas de pastos marinos en el área (Díaz *et al.*, 2003) se establecieron los sitios de muestreo, dividiendo la zona por razones logísticas en: Alta Guajira (**AG**) conformada por las estaciones de bahía Portete y media Guajira (**MG**), entre el cabo de La Vela hasta Mayapo. Las estaciones fueron denominadas de acuerdo con su ubicación: alta Guajira, Puerto Warreo (**W**), Punta Cocos (**PC**), Puerto Portete (**PP**), media Guajira, cabo de La Vela 1 (**CV1**), cabo de La Vela 2 (**CV2**) El Cardon (**EC**), Torima (**FT**), Santa Rosa 1 (**SR1**), Santa Rosa 2 (**SR2**), Manaure 1 (**M1**), Manaure 2 (**M2**), Musichi (**MU**), Taguaya (**T**), Ballenas (**B**) y Mayapo (**MY**) (Figura 1).



5.2 FASE DE CAMPO

5.2.1 CENSOS RÁPIDOS Y ESTACIONES DE MUESTREO

Inicialmente se realizó una salida de reconocimiento de la zona (alta y media Guajira) por medio de un recorrido en lancha durante ocho días en el cual se efectuaron chequeos rápidos para verificar la presencia de pastos marinos u otros organismos teniendo en cuenta el tipo de fondo, las especies presentes y la posición geográfica (Anexo B). Adicionalmente, se llevaron a cabo cinco censos rápidos, dos en bahía Honda y tres en bahía Portete para caracterizar parcialmente estas zonas realizando observaciones de 5 a 10 minutos a pulmón libre; se identificaron las principales especies y se colectaron 10 hojas de cada una de éstas a las que se les midió la longitud, el ancho y la presencia de signos de pastoreo. Adicionalmente se describió la biota asociada como macroalgas, corales, esponjas, entre otros.

Con base en lo anterior, se realizaron tres salidas de campo de ocho días cada una, dos en la época seca (agosto-septiembre) y una en la época de lluvias (noviembre), en donde, se seleccionaron las estaciones en praderas monoespecíficas de *Thalassia testudinum* con una extensión superior a 600 m²; en cada una de ellas se verificó la presencia de pastos marinos y se registró su posición geográfica con un GPS manual Garmin Map 76S y la profundidad con la ayuda de una ecosonda portátil Speed Tech SMS con precisión de 0,1 m. Se definieron dos sitios para los muestreos, uno somero (1-3,9 m) y otro profundo (4-7 m), para algunos de estos no fue posible realizar las mediciones ya que no se encontraron praderas con las especificaciones requeridas; se muestrearon en la época de transición 14 y en la época de lluvias 13.

Para efectos de análisis y resultados, se tuvo en cuenta la información de 12 estaciones que fueron muestreadas en ambos períodos climáticos, con el propósito de determinar si



existían variaciones entre épocas; aun así cabe resaltar que los datos parciales de las estaciones restantes están consignados en el trabajo con el fin de tener a disposición esta información en futuros estudios.

5.2.2 ASPECTOS ESTRUCTURALES DE LAS PRADERAS DE *Thalassia testudinum*

Inicialmente un observador verificó a pulmón libre los puntos de muestreo tanto en somero como en profundo, teniendo en cuenta que la cobertura *Thalassia testudinum* estuviese cercana o mayor al 40 %, una vez identificados, se efectuaron las inmersiones con equipo de buceo autónomo SCUBA, para la obtención de información en los dos períodos climáticos. En algunos sitios como el cabo de La Vela 2 (CV2) y Mayapo (MY) no fue posible realizar las estimaciones en la época lluviosa debido a la baja visibilidad y por otro lado en esta época fue posible realizar una estación adicional en bahía Portete que se denominó Puerto Portete (PP).

5.2.2.1 Densidad: En el sitio de muestreo, se realizaron diez lanzamientos al azar de un cuadrante de 50 x 50 cm con 25 subdivisiones de 10x10 cm, contando el número de vástagos presentes en un área de 20 x 20 cm, subcuadrantes que fueron elegidos igualmente al azar (Castillo-Torres, 2002) (Figura 2).

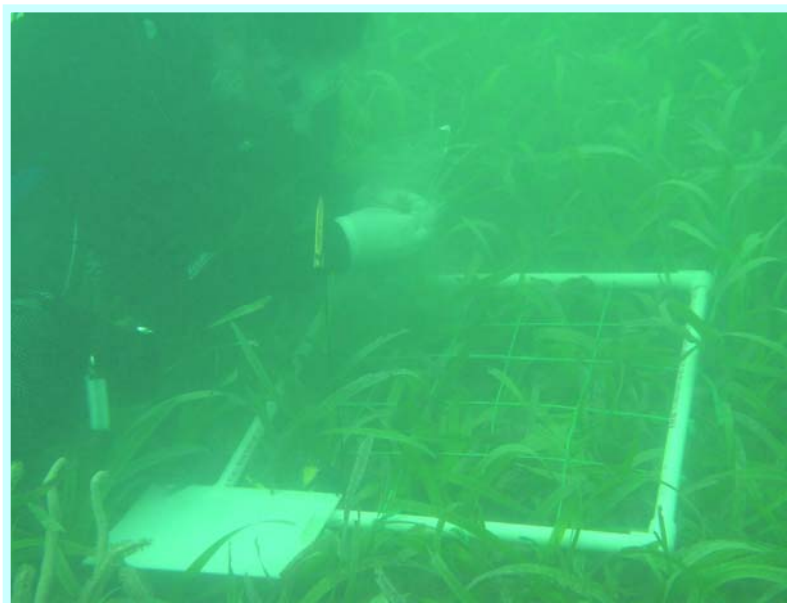


Figura 2. Cuadrante de 50x50 cm utilizado en cada una de las estaciones para la toma de datos de composición, densidad de vástagos y biomasa foliar.

5.2.2.2 Cobertura: Se estimó la cobertura, con base en la escala para corales propuesta por Dahl (1981 En: Wilkinson & Baker, 1994), que permitió de manera rápida, otorgar un porcentaje a las unidades foliares allí presentes (Figura 3).

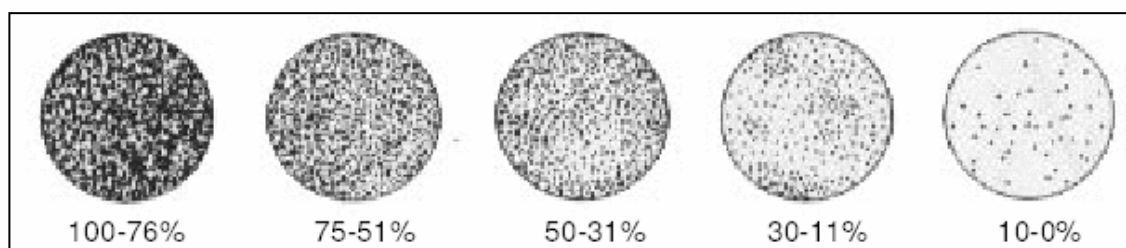


Figura 3. Representación esquemática del porcentaje de cobertura de pastos marinos. (Modificada de Dahl., 1981 En: Wilkinson & Baker 1994).

5.2.2.3 Biomasa Foliar: Utilizando las subdivisiones del cuadrante en un área de 20 x 10 cm, se cortaron a ras del sustrato todos los vástagos (Ángel, 1998) y se depositaron en



bolsas plásticas debidamente marcadas para la estimación de la biomasa foliar y biomasa de epífitos en el laboratorio (Figura 2).

5.2.2.4 Biomasa rizoidal y en pie: La muestra se separó de la siguiente forma: hojas verdes, hojas no verdes, vástagos cortos, rizomas vivos, raíces vivas y material subsuperficial muerto. Las primeras dos fracciones fueron sometidas a un baño con ácido clorhídrico (10%) antes de ser secadas junto con las demás muestras en una estufa a temperatura entre 60 y 90° C por un periodo de 24 a 48 horas hasta obtener un peso constante. Por último se pasaron por un desecador donde se enfriaron antes de ser pesadas en una balanza analítica SARTORIUS con precisión 0,001 g (CARICOMP, 2001).

5.2.2.5 Flora asociada: Los componentes florísticos específicamente las macroalgas que no fueron identificadas en campo se colectaron en bolsas plásticas marcadas y se fijaron en alcohol al 70% para su reconocimiento en laboratorio.

5.2.2.6 Fauna Asociada: Se tuvo en cuenta la biota asociada en los mismos 10 lanzamientos del cuadrante de 50x50cm con el que se determinó la proporción, algas, corales, esponjas y otras especies junto con los detritos (Wilkinson & Baker, 1994).

5.2.2.7 Sustrato: Con ayuda del corazonador se tomó una muestra de sedimento hasta una profundidad aproximada de 10 cm para determinar el tamaño de grano y el contenido de materia orgánica como uno de los aspectos de las condiciones medioambientales a tener en cuenta para el estudio (CARICOMP, 2001).



5.2.3 CRECIMIENTO, PRODUCCIÓN PRIMARIA Y TASA DE RENOVACIÓN

Durante el muestreo en ambas épocas, se escogió un punto al azar en bahía Portete (Warreo) y en el cabo de La Vela, registrando su posición geográfica con el GPS portátil y algunos puntos clave de referencia para su reubicación; en cada uno de ellos, sobre la pradera de *T. testudinum*, se colocaron seis cuadrantes de 20x10 cm. Manualmente se intentó que todas las hojas quedaran dentro del cuadrante y se llevo a cabo la técnica de marcaje con una aguja hipodérmica a unos 2 mm de la interfase verde-blanco de las hojas Zieman (1986 En: CARICOMP, 2001).

De acuerdo con CARICOMP (2001), la recolección de las muestras se debe efectuar antes de los 16 días; sin embargo, teniendo en cuenta la ubicación de las estaciones, el límite de tiempo del muestreo y las características medioambientales de las zonas, los montajes se tuvieron que recoger a los cinco días. Se extrajo todo el grupo foliar del sedimento y se depositó en una bolsa hermética para transportarlos al laboratorio. Durante la época de lluvias, en el cabo de La Vela no fue posible colocar los cuadrantes en el inicio del muestreo debido a las condiciones de visibilidad, por lo tanto unos días después cuando se logró montar el experimento se fijaron los cuadrantes para la medición por un tiempo de 18 h.

5.2.4 CONDICIONES MEDIOAMBIENTALES

Simultáneamente en cada estación se efectuaron mediciones puntuales de posicionamiento geográfico y profundidad junto con algunos factores fisicoquímicos del agua como temperatura con un termómetro de mercurio (precisión 0,1 °C), salinidad con un refractómetro SPARTAN refractometers A366 con una precisión 1 UPS y transparencia con ayuda de un disco Secchi; los datos se tabularon en matrices de campo prediseñadas.



5.3 FASE DE LABORATORIO

5.3.1 ASPECTOS ESTRUCTURALES DE LAS PRADERAS *Thalassia testudinum*

A partir de las hojas colectadas de *T. testudinum* en el área de 20 x 10 cm en cada uno de los puntos de muestreo, se estimó en el laboratorio la biomasa foliar, área foliar y la biomasa de epífitos.

5.3.1.1 Área Foliar: Se midió la longitud y el ancho de las hojas con un calibrador; posteriormente se observó la presencia de signos de pastoreo en cada una de las hojas determinando su presencia o ausencia, para de forma cualitativa encontrar un porcentaje de hojas pastoreadas por estación (CARICOMP, 2001).

5.3.1.2 Biomasa de epífitos: Todas las hojas colectadas se colocaron en papel secante durante 15 minutos para eliminar los excesos de humedad; luego se pesaron en una balanza analítica y se reportó este valor como peso húmedo total de epífitos (W_0). Posteriormente, se colocaron en inmersión con ácido clorhídrico (10%) para eliminar las algas epífitas, se realizó un proceso de lavado y se extendieron nuevamente en el papel secante durante otros 15 minutos. Por último se pesaron nuevamente obteniendo así el peso húmedo libre de epífitos (W_1) y la diferencia entre el peso inicial y el peso final húmedo correspondió a la biomasa de epífitos. Los resultados se expresan en porcentaje de epífitos (Ángel, 1998; CARICOMP, 2001).

5.3.1.3 Biomasa foliar: Las hojas de *T. testudinum* (porción aérea) libres de algas epífitas, se secaron en una estufa a una temperatura de 60 a 90 °C entre 24 a 48 horas hasta obtener



un peso constante. Por último se pesaron para obtener la biomasa foliar expresada en g.p.s/m² (gramos de peso seco por metro cuadrado) (CARICOMP, 2001).

5.3.1.4 Flora asociada: identificación: Se observó en el microscopio y estereoscopio cada una de las macroalgas colectadas y se identificaron a nivel de especie, para este reconocimiento se emplearon las guías de identificación de Littler & Littler (2000) y Schnetter (1978, 1976).

5.3.2 CONDICIONES MEDIOAMBIENTALES

5.3.2.1 Aspectos edáficos: Con las muestras de sedimento colectadas conjuntamente con las de biomasa se procedió a determinar:

- **Tamaño de grano:** A partir de la muestra extraída del corazonador, se determinó en el laboratorio el tipo y tamaño de grano haciéndola pasar por una batería de tamices de distintos calibres (63 μ -2000 μ) 100 gr de la muestra, las fracciones que se obtuvieron se colocaron en recipientes de aluminio y fueron secados en una estufa a 80 °C por un periodo de 24 hasta 48 horas; por último se pasaron a un desecador para luego ser pesadas en la balanza de precisión (Ángel, 1998).

- **Materia orgánica:** Se tomaron 50 gr. de la muestra del sedimento extraído con el corazonador y se llevaron a una estufa precalentada a 80 °C durante 48 horas para eliminar la humedad. De allí se extrajeron 5 gr. de sedimento seco y se llevaron en un crisol a la mufla precalentada a 550 °C durante cuatro horas; luego se pasaron las muestras al



deseccador hasta alcanzar temperatura ambiente. La diferencia en peso del crisol indicó la cantidad de peso seco libre de cenizas (Buchanan & Kain, 1984).

5.3.3 CRECIMIENTO, PRODUCCIÓN PRIMARIA Y TASA DE RENOVACIÓN

Siguiendo la metodología propuesta por CARICOMP (2001), en el laboratorio, se cortaron todas las hojas en el punto en el que la hoja más vieja fue marcada y luego fueron tratadas así:

Hojas nuevas (H): son las hojas que salen desde el momento en que se realiza el marcaje. Su característica es que son muy verdes y no presentan marca de aguja.

Crecimiento viejo (CV): corresponde a la parte de las hojas perforadas que queda entre la marca y el nivel en que se corta la hoja.

Biomasa vieja (BV): es la parte de las hojas que queda entre la marca y la porción apical de la hoja por encima de la marca, es decir, la parte que ya esta presente cuando se marca la hoja.

Posteriormente, cada uno de los grupos fue descalcificado (en un baño con ácido clorhídrico diluido), lavado con agua dulce y secado en una estufa a una temperatura entre los 60 y 90° C. Las muestras se pesaron en recipientes previamente pesados y marcados, obteniendo el peso seco total, la diferencia entre éste peso y el peso del recipiente proporcionó el peso seco real de los grupos.



5.4 FASE DE GABINETE

5.4.1 ANALISIS DE LA INFORMACIÓN

Con el propósito de realizar la caracterización de las praderas monoespecíficas de *T. testudinum*, se procedió a describir y analizar cada una de las variables estructurales, buscando las posibles relaciones que se presentaron entre las estaciones y las variables. A las matrices de datos brutos se les realizó un análisis descriptivo y se halló la media, la desviación estándar y el error estándar de los datos y los valores máximos y mínimos. Con los datos obtenidos se realizaron gráficos para tener una mejor perspectiva de la variación espacial, así como la incidencia de una variable sobre otra. Los análisis se realizaron utilizando los software Excel 2003 para Windows, SAS 8.0, PRIMER 5.2 y STATGRAPHICS 4.0.

A partir de cada una de las hojas colectadas y de las mediciones realizadas, se emplearon varias fórmulas que permitieron reportar la densidad de vástagos, el área foliar y el índice de área foliar:

5.4.1.1 Densidad: Se tuvo en cuenta la enunciada por Matteucci & Colma (1982), en donde se utilizó el número promedio de vástagos por cuadrante (20x20 cm) y un factor de conversión (25) para poder reportar los datos en metro cuadrado, teniendo en cuenta que 0,04 m² equivale a el área de 20x20 cm, la cual puede distribuirse 25 veces en 1 m² :

$D \text{ m}^2 = N/25$, donde,

$D \text{ m}^2$: densidad por m²

N: número promedio de vástagos por cuadrante.

25: factor ($0,04 \text{ m}^2 * 25 = 1 \text{ m}^2$).



La producción por área se determinó con el total del crecimiento foliar expresado en biomasa dividido por el número de días de duración del experimento; este valor corresponde a la producción por cuadrante. Para obtener la producción por m² se multiplicó el resultado por 50 ya que el cuadrante de 10 x 20 cm equivale a 1/50 de m² (CARICOMP, 2001).

$$\text{Producción diaria} = \frac{(\text{peso grupo 1} + \text{peso grupo 2})}{\text{número de días}} * 50$$

La cantidad de biomasa producida por unidad foliar, es decir el porcentaje de planta presente que ha sido reemplazada cada día se calcula por medio de la siguiente ecuación (CARICOMP, 2001):

$$\text{Tasa de renovación (\%/día)} = \frac{\text{producción diaria}}{\text{biomasa en pie}} * 100$$

donde, biomasa en pie = Peso (Grupo 1+ Grupo 2+ Grupo 3) * 50 (CARICOMP, 2001).

Para comparar el crecimiento foliar, la tasa de renovación y la producción primaria entre bahía Portete y el cabo de La Vela y en vista que al hacer las transformaciones la cantidad de datos no se prestaba para que hubiera una distribución normal, se empleó la prueba no paramétrica de diferenciación de dos muestras U de Mann-Whitney utilizando el programa estadístico Statgraphics 4.0.



Praderas monoespecíficas de *Thalassia testudinum* en el departamento de La Guajira

5.4.1.5 Intensidad de luz: Con el propósito de conocer la intensidad de luz disponible con respecto a la profundidad para el crecimiento de *T. testudinum* se empleo la siguiente formula propuesta por Beer-Lambert que se refiere a la ley de decaimiento exponencial (Timothy *et al.* 2001 En: Short & Coles, 2001):

$$I_z = I_0 e^{-KZ}$$

donde, I_z es la intensidad de luz; I_0 es la intensidad de luz inicial; K corresponde al coeficiente de extinción de luz y Z la profundidad. El coeficiente de extinción de luz fue hallado por medio de la siguiente ecuación (Margalef, 1991):

$$\text{Coeficiente Extinción (m}^{-1}\text{)} = \frac{1,44 \text{ (constante para aguas costeras turbias)}}{\text{Transparencia (m)}}$$

siendo, 1,4 una constante para las aguas costeras sobre la profundidad a la que fue realizada el muestreo.

5.4.1.6 Tamaño de grano: Se determinó de acuerdo con la escala de Wentworth (Tabla 1) y con base en cada una de las porciones obtenidas en cada tamiz por estación, se realizaron histogramas para comparar y determinar la composición granulométrica de cada punto de muestreo.

Tabla 1. Escala modificada del tamaño de grano del según Wentworth (Tomada de Holme & McIntyre, 1984)

Tamaño del grano	Calibre (mm)	μ
Gránulos	4 – 2	
Arena muy gruesa	2 – 1	2000 - 1000
Arena gruesa	1- 0,5	1000 - 500
Arena media	0,5 - 0,25	500 - 250
Arenas fina	0,25 - 0,125	250 - 125
Arena muy fina	0,125 - 0,063	125 - 63



5.4.1.7 Materia orgánica: A partir de 5 gr gramos de sedimento se calculó el porcentaje de materia orgánica mediante la siguiente ecuación (Erftemeijer & Koch En: Short & Coles, 2001):

$$\% \text{ materia orgánica} = \frac{W_o - W_f}{W_o} * 100$$

donde, W_o es el peso inicial del crisol y W_f es el peso final de la muestra.

5.4.2 ANÁLISIS DE CLASIFICACIÓN

Se efectuó un análisis de clasificación con el interés de conocer las estaciones que presentan una estructura biológicamente similar, para esto se construyó una matriz Q para la comparación de las estaciones a partir de los atributos bióticos de mayor importancia como son: densidad de vástagos, longitud y ancho foliar, biomasa rizoidal, biomasa foliar y porcentaje en peso húmedo de epífitos. Con base en esta información, mediante el programa PRIMER 5.2 por medio de la técnica de ligamiento promedio no ponderado (UPGMA) y el índice de distancia euclidiana normalizada, se obtuvo un dendograma el cual permitió conocer el agrupamiento entre las estaciones (Ramírez, 2005). Se halló el coeficiente cofenético con ayuda del programa CLUSTER, el cual indicó que era necesario transformar por lo cual se aplicó $\ln (X+1)$; en la época de lluvias a pesar de la transformación el valor del coeficiente continuo siendo bajo (<0,8). Este análisis permitió establecer comparaciones y determinar asociaciones entre las estaciones, teniendo en cuenta las épocas climáticas, ubicación y valores de los atributos.



5.4.3 ANÁLISIS UNIVARIADO

Para efectos del análisis estadístico, se tomaron en cuenta únicamente las estaciones que se lograron ejecutar en su totalidad en ambas épocas de muestreo, por este motivo no se incluyeron dentro del análisis Puerto Portete (**PP**), cabo de La Vela 2 (**CV2**) y Mayapo (**MY**), quedando así 12 estaciones en cada una de las épocas, sin embargo la información registrada en las estaciones excluidas es reportada en el Anexo C. Se escogieron los atributos que fueron medidos en los diez lanzamientos del cuadrante de 50 x 50 cm, longitud promedio, ancho promedio, área foliar, índice de área foliar, porcentaje de pastoreo, densidad de vástagos, porcentaje en peso húmedo de epífitos y biomasa foliar. Adicionalmente, la información obtenida a partir del corazonador, biomasa en pie, biomasa rizoidal, porcentaje de sedimento de cada uno de los tamices y materia orgánica fueron analizados aparte, debido a que se registró un solo dato por estación. Toda la información se organizó en una matriz en el programa Microsoft Excel y se llevaron a cabo las pruebas de normalidad y homogeneidad de varianzas a través del programa SAS 8.0, en donde se tomo en cuenta el test de Shapiro-Wilkinson para la normalidad y la homogeneidad de varianzas se determinó de manera visual a partir del gráfico de los residuales en donde se comprobó el patrón esperado con la dispersión de los datos en un diagrama de puntos.

Ninguna de la variables siguió una distribución normal en sus datos, por lo que se les aplico transformación logarítmica con $X' = \log(X+1)$ y raíz cuadrada $X' = \sqrt{(X + 0.5)}$. En el caso de los datos obtenidos a partir del corazonador, fueron transformados con $X' = \log(X+1)$ y transformación exponencial $X' = X^2$ (Zar, 1999).

Para determinar diferencias significativas se llevo a cabo un análisis de varianza a dos vías (ANOVA) en donde se manejaron dos factores fijos (época y estación) y un factor aleatorio (profundidad), con el propósito de verificar si las variaciones y las diferencias en las



praderas estaban dadas por la profundidad, la época o la ubicación geográfica y como cambiaban los atributos bióticos con respecto a estos..

5.4.4 RELACIÓN CON VARIABLES AMBIENTALES

Con el propósito de entender y explicar el comportamiento estructural de *Thalassia testudinum* en La Guajira, con respecto a las variables ambientales, se realizó una regresión múltiple en el programa estadístico SAS 8.0. Se construyó una matriz con las variables estructurales: densidad de vástagos, longitud y ancho foliar, porcentaje en peso húmedo de epífitos, biomasa foliar, biomasa en pie y biomasa rizoidal, contra las variables ambientales medidas salinidad, temperatura, profundidad intensidad lumínica y materia orgánica; este análisis permitió determinar mediante un valor de correlación (R^2) y un p-valor, el porcentaje de variabilidad de los atributos bióticos.

Por otra parte, con base en la matriz de similaridad obtenida del análisis de clasificación se llevo a cabo un análisis BIOENV en el programa PRIMER 5.2., en donde, por medio de la correlación de Spearman se obtuvo un valor de significancia del conjunto de variables ambientales y tamaños de grano que mejor se relacionan con los atributos bióticos.



6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 CENSOS RÁPIDOS

Se llevaron a cabo con el propósito de caracterizar superficialmente la estructura de praderas mixtas (*T. testudinum*, *S. filiforme* y *H. wrightii*,) encontradas en bahía Honda y Portete generalmente estas últimas con grandes extensiones asociadas a cabezas de coral y otros organismos. Se efectuaron cinco censos (Figura 4) dos en bahía Honda (**BH**) y tres en bahía Portete (**BP**). El primero de ellos (**BH1**) fue a los 12° 22' 35.5" N – 71° 44' 40,4" W, en donde, en la parte somera, la especie dominante fue *S. filiforme*, seguida por *H. wrightii*, hasta una profundidad aproximada de 20 cm, finalmente en la parte mas profunda (50 cm) se registró una asociación entre *T. testudinum* y *S. filiforme*. El segundo censo (**BH2**) se realizó a los 12° 22' 22.5" N- 71° 44' 21.1" W a una profundidad de 1,50 m en una pradera mixta de *S. filiforme* y *T. testudinum* con hojas largas y bastante epifitadas. En ambas zonas, se observó una cobertura entre 75-51% de acuerdo con la escala ajustada de Dahl asociadas principalmente a dos especies de macroalgas *Hypnea musciformis* y *Acantophora spicifera*; se determinó que el sedimento estaba constituido en su mayoría por lodos y arenas muy finas.

Basadas en las 10 hojas colectadas de cada especie, en cada uno de los censos, las mas largas y anchas de *T. testudinum* se presentaron en **BH1** con valores promedio de 39,69 ±4,84 cm y 1,45 ±0,02 cm respectivamente; en **BH2** la longitud y el ancho fueron menores (34,84 ±1,82 y 1,13 ± 0,08 cm). Por su parte, *S. filiforme* registró un promedio de longitud en **BH2** de 35,61 ± 1,73 cm, mientras que en **BH1** al medir sólo cuatro hojas de esta



especie el promedio fue superior ($36,23 \pm 1,13 \pm 10,07$ cm), gracias a que una de las hojas alcanzó los 66,10 cm de longitud, sobrepasando las longitudes de **BH2** en donde la máxima fue de 43 cm de longitud.

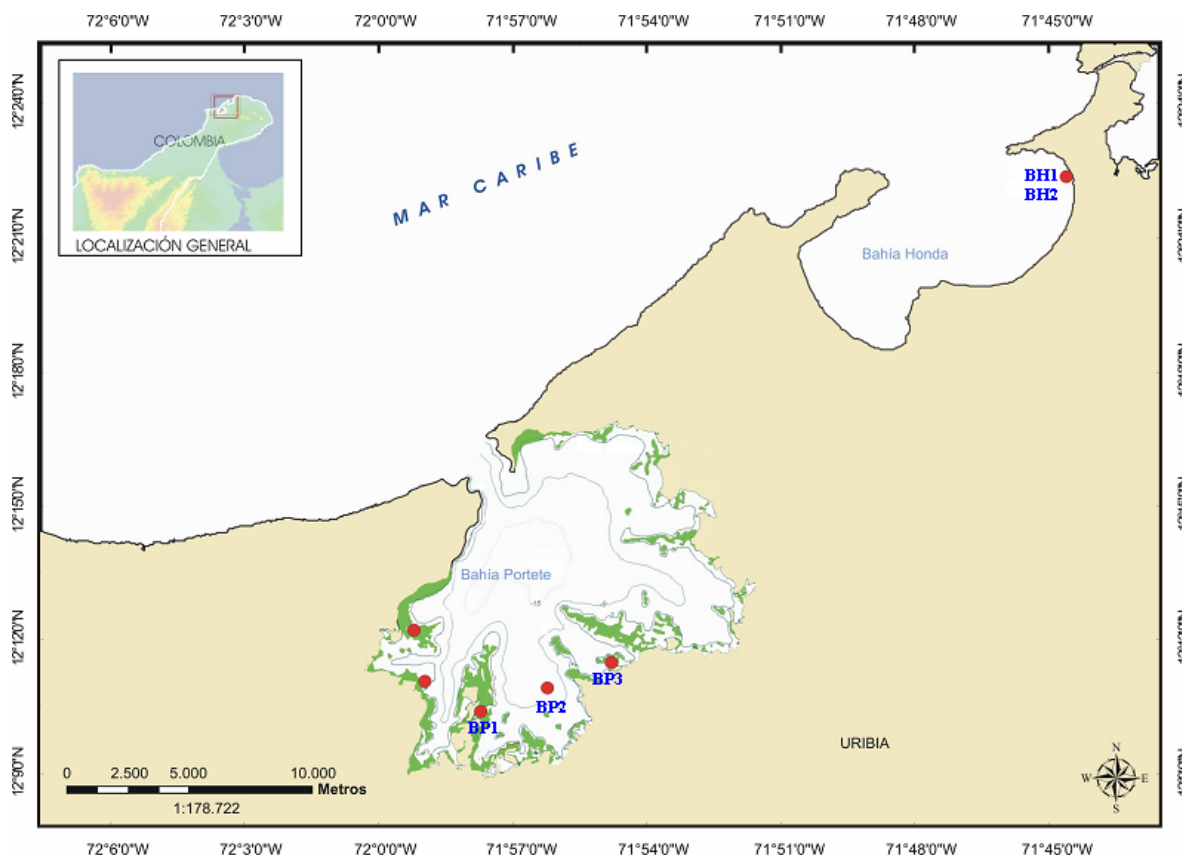


Figura 4. Ubicación de los censos rápidos realizados en las praderas mixtas en bahía Honda (**BH1** y **BH2**) y bahía Portete (**BP1**, **BP2** y **BP3**).

En bahía Portete se encontraron praderas mixtas compuestas por *T. testudinum* y *S. filiforme*, asociadas a una gran cantidad de cabezas de coral, esponjas y macroalgas, formando un ecosistema que alberga un sinnúmero de organismos. *S. filiforme* fue la especie dominante entre los 0-50 cm de profundidad con hojas muy largas (24-54 cm) y epifitadas, seguida por *T. testudinum* que constituye la mayor parte de la pradera a partir de los 1,5 m de profundidad, presentando longitudes entre los 18-28 cm con un ancho foliar de



Praderas monoespecíficas de *Thalassia testudinum* en el departamento de La Guajira

1,21 a 1,38 cm. Los principales géneros de macroalgas observados fueron *Dyctiota*, *Caulerpa*, *Padina*, *Sargassum*, *Halimeda*, *Jania* y *Acantophora*.

En el tercer censo (**BP1**), se recolectaron hojas únicamente de *T. testudinum* con una longitud y ancho promedio de $18,02 \pm 1,64$ cm y $1,38 \pm 0,03$ cm; por el contrario, en los siguientes censos (**BP2** y **BP3**), se encontraron hojas mucho más largas y delgadas con longitudes de $25,14 \pm 2,18$ cm y $28,12 \pm 2,12$ cm y un mismo ancho foliar ($1,21 \pm 0,11$ cm). A su vez, *S. filiforme* en estos dos censos registró su máxima longitud en **BP2** con $54,63 \pm 5,70$ cm, mientras que en **BP3** solo alcanzó los $24,33 \pm 2,38$ cm.

6.2 ASPECTOS ESTRUCTURALES DE LAS PRADERAS DE *Thalassia testudinum*

Las praderas monoespecíficas de *Thalassia testudinum* en el departamento de La Guajira presentan variaciones en sus aspectos estructurales, ya que a lo largo del estudio se observaron cambios tanto temporales como espaciales, permitiendo en algunos casos asociar ciertas estaciones por la similitud entre alguno de los atributos, pero en general, cada pradera manifestó características distintivas, de acuerdo con su ubicación y las condiciones imperantes en el medio. Esto concuerda con lo expuesto por Díaz *et al.* (2003), quienes afirman que las praderas de pastos marinos del Caribe colombiano evidencian cambios considerables en su estructura, incluso dentro de una misma área geográfica.

Según los análisis descriptivos y de varianza, la profundidad y la época climática fueron factores determinantes en el momento de establecer dichas diferencias, teniendo en cuenta a demás que lo que influye en la distribución y el desarrollo de *T. testudinum* y en general de los pastos marinos, son las condiciones medioambientales, específicamente la disponibilidad de luz y nutrientes, el tipo de sedimento, las concentraciones de materia



Praderas monoespecíficas de *Thalassia testudinum* en el departamento de La Guajira

orgánica, la temperatura y la salinidad entre otras, las cuales a su vez, presentan cambios de acuerdo con el sitio, la época y la profundidad.

En el área de estudio se observaron praderas exuberantes en cuanto a su extensión apreciándose en las estaciones someras mayores valores en términos de biomasa foliar y densidad de vástagos dando como resultado mayor cobertura, mientras que en las zonas profundas, las hojas fueron más largas con alto porcentaje de epífitos y coberturas menores. Por su parte, los cambios a nivel estacional, dependieron de la variable estudiada, pero la mayoría de éstas presentaron valores más altos en transición a excepción de la densidad y la biomasa rizoidal (Tabla 2). La siguiente tabla muestra los promedios, desviaciones estándar y valores máximos y mínimos de cada uno de los atributos tomados por estación para este estudio:

Tabla 2. Valores promedio de cada uno de los atributos medidos por estación en las praderas de *Thalassia testudinum* de La Guajira.

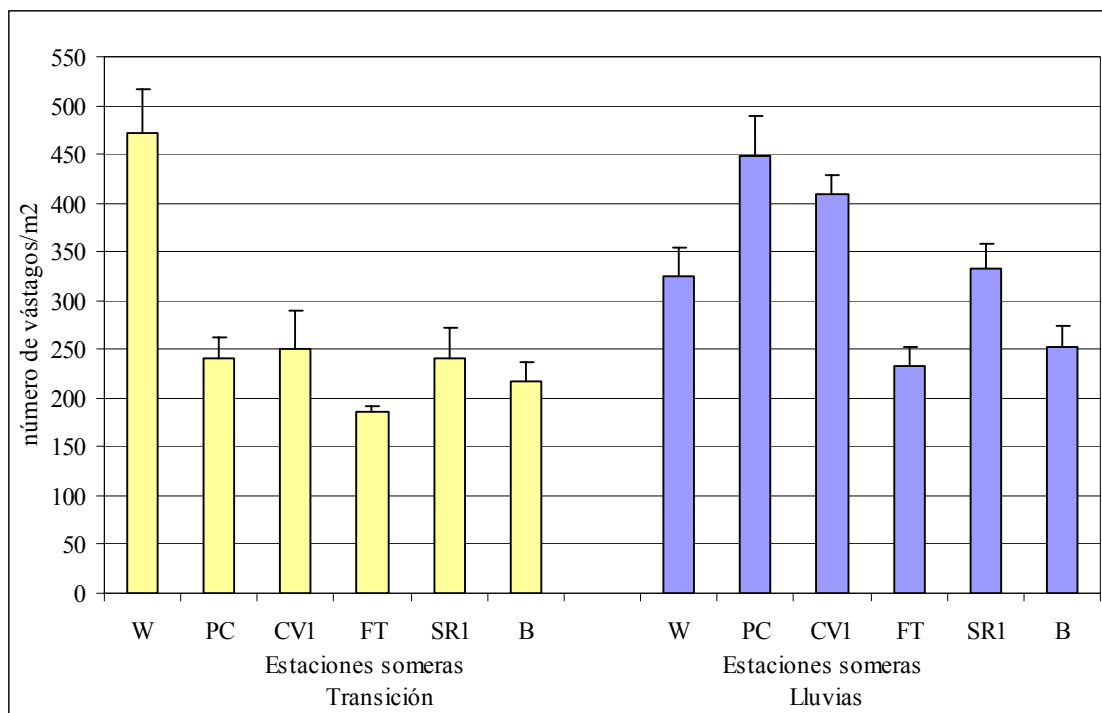
Atributo	Promedio		D.E		Máximo		Mínimo	
	Transicion	Lluvias	Transicion	Lluvias	Transicion	Lluvias	Transicion	Lluvias
Densidad de vástagos(D/ m ²)	228,14	292,88	80,02	85,19	472,50	447,50	147,50	182,50
Medición de hojas								
Longitud promedio (cm)	19,11	14,08	3,66	1,77	26,80	17,77	12,01	11,64
Ancho promedio (cm)	1,21	1,10	0,11	0,08	1,33	1,27	1,05	1,03
IAF (m ²)	1,55	1,4	0,36	0,43	2,07	2,31	0,97	0,70
AF (cm ²)	23,50	15,86	4,56	2,22	31,65	21	13,42	12,98
Biomasa								
Biomasa Total (g.p.s/m ²)	291,66	424,89	157,75	225,03	654,76	930,42	139,42	183,35
Biomasa en pie (g.p.s/ m ²)	179,91	170,88	111,57	105,29	391,52	372,1	56,34	30,24
Biomasa rizoidal (g.p.s/ m ²)	94,67	236,99	74	126,14	261,97	483,19	31,96	110,45
Biomasa Foliar (g.p.s/ m ²)	48,24	31,95	11,98	14,05	73,56	56,51	28,23	15,60
Epífitos								
% peso epífitos	22,13	15,13	10,33	10,31	37,11	41,84	5,59	5,52
%pastoreo	44,55	38,87	18,89	13,24	78,57	64,33	18,55	23,06
Sedimento								
% materia orgánica/g	0,25	0,17	0,42	0,09	1,65	0,32	0,04	0,04



6.2.1 Densidad de vástagos: El promedio de la densidad de vástagos para toda la zona fue 228 vástagos/m² en el período de transición y 292 vástagos/m² en lluvias, siendo estos inferiores a los encontrados por Castillo-Torres (2002) para la zona (411,04 vástagos/m²). Los resultados de éste estudio indican que las praderas de La Guajira no son menos densas que otros sectores del Caribe colombiano, particularmente respecto a Isla grande (PNNCR) (759 vástagos/m²) mencionado por Palacios *et al.* (1992) y a bahía Neguange (615 vástagos/m²) reportado por Castillo-Torres (2002).

Con base en los resultado del ANOVA, esta variable presentó diferencias significativas de acuerdo con la profundidad (p-valor = 0,014 f-valor = 8,74) y la época (p-valor = 0,009 f-valor = 10,28), siendo así mayor en las estaciones someras y en la época de lluvias. Las mayores densidades se encontraron en bahía Portete y el cabo de La Vela con valores máximos de 472 y 410 vástagos/m² respectivamente. De acuerdo con la profundidad en la que se realizaron los conteos, en las estaciones de la época de transición, se observó que después de los 5 m la densidad disminuyó considerablemente, encontrándose valores de 192,5 a 147,5 vástagos/m², mientras que en la época de lluvias después de ésta profundidad se registraron valores de 332,5 a 182,5 vástagos/m² (Figura 5); coincidiendo con los estudios de Palacios *et al.* (1992) quienes registraron a 1 m 1413 hojas/m² y a 7 m 688 hojas/m²; por su parte Ángel & Polania (2001), reportan este mismo hecho en la isla de San Andrés quienes encontraron a una profundidad entre 2-5 m densidades de 247 vástagos/m² mientras que a más de 5 m de 177 vástagos/m².

Con respecto a las épocas climáticas, el promedio de la densidad fue mayor en lluvias (Tabla 2) con valores entre 182,5 y 447,5 vástagos/m², siendo la estación Punta Cocos (PC) en bahía Portete la que presentó mayor número de vástagos. En general, las estaciones en transición registraron valores más bajos, excepto la estación de Warreo (W) en Portete la cual obtuvo un valor de 472,5 vástagos/m² (Figura 5).



b)

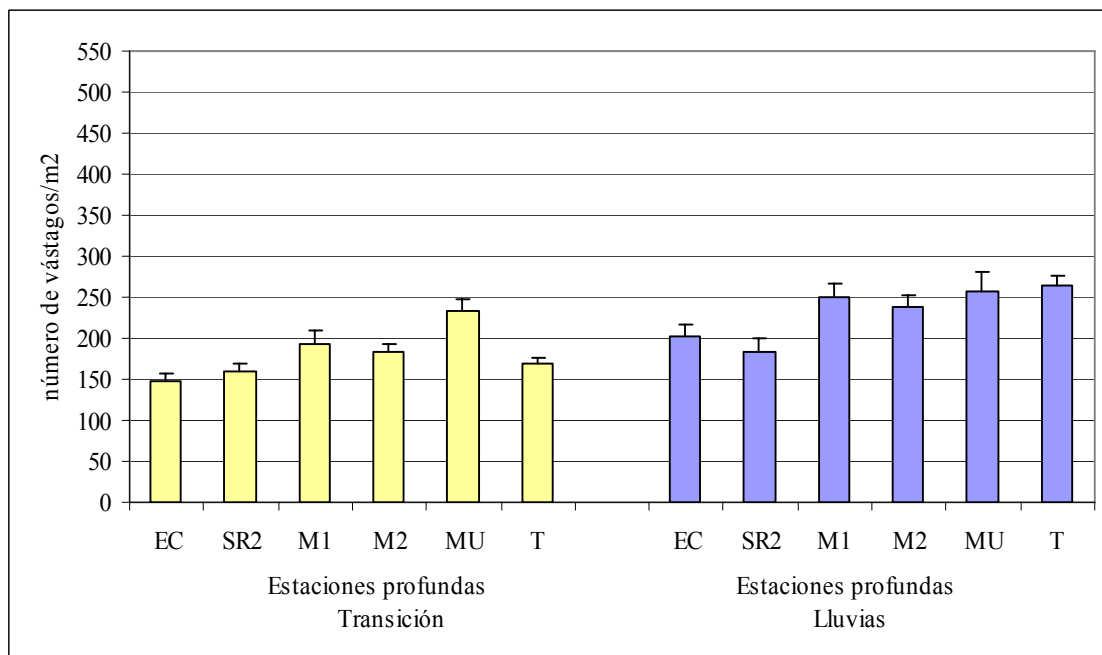


Figura 5. Variaciones en la densidad de vástagos con relación a la profundidad de las estaciones. a) estaciones someras transición y lluvias b) estaciones profundas transición y lluvias.



6.2.2 Cobertura: En ambos períodos se presentaron rangos similares de cobertura por estación de *T. testudinum* de acuerdo con la escala de Dahl de 50-31 %, excepto en la estación de Warreo (W) con un 75-51%. Teniendo en cuenta la variabilidad de métodos empleados para la estimación de cobertura en pastos, se hace difícil comparar los resultados con otros trabajos, sin embargo, en el realizado por Castillo-Torres (2002) en el Caribe colombiano, en el cual se utilizó esta misma escala, encontraron coberturas promedio de *T. testudinum* de 45% en la zona entre el cabo de La Vela-Riohacha y Portete, valor que se encuentra dentro del rango mencionado en este estudio a excepción de Portete en donde la cobertura en este caso fue mayor al 50%.

6.2.3 Flora asociada: Se identificaron en total 39 especies de macroalgas distribuidas en 19 géneros dentro de los cuales *Dyctiota* y *Caulerpa* presentaron el mayor número de especies y 13 familias tres de ellas las principales *Dyctiotaceae*, *Caulerpaceae* y *Udoteaceae* (Tabla 3). En bahía Portete, las macroalgas e incluso otros organismos aparecen en altas coberturas, compitiendo fuertemente por espacio con los pastos marinos, mientras que en sitios como el cabo de La Vela esta fueron considerablemente bajas posiblemente a la elevada densidad y longitud foliar que dificultan la disponibilidad de espacio y penetración de luz para el asentamiento y crecimiento de éstas.



Tabla 3. Principales géneros y especies de macroalgas encontrados en este estudio en praderas monoespecíficas de *T. testudinum* en la región de La Guajira.

Phylum	Orden	Familia	Especies
Rhodophyta	Corallinales	Corallinaceae	<i>Jania adhaerens</i> <i>Jania pumila</i> <i>Haliptilon subulatum</i>
		Gelidiellaceae	<i>Gelidiella acerosa</i>
		Hypneaceae	<i>Hypnea musciformis</i>
	Halymeniales	Halymeniaceae	<i>Halymenia floresia</i> <i>Grateloupia gibbesii</i> <i>Halymenia elongata</i>
	Gracilariales	Gracilariaceae	<i>Gracilaria damaecornis</i> <i>Gracilaria dominguensis</i> <i>Gracilariopsis lemaneiformis</i>
	Ceramales	Ceramiaceae	<i>Ceramium brevizonatum</i> <i>Centroceras clavulatum</i> <i>Wrangelia penicillata</i>
		Rhodomelaceae	<i>Acanthophora spicifera</i> <i>Laurencia papillosa</i>
Phaeophyta	Dictyotales	Dictyotaceae	<i>Dyctipoteris delicatula</i> <i>Dictyota dichotoma</i> <i>Dictyota caribaea</i> <i>Dictyota cervicornis</i> <i>Padina boergesenii</i> <i>Padina jamaicensis</i> <i>Styopodium zonale</i>
	Fucales	Sargassaceae	<i>Sargassum fluitans</i>
Chlorophyta	Ulvales	Ulvaceae	<i>Ulva rigida</i> <i>Ulva lactuca</i>
		Codiaceae	<i>Codium isthmocladum</i>
		Caulerpaceae	<i>Caulerpa cupressoides</i> var. <i>Lycopodium</i> <i>Caulerpa mexicana</i> <i>Caulerpa prolifera</i> <i>Caulerpa sertularioides</i> <i>Caulerpa racemosa</i>
		Udoteaceae	<i>Cladocephalus luteofuscus</i> <i>Halimeda discoidea</i> <i>Halimeda opuntia</i> <i>Halimeda monile</i> <i>Halimeda gracilis</i> <i>Udotea fibrosa</i> <i>Acetabularia crenulata</i> <i>Acetabularia schenckii</i>



6.2.4 Fauna asociada: La asociación con otros organismos e incluso entre las mismas especies de pastos, es un factor que afecta el desarrollo de los mismos, esto se vio claramente reflejado en las estaciones de bahía Portete (Figura 6), en donde se observo la interacción con corales masivos del género *Diploria*, *Siderastrea*, *Manicina* y colonias de *Millepora*. Otro grupo bastante relacionado fueron las macroalgas, quienes a lo largo de las estaciones aparecieron siempre asociadas a los pastos, los principales y más frecuentes géneros fueron *Dictyota*, *Caulerpa* y *Halimeda*, los mismos reportados por Castillo-Torres (2002). En cada estación se encontraron asociadas a las praderas tanto macroalgas como epífitas, esponjas, corales, octocorales, ascidias y hojarasca.

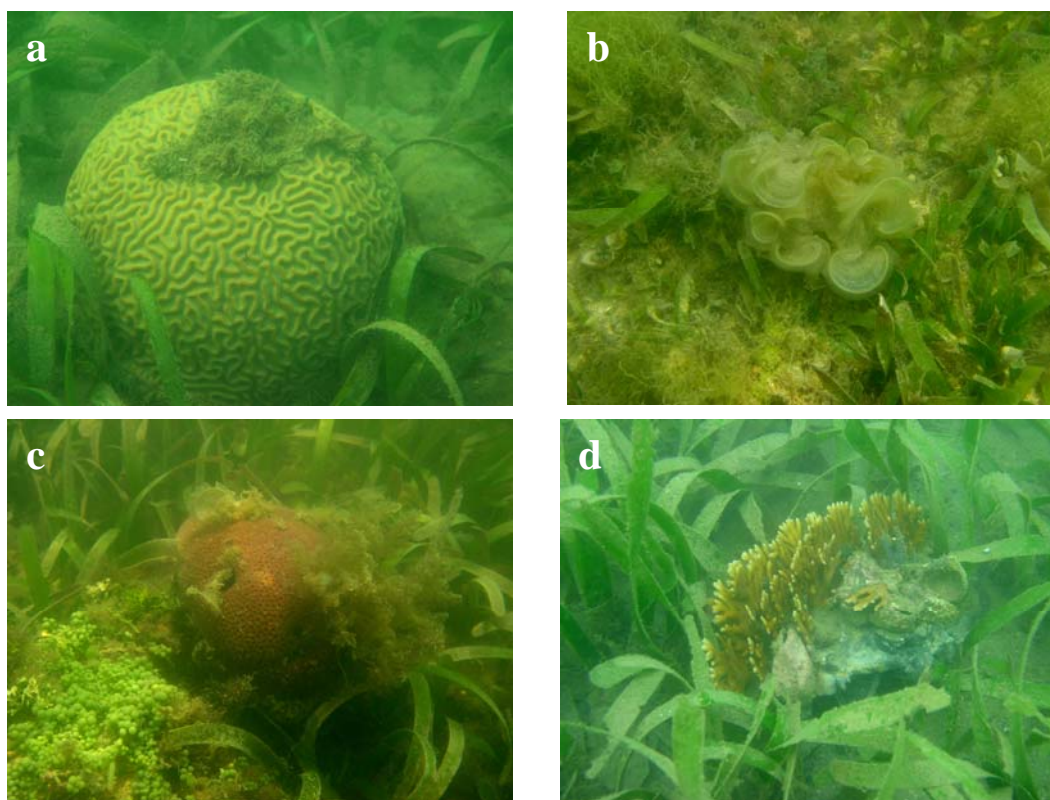


Figura 6. Pradera de *T. testudinum* en asociación con: a). Colonia masiva género *Diploria*. b). Macroalga género *Padina* c) Coral masivo género *Siderastrea* y macroalga *Caulerpa racemosa* d) Colonia ramificada *Millepora alcicornis*.



De acuerdo con los porcentajes de cobertura obtenidos, las macroalgas parecen ser el grupo más frecuentemente asociado con *T. testudinum*, ya que presenta valores superiores con respecto a los demás grupos. En la época de transición la cobertura y presencia de este grupo (5-35%) fue superior a la de lluvias (5-30%), presentándose mayores porcentajes en las estaciones de Punta Cocos (PC) y Taguaya (T), sin embargo, en todas las estaciones de media Guajira se mantuvieron valores altos. Por el contrario, en la época de lluvias se redujo notablemente la cobertura y en algunos casos no hubo presencia, en Punta Cocos y Ballenas (B) los valores registrados fueron entre 10-30% (Tabla 4).

Otro grupo representativo fueron las esponjas, fluctuando de 5-25 % en las estaciones de Warreo, Manaure 2 y Musichi y en la época de transición, en lluvias su cobertura fue menor. Se encontró una presencia significativa de detritos en las estaciones de Santa Rosa 2, Manaure 1, Musichi (5-20 %) para transición y en Punta Cocos, Santa Rosa 1 y Manaure 1 en lluvias (5-20 %).

Tabla 4. Composición y rango de cobertura aproximada de las especies de pastos y de los organismos asociados a las praderas monoespecíficas de *Thalassia testudinum* en los diez cuadrantes (0,25 m²) establecidos en los sitios de muestreo (estaciones). W (Warreo), PC (Punta Cocos), CV1 (cabo de La Vela 1), EC (El Cardon), FT (Frente a Torima), SR1 (Santa Rosa 1), SR2 (Santa Rosa 2), M1 (Manaure 1), M2 (Manaure 2), MU (Musichi), T (Taguaya) y B (ballenas).

	COMPONENTE	W	PC	CV1	EC	FT	SR1	SR2	M1	M2	MU	T	B
T	<i>Thalassia testudinum</i>	75-51%	50-31%	50-31%	50-31%	50-31%	50-31%	50-31%	50-31%	50-31%	50-31%	50-31%	50-31%
R	<i>Macroalgas</i>	15-5%	30-5%		5%	15-5%	20-10%	20-5%	20-5%	20-10%	20-10%	35-15%	15-5%
A	<i>Corales</i>	10-5%				5%							
N	<i>Esponjas</i>	20-5%	10%	5%		5%	5%	5-10%	5-10%	25-5%	15-5%	5%	5%
S	<i>Ascidias</i>	10%					5-10%						5%
I	<i>Octocoral</i>										10%	5%	
C	<i>Hojarasca</i>						5%	20-10%	20-5%	10-5%	20-5%		15-10%
		W	PC	CV1	EC	FT	SR1	SR2	M1	M2	MU	T	B
L	<i>Thalassia testudinum</i>	75-51%	50-31%	50-31%	50-31%	50-31%	50-31%	50-31%	50-31%	50-31%	50-31%	50-31%	50-31%
L	<i>Macroalgas</i>		25-5%				5-1%		15-5%	2%		5-2%	25-5%
U	<i>Corales</i>							3%					
V	<i>Esponjas</i>	10%	10-5%	5-1%	5-1%		5-2%	5%		10-5%	5-2%		1%
I	<i>Ascidias</i>								5%				
A	<i>Octocoral</i>	15-5%	5%					5%	5%	20-5%		10-5%	5%
S	<i>Hojarasca</i>		20-5%	10-5%	5%		15-5%		15-5%		5-2%	5-3%	



6.2.5 Longitud y ancho foliar: En la época de transición se registraron mayores longitudes, el promedio fue de $19,11 \pm DE 3,66$ cm con referencia a la época de lluvias $14,08 \pm DE 1,77$ cm, lo cual fue corroborado con un p-valor de 0,001 que indicó diferencias significativas entre éstas (f-valor = 19,16); es posible que el efecto de las precipitaciones sobre la condición del agua de mar incida en la reducción de los largos foliares por factores como cambios en la salinidad. Las hojas más largas fueron encontradas en la estación de Ballenas (B) con una longitud de $26,80 \pm 1,27$ cm, mientras que Warreo (W) obtuvo el valor mas bajo ($12,01 \pm 0,58$ cm); para la época de lluvias los valores fueron cercanos entre las estaciones, siendo Musichi (M) la que registró hojas mas largas ($17,77 \pm 0,90$ cm) y El Cardon (EC) las mas cortas ($11,64 \pm 0,42$ cm) (Tabla 2).

Si se comparan las estaciones del norte del departamento (W, PC y CV1) se pueden apreciar algunas diferencias, si bien Warreo se destacó anteriormente por tener en la época de transición las densidades más altas, sus hojas en este caso son las de menor longitud (12,01 cm), seguida por el cabo de La Vela (16,02 cm) y finalmente Punta Cocos (18,98 cm) (Figura 7). Con respecto a la media Guajira, se puede observar que aunque las estaciones en sus extremos Norte (El Cardon) (17,80 cm) y Sur (Ballenas) (26,80 cm), con mayor longitud contrastan en sus valores se evidencia una leve tendencia de incremento hacia Manaure 1 (M1) y descenso hacia Taguaya (T) lo cual se relaciona posiblemente con la morfología, si se tiene en cuenta la forma de la línea de costa de acuerdo al mapa, ya que la incidencia de la acción del mar puede estar influenciando en este aspecto.

Con relación a los valores reportados por otros autores el promedio de la longitud fue inferior, Castillo-Torres (2002) refiere para La Guajira un valor de 27,76 cm y para el Caribe colombiano en general de 20,96 cm. En estudios como el Ángel & Polania (2001) los largos de las hojas aumentaron con la profundidad reportando entre 1-2 m longitudes de 18,80 cm mientras que a mas de 5 m fueron de 20,6 cm; para esta investigación, no fue posible establecer diferencias en este factor con el gradiente de profundidad ya que aunque



el mayor valor se registró en una de las estaciones someras, en general hubo similitud entre estas y los datos obtenidos en las profundas.

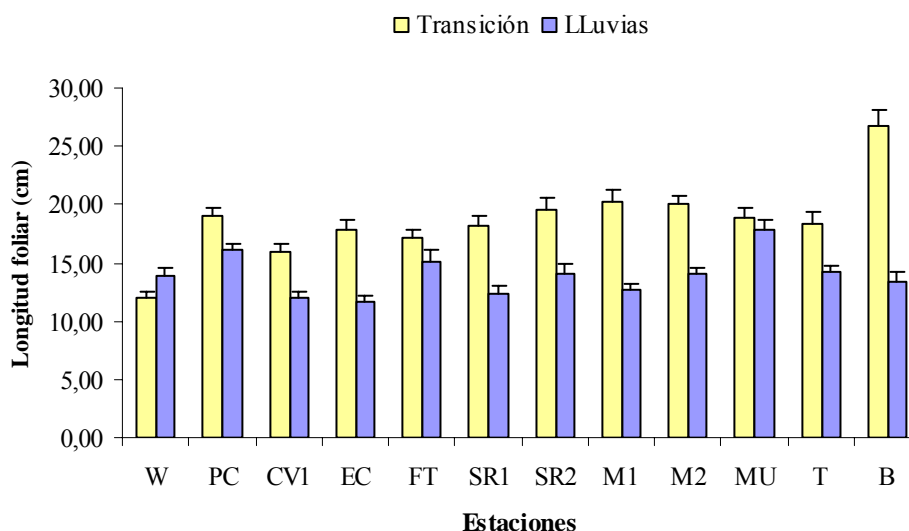


Figura 7. Longitud promedio de las hojas en las estaciones en la época de transición y lluvias. W (Warreo), PC (Punta Cocos), CV1 (cabo de La Vela 1), EC (El Cardon), FT (Frente a Torima), SR1 (Santa Rosa 1), SR2 (Santa Rosa 2), M1 (Manaure 1), M2 (Manaure 2), MU (Musichi), T (Taguaya) y B (ballenas).

El análisis de varianza muestra que las diferencias a nivel del ancho foliar se dieron entre épocas climáticas (p -valor = 0,0005 f -valor = 25,12) registrándose los más altos valores en transición; para este periodo el ancho de las hojas oscilo entre $1,05 \pm 0,03$ cm y $1,33 \pm 0,03$ cm siendo las estaciones del cabo de La Vela (CV1) y Manaure (M1 y M2) las mas representativas. Por el contrario en la época de lluvias el ancho de las hojas fue menor con un rango de 1,03-1,27 cm y los valores estuvieron representados por las estaciones de Torima (FT) y Manaure (M2) (Figura 8). Tanto los valores promedio de ancho foliar para transición (1,21 cm) y lluvias (1,10 cm) se encuentran cercanos al reportado para el Caribe colombiano en general (1,13 cm) por Castillo-Torres (2002) y al de estudios puntuales como el de Palacios *et al.* (1992) y Angel & Polania (2001) con 1,07 cm y 1,10 respectivamente.

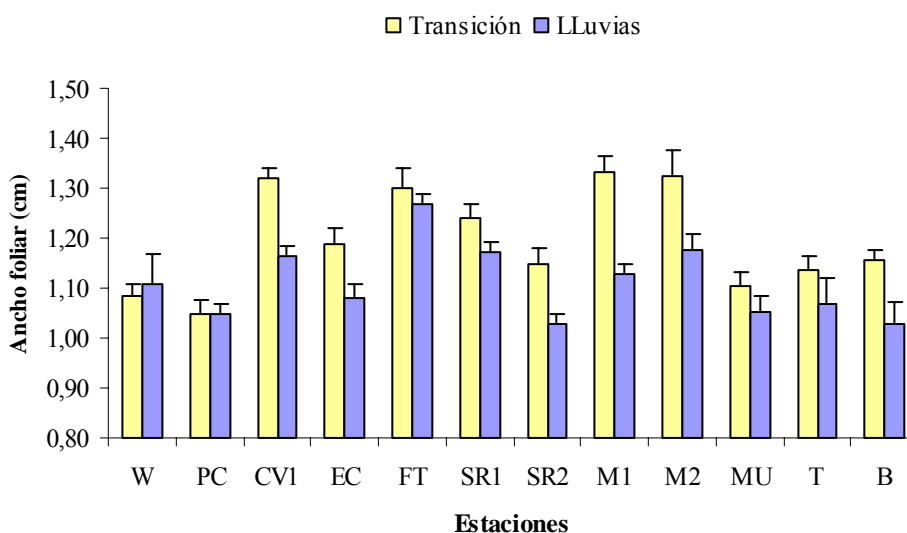


Figura 8. Ancho foliar promedio en las estaciones en la época de transición y lluvias. W (Warreo), PC (Punta Cocos), CV1 (cabo de La Vela 1), EC (El Cardon), FT (Frente a Torima), SR1 (Santa Rosa 1), SR2 (Santa Rosa 2), M1 (Manaure 1), M2 (Manaure 2), MU (Musichi), T (Taguaya) y B (ballenas).

6.2.6 Área foliar: Teniendo en cuenta que tanto la longitud como el ancho de las hojas fueron mayores en la época de transición, es de esperarse que esta variable presente este mismo comportamiento, lo cual se corroboró con el p-valor 0,001 (f-valor = 20,59), indicando que las diferencias están dadas igualmente por época climática. Se obtuvo un promedio en transición de $23,50 \pm 4,56 \text{ cm}^2$ superior teniendo en cuenta la media general ($20,96 \text{ cm}^2$) reportada por Castillo-Torres (2002), mientras que en lluvias sólo alcanzo a $15,86 \pm 2,22 \text{ cm}^2$ (Tabla 2).

Los datos más altos se registraron en las estaciones de Manaure (M1 y M2) y Ballenas (B) con áreas foliares entre los $27,34 \pm 1,83 \text{ cm}^2$ y $31,65 \pm 1,76 \text{ cm}^2$ y el más bajo en Warreo con el $13,42 \pm 0,88 \text{ cm}^2$, contrastando con que fue la única estación cuyo valor en lluvias sobrepaso al de transición debido a que mantuvo mayores largos y anchos para esta época. En este período de precipitaciones, el máximo valor ($21,00 \pm 1,38 \text{ cm}^2$) se encontró en Torima (FT) y el menor en El Cardon ($12,98 \pm 0,88 \text{ cm}^2$) (Figura 9). También se puede



observar como Torima (FT) es la estación que presenta la menor variabilidad entre épocas con relación a los factores del área foliar.

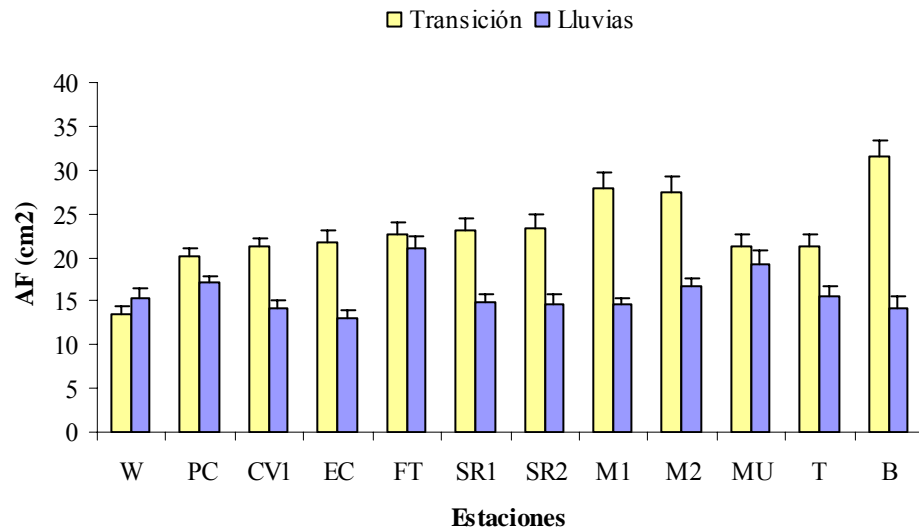


Figura 9. Variación del área foliar a lo largo de las estaciones en la época de transición y lluvias. W (Warreo), PC (Punta Cocos), CV1 (cabo de La Vela 1), EC (El Cardon), FT (Frente a Torima), SR1 (Santa Rosa 1), SR2 (Santa Rosa 2), M1 (Manaure 1), M2 (Manaure 2), MU (Musichi), T (Taguaya) y B (ballenas).

Los atributos de longitud, ancho y área foliar son importantes, ya que reflejan la condición y variabilidad en la estructura de las praderas *T. testudinum*, de acuerdo con CARICOMP (2001) se ha demostrado que las dimensiones del área foliar son indicadoras de tensión (*stress*) en comunidades de pastos marinos, por lo tanto cuando éstas presentan perturbaciones tales como el exceso de temperatura o salinidad, los valores de estos parámetros pueden decrecer.



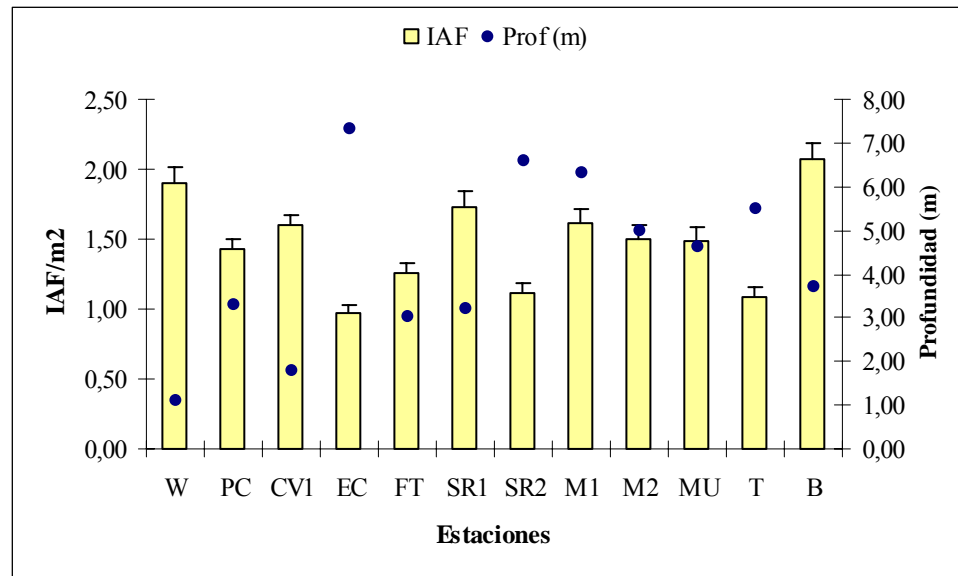
6.2.7 Índice de área foliar: Los valores alcanzados oscilaron entre 0,97-2,07 m² en transición y 0,70-2,31 m² en lluvias, siendo el promedio mayor para la primera época (1,55 ± 0,36 m²) (Tabla 2). No se observaron diferencias en periodos climáticos pero si por profundidad (p-valor = 0,0125 f-valor = 9,24), evidenciándose que el índice de área foliar es mayor en las estaciones someras. Ballenas registro el valor más alto (2,07 ± 0,11 m²) en transición a una profundidad de 3,70 m, mientras que las estaciones que sobrepasaron los 5 m registraron los más bajos valores (EC, SR2 y T) (Figura 10 a). En lluvias también se obtuvieron en praderas someras los mayores valores, en bahía Portete (PC) 2,31 ± 0,10 m² y en cabo de La Vela (CV1) 1,74 ± 0,11 m², presentado las estaciones profundas una disminución notoria del índice de área foliar con respecto a la profundidad (Figura 10 b), a pesar de que para esta época se obtuvieron altos valores de densidad en estaciones tanto someras como profundas y que este parámetro es determinante en la estimación de éste índice, no se logró evidenciar que esta diferencia fuese notoria en la tendencia mostrada por el índice entre épocas es así como los otros factores (longitud, ancho y área foliar) pueden llegar a incidir más en estos resultados.

Esta variable estructural es definida por Herrera-Martínez (1995) como “una medida indirecta del impacto del área superficial de las hojas que se da en m² de tejido de hoja/m² de fondo. Comprendiendo entonces la significancia de éste índice, se encontró en La Guajira un IAF promedio de 1,55 hoja/m² de superficie en la época de transición y un valor menor en la época de lluvias, 1,40 hoja/m² de superficie m². De cualquier forma, estos valores son muy inferiores comparándolos con los obtenidos en la bahía de Neguange por Herrera-Martínez (1995) de 7,06 hoja/m² de superficie y en bahía Chengue por Rodríguez-Ramírez (2003) de 5,6 hoja/m² de superficie. El valor de éste índice puede variar considerablemente, debido a que incluye una serie de atributos estructurales mencionados anteriormente, los cuales a su vez cambian de acuerdo con la heterogeneidad y las condiciones del sitio.



Praderas monoespecíficas de *Thalassia testudinum* en el departamento de La Guajira

a)



b)

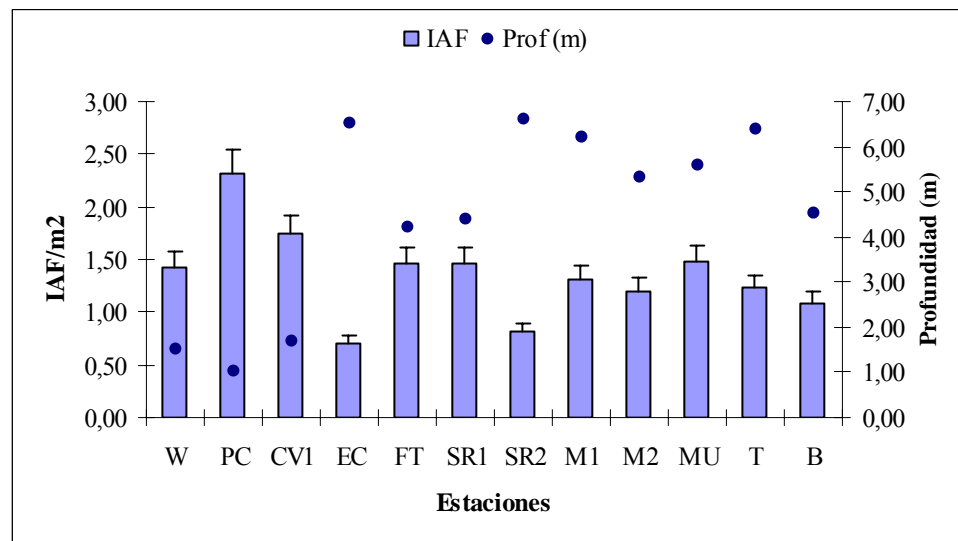


Figura 10. Variación del índice de área foliar en cada una de las épocas climáticas con relación a la profundidad. a) Época transición. b) Época de lluvias. W (Warreo), PC (Punta Cocos), CV1 (cabo de La Vela 1), EC (El Cardon), FT(Frente a Torima), SR1 (Santa Rosa 1), SR2 (Santa Rosa 2), M1 (Manaure 1), M2 (Manaure 2), MU (Musichi), T (Taguaya) y B (ballenas).

6.2.8 Biomasa de epífitos y signos de pastoreo: El porcentaje en peso húmedo de epífitos sobre las hojas de *Thalassia testudinum* presentó un promedio mayor en transición



Praderas monoespecíficas de *Thalassia testudinum* en el departamento de La Guajira

($22,13 \pm 10,33$ %) que en la época de lluvias ($15,13 \pm 10,31$ %), obteniendo el máximo valor la estación PC ($37,11 \pm 7,23$ %) y el mínimo en B ($5,59 \pm 1,71$ %) (Tabla 2). Las algas epífitas parecen estar directamente relacionadas con la profundidad, ya que teniendo en cuenta un p-valor menor a 0,05 (f-valor = 7,21) y los resultados de los análisis, el porcentaje de epífitos es mayor en las estaciones profundas para ambas épocas (Figura 11 b), este comportamiento de acuerdo con Palacios *et al.* 1992 es reportado en las praderas de Isla Grande, por el incremento del área foliar, que sirve como sustrato para la fijación de los epífitos. Además, existe relación inversamente proporcional con el porcentaje de pastoreo ya que en cuanto más se observaron hojas pastoreadas menor fue el peso húmedo de los epífitos.

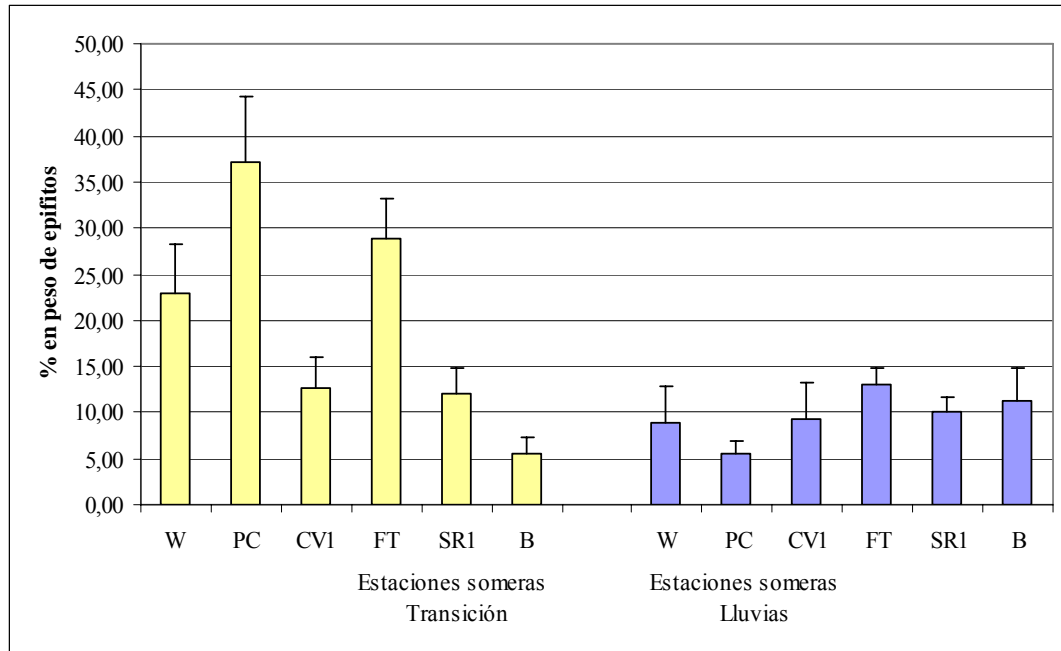
Por otro lado, Castillo-Torres (2002) reportó que las praderas de la península de La Guajira fueron dentro del Caribe colombiano las que presentaron mayores porcentajes de epífitos con un valor aproximado de 20,7 %, el promedio general fue de 13,4 %. Por su parte, Palacios *et al.* (1992) y Ángel & Polania (2001), encontraron en Cartagena y San Andrés promedios mayores, 50 % y 33,3 % respectivamente.

En general, los porcentajes en las estaciones someras fueron heterogéneos y a su vez inferiores con respecto a las profundas a excepción de Punta Cocos (PC) y Torima (FT) que mostraron valores de $37,11 \pm 7,23$ % y $28,80 \pm 4,50$ %, en estas mismas estaciones, los porcentajes en la época de lluvias fueron bajos y cercanos entre sí, siendo esta vez el menor PC ($5,52 \pm 1,30$ %) y el mayor en FT ($13,05 \pm 6,16$ %) (Figura 12 a). Por el contrario, las estaciones profundas exhibieron una tendencia diferente en cada una de las épocas, en transición, el porcentaje de epífitos fue superior entre El Cardon (EC) y Manaure 1 (M1) y a partir de Manaure 2 (M2) se presentó una disminución considerable, mientras que en lluvias el comportamiento fue inverso, en Manaure (M1 y M2) los valores fueron bajos y aumentaron en Musichi y Taguaya alcanzando el $29,50 \pm 6,84$ % y $41,84 \pm 5,25$ % correspondientemente (Figura 11 b).



Praderas monoespecíficas de Thalassia testudinum en el departamento de La Guajira

a)



b)

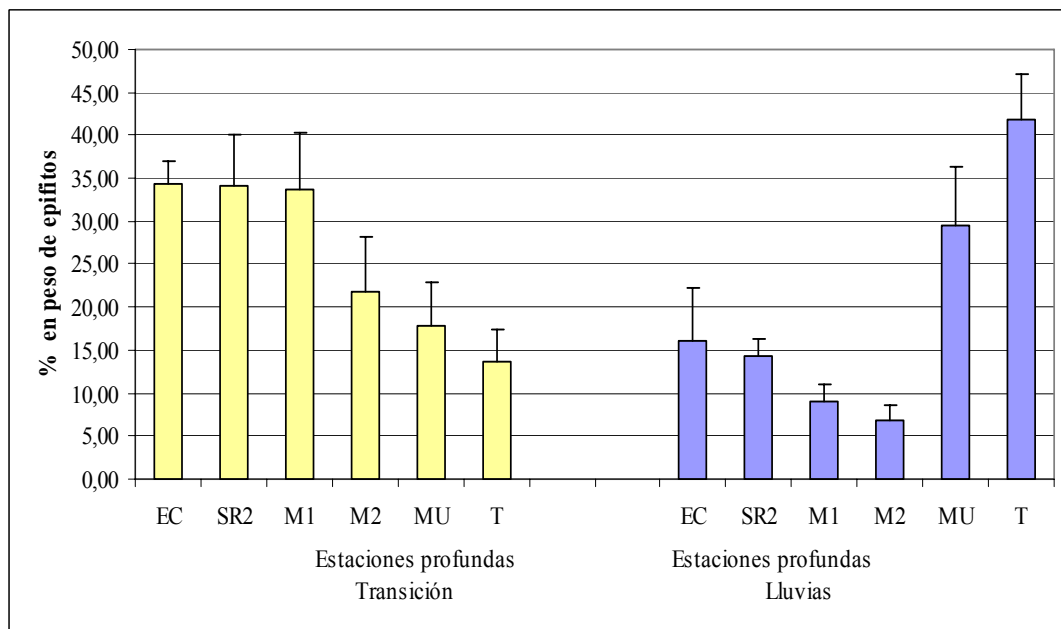


Figura 11. Porcentaje en peso húmedo de epífitos en las estaciones someras y profundas en ambas épocas climáticas. a) Época transición. b) Época lluvias. W (Warreo), PC (Punta Cocos), CV1 (cabo de La Vela 1), EC (El Cardon), (Frente a Torima), SR1 (Santa Rosa 1), SR2 (Santa Rosa 2), M1 (Manaure 1), M2 (Manaure 2), MU (Musichi), T (Taguaya) y B (Ballenas).



Por su parte, en cuanto a los signos de pastoreo no se registraron diferencias significativas con respecto a la profundidad o a las épocas, sin embargo los promedios indican que hubo mayor porcentaje de hojas pastoreadas en transición ($44,55 \pm 18,89$ %) (Tabla 2) y las estaciones del cabo de La Vela (CV1), Torima (FT), Santa Rosa (SR1) presentaron valores máximos entre el 50 y 76 %. En lluvias los promedios fueron inferiores entre el 51 y 63% coincidiendo nuevamente con el mayor porcentaje la estación del Cabo de la Vela (CV1), El Cardon (EC) y Torima (T).

La presencia de las algas epífitas sobre las hojas de los pastos marinos es de gran importancia a nivel ecológico y como enlace en la cadena alimenticia, además indican el grado de tensión (*stress*) por cambios ambientales o la presencia de aguas continentales enriquecidas con nutrientes (Dawes, 1986; Phillips, 1992; Fresneda Gualteros, 1994). Cuando el porcentaje de epífitos es muy elevado trae consigo problemas para las praderas y finalmente es un factor que contribuye al deterioro de la misma, los epífitos disminuyen notablemente el área fotosintéticamente activa de la hoja y por consiguiente su vida útil (Dawes, 1986 y Phillips 1992), además el creciente peso de los mismos especialmente en la parte distal de las hojas que es la mas vieja y ha estado expuesta durante un mayor tiempo a la colonización, hace que la hoja se doble, caiga sobre el sustrato y permita que los microorganismos del fondo comiencen el proceso de descomposición (Van Montfrans et al., 1984).

Phillips & Mc Roy (1990), mencionan que el peso de los epífitos puede en algunos casos exceder la biomasa de las hojas que les proporcionan sustrato, siendo esto a su vez una señal de tensión en las praderas de pastos marinos. Comparando las biomásas de epífitos y biomásas foliares obtenidas en la zona, se puede decir que esta tendencia se presentó en varias de las estaciones visitadas y se notó una marcada diferencia entre las épocas (Figura 12). En transición se evidenció en bahía Portete y en las estaciones entre El Cardon (EC) y Musichi (MU), lo cual permite ver que esta es una época favorable para la colonización de las algas epífitas y que especialmente la estación profunda de Manaure (M1) presenta



elevadas biomasa de epífitos. Por otro lado, en lluvias el comportamiento de la biomasa foliar aumenta considerablemente en las estaciones de la Alta Guajira tanto en Portete como en el cabo de La Vela y en algunas de la media Guajira especialmente en Torima (FT) y Santa Rosa 1 (SR1) sobrepasando la de los epífitos y solo se observan altas biomasa de éstos en aquellas estaciones que se encuentran cerca de afluentes de aguas continentales que puedan estar enriquecidas de nutrientes que favorezcan el asentamiento de estas microalgas, estos lugares fueron Torima, que se encuentra cerca a la boca de la laguna costera Torima pero que a su vez este incremento puede estar dado por el incremento de su biomasa foliar proporcionando mayor sustrato para el asentamiento de los epífitos y por último las estaciones cercanas a Riohacha Musichi y Taguaya (Figura 12).

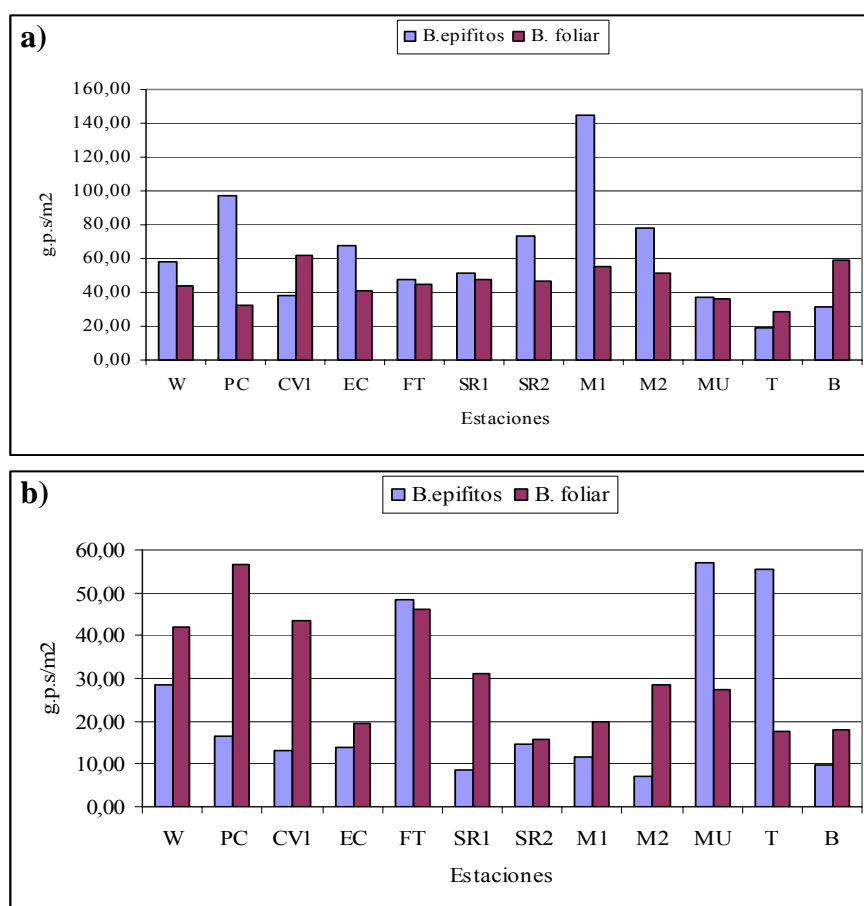


Figura 12. Comparación entre la biomasa de epífitos y la biomasa foliar obtenida en cada una de las estaciones de muestreo a) Época transición. b) Época lluvias.



El porcentaje de epífitos se encuentra relacionado también con los porcentajes de hojas pastoreadas, ya que la actividad de los principales pastoreadores en las praderas, ayudan a controlar la proliferación de las microalgas. Las hojas recolectadas presentaron en su mayoría evidencias de pastoreo, proporcionadas por los herbívoros más frecuentes observados durante los muestreos, como peces loro (Familia Scaridae), cirujanos (Familia Acanthuridae) y erizos del género *Lytechinus* muy abundante en el área de estudio. Se considera que la fauna asociada a las praderas de *T. testudinum* juega un papel importante y que las poblaciones posiblemente fluctúan de manera estacional o están controladas por fenómenos naturales que ocasionan sus incrementos esporádicos (Ángel, 1998). Los mayores porcentajes de pastoreo fueron encontrados en el cabo de La Vela, Torima y Santa Rosa, con relación a esto a pesar que las biomasa de epífitos en algunos casos sobrepasaron a las foliares, en estos sitios no fue tan elevada la diferencia.

6.2.9 Biomasa foliar: Este atributo presentó variaciones tanto por la época (p-valor = 0,010 f-valor = 9,88) como por profundidad (p-valor = 0,002 f-valor = 15,82), obteniendo un promedio de biomasa mayor en transición ($48,24 \pm 11,98$ g.p.s/m²) (Tabla 2). El valor más alto para este periodo fue registrado por la estación del cabo de La Vela (CV1) con un valor de $61,51 \pm 10,16$ g.p.s/m² y el menor por Taguaya (T) con $28,23 \pm 2,59$ g.p.s/m² (Figura 14 a y b). En la época de lluvias se evidenciaron menores biomasa foliares con promedio de $31,95 \pm 14,05$ g.p.s/m² (Tabla 2) presentando altos valores las estaciones someras (W, PC, CV1, FT) con datos entre $42,18 \pm 8,17$ g.p.s/m² y $56,51 \pm 6,36$ g.p.s/m² (Figura 13 a).

De acuerdo con el análisis de varianza, la biomasa foliar es inversamente proporcional con la profundidad, cabe resaltar que si bien esta tendencia es evidente para las dos épocas, es notable la reducción de ésta durante el período de lluvias encontrándose valores máximos de $56,50$ g.p.s/m² y $28,34$ g.p.s/m² en somero y profundo respectivamente en contraste con



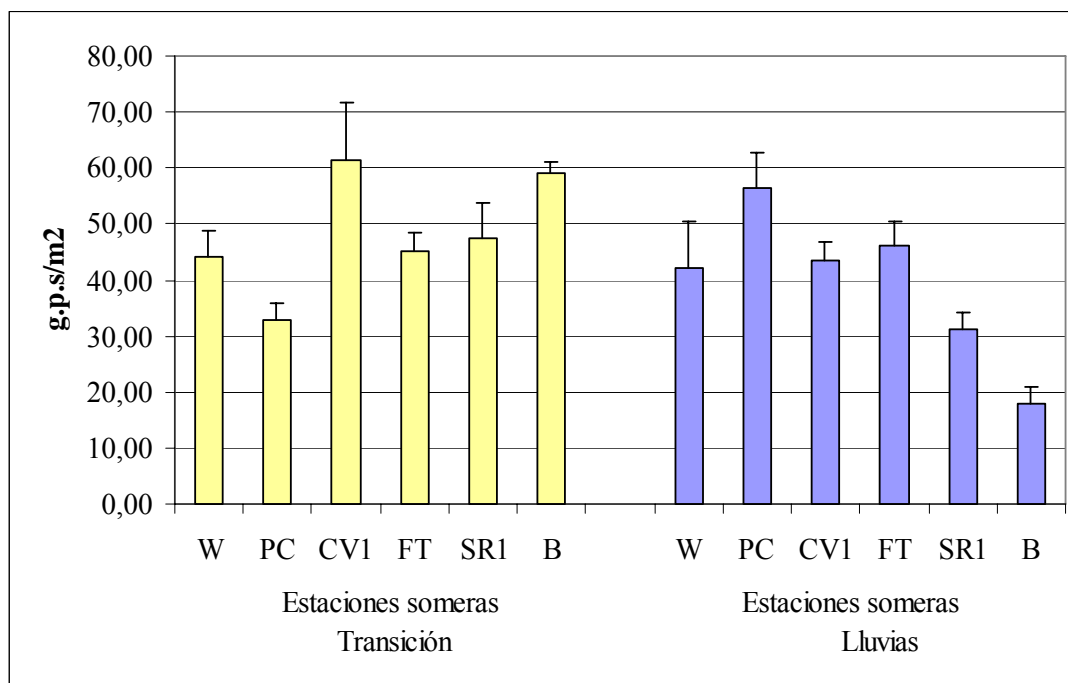
61,50 g.p.s/m² y 55,03 g.p.s/m² en transición (Figuras 14 a y b). Sin embargo, esto no se cumple para la época de transición donde ocurrió todo lo contrario (Figura 13 b).

Es posible que las disminuciones observadas para la época de lluvias respondan a perturbaciones en la columna de agua a causa de los sedimentos en suspensión frecuentes durante éste periodo, reduciéndose la intensidad lumínica a 18,6% con respecto a transición (29,16%) incidiendo en los procesos fotosintéticos y de fijación de carbono. De acuerdo con la biomasa foliar de 147,61 g.p.s/m² reportada La Guajira y la media general para el Caribe colombiano de 105 g.p.s/m² por Castillo-Torres (2002), los valores obtenidos en este estudio fueron inferiores ya que en transición se presentó un valor promedio de 48,24 g.p.s/m² y en lluvias de 31,95 g.p.s/m²; en general los datos fueron heterogéneos y las estaciones que alcanzaron mayor biomasa foliar fueron el cabo de La Vela, Manaure y Ballenas, en donde se encontraron praderas más desarrolladas en cuanto a área foliar. Teniendo en cuenta las biomásas foliares reportadas para La Guajira por Castillo Torres (2002 En: Díaz *et al.*, 2003) los registros en Puerto López (103 g.p.s/m²), Portete (602-712 g.p.s/m²) y cabo de La Vela (220-407 g.p.s/m²) estuvieron por encima de los reportados en este estudio. La biomasa foliares más similares a los datos de este estudio fueron evidenciadas por Fresneda & Gualteros (1994) en Islas del Rosario con un rango entre 26 y 51 g.p.s/m².



Praderas monoespecíficas de Thalassia testudinum en el departamento de La Guajira

a)



b)

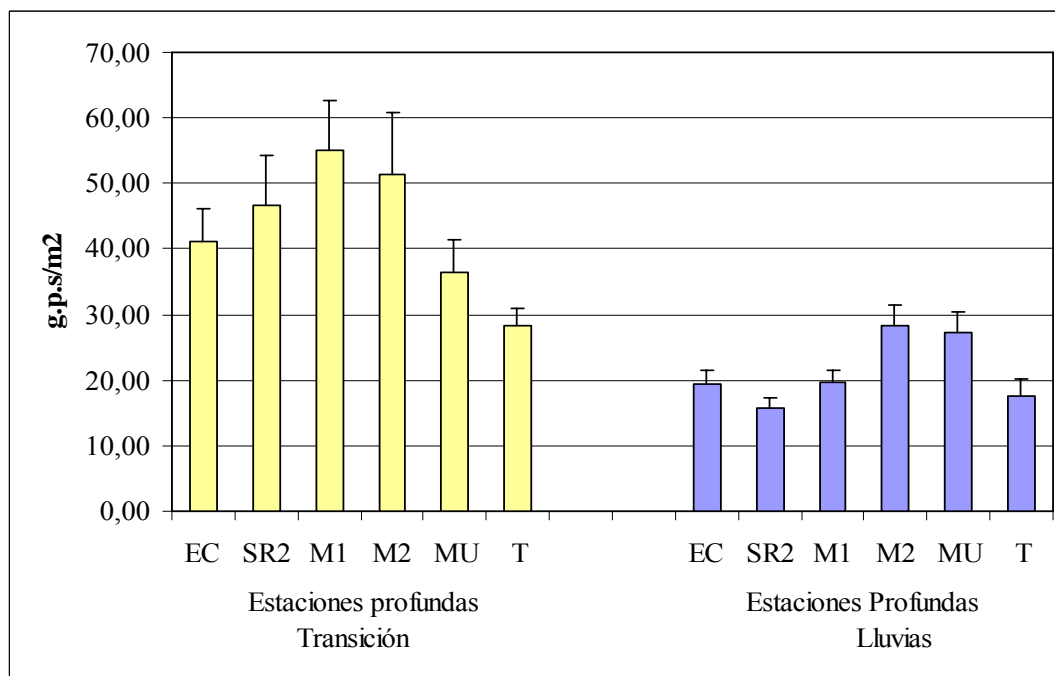


Figura 13. Valores de biomasa foliar en las estaciones someras y profundas. a) Época de transición b) Época de lluvias. W (Warreo), PC (Punta Cocos), CV1 (cabo de La Vela 1), EC (El Cardon), (Frente a Torima), SR1 (Santa Rosa 1), SR2 (Santa Rosa 2), M1 (Manaure 1), M2 (Manaure 2), MU (Musichi), T (Taguaya) y B (Ballenas).



Praderas monoespecíficas de *Thalassia testudinum* en el departamento de La Guajira

Por su parte Ortiz *et al.* (1990) en Isla Grande coincide que la biomasa foliar presenta diferencias significativas de acuerdo con la profundidad, encontrando que ésta es mayor en la zona somera; en esta investigación reportan la biomasa foliar utilizando la técnica de poda a nivel del piso en tres profundidades diferentes, la primera a 0.5 m con un valor de 108,68 g.p.s/m², la segunda a 1.5 m con 55 g.p.s/m² y la tercera a 4.5 m 32 g.p.s/m². Echeverry (1982), también relacionó la disminución de la biomasa de *T. testudinum* con respecto a la profundidad en la bahía de Nenguange con un amplio rango de biomasa entre 635 a 1234 g.p.s/m². Además de la profundidad, las pruebas de correlación indican que la biomasa foliar es influenciada por la salinidad, la transparencia y el contenido de arenas gruesas y muy finas como se ampliará posteriormente.

6.2.10 Biomasa en pie: Los valores de biomasa expresados en gramos de peso seco por metro cuadrado (g.p.s/m²) presentaron valores promedio cercanos en ambas épocas, 179,91 ± 111,57 g.p.s/m² en transición y 170,88 ± 105,29 g.p.s/m² en lluvias (Tabla 2). Para la primera época la biomasa osciló entre 56,34 g.p.s/m² en la estación de Warreo y 391,52 g.p.s/m² en Manaure 2, mientras que en la segunda época el valor mínimo correspondió a la estación de Torima (30,24 g.p.s/m²) y el máximo a el cabo de La Vela con un valor de 372,10 g.p.s/m² (Figura 14). De acuerdo con el análisis de varianza, esta variable no presenta diferencias significativas en cuanto a la época ni la profundidad (p-valor > 0,05).

Aun así es importante resaltar las variaciones más evidentes observadas en las estaciones del cabo de La Vela (CV1) donde hay un incremento considerable a nivel de este factor para la época de lluvias contrario a Torima (FT) que mostró una reducción significativa de 375,6 g.p.s/m² a 30,24 g.p.s/m² para el mismo periodo. Igualmente se puede apreciar una tendencia en la mayoría de las estaciones a aumentar los valores de biomasa en pie posiblemente debido a alteraciones en la tasa de renovación por resuspensión de sedimento y mayor gasto energético para retener la actividad de corrientes intensificadas para la época



desprendiendo con facilidad y rapidez las hojas (biomasa foliar) a manera de estrategia ante este tipo de perturbaciones incrementándose la biomasa a nivel de lígulas o vainas.

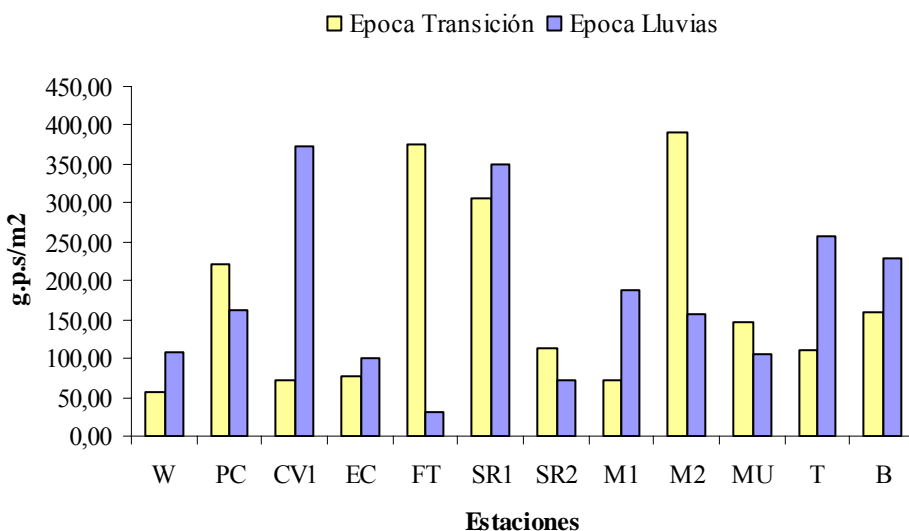


Figura 14. Variación de la biomasa en pie en cada una de las estaciones en ambas épocas climáticas. W (Warreo), PC (Punta Cocos), CV1 (cabo de La Vela 1), EC (El Cardon), FT (Frente a Torima), SR1 (Santa Rosa 1), SR2 (Santa Rosa 2), M1 (Manaure 1), M2 (Manaure 2), MU (Musichi), T (Taguaya) y B (ballenas).

6.2.11 Biomasa rizoidal: La biomasa rizoidal de la época de lluvias en general duplicó a la de transición, siendo la estación del cabo de La Vela (CV1) y Punta Coco (PC) las que obtuvieron los valores más altos (483,19 y 452,32 g.p.s/m²) con respecto Torima (261,97 g.p.s/m²) en transición. Las más bajas biomásas se presentaron en la estación de Taguaya con 28,33 g.p.s/m² para transición y en Musichi 109,50 g.p.s/m² en la época de lluvias (Figura 15).

Este atributo reportó un p-valor mayor a 0,05 por lo tanto no existen diferencias significativas, lo cual puede deberse más a sesgos en la toma de las muestras a causa de modificaciones en el equipo utilizado (corazonador) que pudieron incidir en la cantidad de biomasa en pie como rizoidal colectada; el hecho de que no se contara con la tapa superior recomendada para lograr el vacío y facilitar la extracción asegurando el material contenido,



pudo conllevar a pérdidas en menor o mayor proporción de éste afectando los datos obtenidos. Aun así y teniendo como base la Figura 15 se puede observar una tendencia de incremento en la mayoría de las estaciones para la época de lluvias; posiblemente como resultado de contar con una mayor facilidad de extracción y de nivel de penetración en el sustrato debido a la reducción de la biomasa foliar en este periodo como se menciono anteriormente.

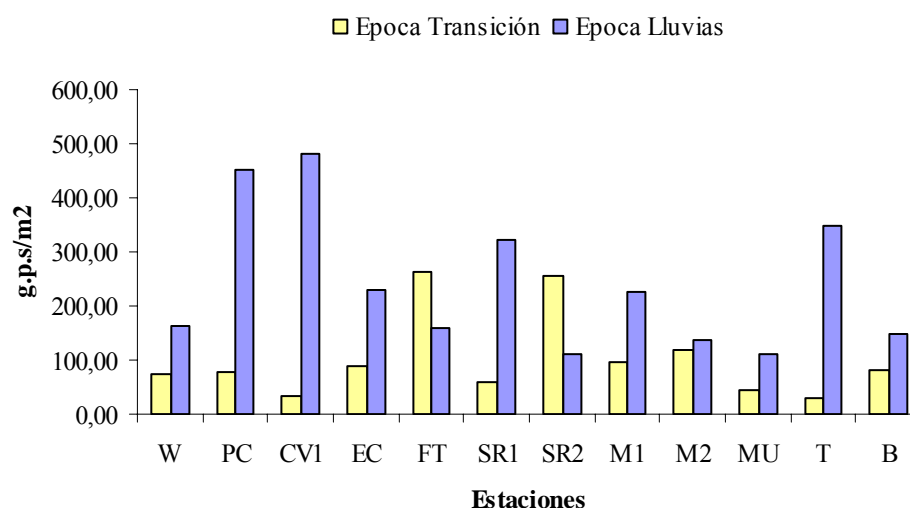


Figura 15. Valores de biomasa rizoidal en las estaciones en ambas época climáticas. W (Warreo), PC (Punta Cocos), CV1 (cabo de La Vela 1), EC (El Cardon), FT (Frente a Torima), SR1 (Santa Rosa 1), SR2 (Santa Rosa 2), M1 (Manaure 1), M2 (Manaure 2), MU (Musichi), T (Taguaya) y B (ballenas).

A pesar que las pruebas estadísticas indicaron que no existen diferencias significativas entre la biomasa rizoidal y en pie con relación a la época y la profundidad, los promedios generales obtenidos indican que las praderas del área evaluada la biomasa en pie supero a la rizoidal en la época de transición mientras que en lluvias la biomasa rizoidal fue muy superior. La mayoría de trabajos en el Caribe colombiano han coincidido con que la biomasa subterránea de *T. testudinum*, es mayor con respecto a la foliar, Castillo-Torres (2002) reportó una biomasa rizoidal de 872,98 g.p.s/m² y una biomasa en pie de 125,99 g.p.s/m².



Praderas monoespecíficas de *Thalassia testudinum* en el departamento de La Guajira

Por otro lado, en este estudio, las pruebas determinan que no hay diferencias significativas de la biomasa en pie y rizoidal con respecto a la profundidad, y efectivamente los histogramas de comparación no muestran un patrón de comportamiento entre la biomasa de las estaciones someras y profundas, lo que es evidente es que las estaciones que presentan los mayores valores de biomasa tanto en pie como rizoidal son el cabo de La Vela (CV1), Torima (FT), y Manaure (M1 y M2), indicando que en estas estaciones las praderas pueden ser mas desarrolladas y complejas a nivel estructural, beneficiadas por el tipo de sustrato y las condiciones tanto ambientales como geográficas. Díaz *et al.* (2003), afirman que en el Caribe colombiano, la biomasa rizoidal fue significativamente menor en las estaciones profundas, ya que a diferencia de lo que sucede en la zona somera el sistema de rizomas de los pastos marinos no actúa como estabilizador del sustrato para evitar la erosión y acumular energía en forma de materia orgánica de acuerdo a lo referido por Zieman (1986 En: Palacios *et al.*, 1992).

6.3 CRECIMIENTO, PRODUCCIÓN PRIMARIA Y TASA DE RENOVACIÓN DE *Thalassia testudinum*

Para la estimación del crecimiento foliar, producción primaria y tasa de renovación de *T. testudinum* se escogieron dos lugares Warreo en bahía Portete y el cabo de La Vela, que por su ubicación y condición somera facilitaron la colocación de los cuadrantes, la realización del marcaje y lo más importante su reubicación.

6.3.1 Crecimiento foliar: De acuerdo a las mediciones realizadas en el laboratorio, se obtuvo que en bahía Portete el crecimiento promedio durante los cinco días fue de $3,91 \pm 0,16$ cm y en el cabo de La Vela fue de $4,09 \pm 0,33$ cm siendo aproximadamente en un día para la Bahía de 7,82 mm/día y para el cabo de 8,18 mm/día. Dado a que en la época de lluvias los cuadrantes del cabo de La Vela fueron recogidos en un lapso de 18 horas, se



Praderas monoespecíficas de *Thalassia testudinum* en el departamento de La Guajira

determinó que en promedio durante este tiempo las hojas lograron crecer 0,57 mm, por lo tanto se podría decir que por día (24 horas) en esta zona pueden tener un promedio de elongación de 0,76 mm/día.

Comparando con otros estudios realizados en praderas del Caribe colombiano, el crecimiento registrado en La Guajira es superior con respecto a los valores reportados por Ortiz *et al.* (1990), Palacios *et al.* (1992), Fresneda & Gualteros (1994) y Herrera-Martínez (1995), además se debe tener en cuenta que la mayoría de estos estudios registraron el crecimiento en un tiempo mayor (13 a 15 días). Por otra parte, se puede decir que en ambas zonas, las praderas se encuentran en un lugar óptimo para su crecimiento y desarrollo ya que, según Phillips (1992) las hojas de *T. testudinum* crecen normalmente 5 mm/día pero en ocasiones cuando las condiciones son favorables pueden alcanzar hasta los 10 mm/día.

Con relación a el procedimiento de secado y pesaje de las fracciones de las hojas, sugeridos por CARICOMP (2001) para la determinación del crecimiento foliar durante los cinco días de experimento, es evidente que en la época de transición en bahía Portete, el crecimiento en biomasa, el cual corresponde a la porción nueva de la hoja luego del marcaje, fue mayor (18,48 g.p.s/m²), con respecto a la época de lluvias (6,05 g.p.s/m²). En el cabo de La Vela, en la época de transición fue de 11,32 g.p.s/m², el cual es inferior si se compara con bahía Portete en esta misma época. En lluvias, durante las 18 horas fue de 1,32 g.p.s/m², lo que permite inferir que en un día podría ser de 1,76 g.p.s/m².

Por su parte, las hojas nuevas en bahía Portete en la época de lluvias, presentaron un peso de 6,10 g.p.s/m², el cual es superior con respecto a la época de transición tanto en Portete (3,82 g.p.s/m²) como en el cabo de La Vela (3,28 g.p.s/m²). En la época de lluvias en el cabo de La Vela el peso durante las 18 horas fue de 0,47 g.p.s/m² lo que quiere decir que en un día podría ser de 0,62 g.p.s/m², lo que indicaría posiblemente que la producción de hojas nuevas es mayor en bahía Portete en ambas épocas.



La parte de la hoja que comprende el ápice y la marca realizada con la aguja hipodérmica, corresponde a la biomasa vieja, la cual a diferencia de las fracciones anteriores registró sus más altos valores en el cabo de La Vela; en la época de transición ($63,20 \text{ g.p.s/m}^2$), éste sobrepaso la biomasa de Portete donde se registró un peso de $42,77 \text{ g.p.s/m}^2$. En lluvias, la biomasa vieja en Portete fue menor a la que reportó en transición ($32,78 \text{ g.p.s/m}^2$) y en el cabo de La Vela, este valor se incremento a $92,52 \text{ g.p.s/m}^2$ en el lapso de las 18 horas siendo en un día de $123,37 \text{ g.p.s/m}^2$, posiblemente por alteraciones en la tasa de renovación a nivel de lígula o vaina referida anteriormente.

Para efectos de visualizar y comprender mejor los resultados obtenidos de crecimiento, la Figura 16, muestra el crecimiento nuevo (crecimiento nuevo en biomasa+hojas nuevas), la biomasa vieja y la biomasa en pie que se registró tanto en las praderas de Portete como en el cabo de La Vela, teniendo en cuenta que esta biomasa en pie esta constituida únicamente por la parte foliar (hojas). Lo que permite suponer que, en la Bahía las hojas se elongaron más en la época de transición y en lluvias fue muy similar al crecimiento en el cabo de La Vela (Figura 14). Por su parte, la mayor biomasa vieja se encontró en la época de lluvias en Portete, lo que resulta importante ya que en ninguna de las estaciones la biomasa vieja, sobrepaso a la biomasa en pie lo que podría indicar que en ninguna de las zonas existen condiciones de stress que puedan alterar la producción de biomasa y tasa de renovación.

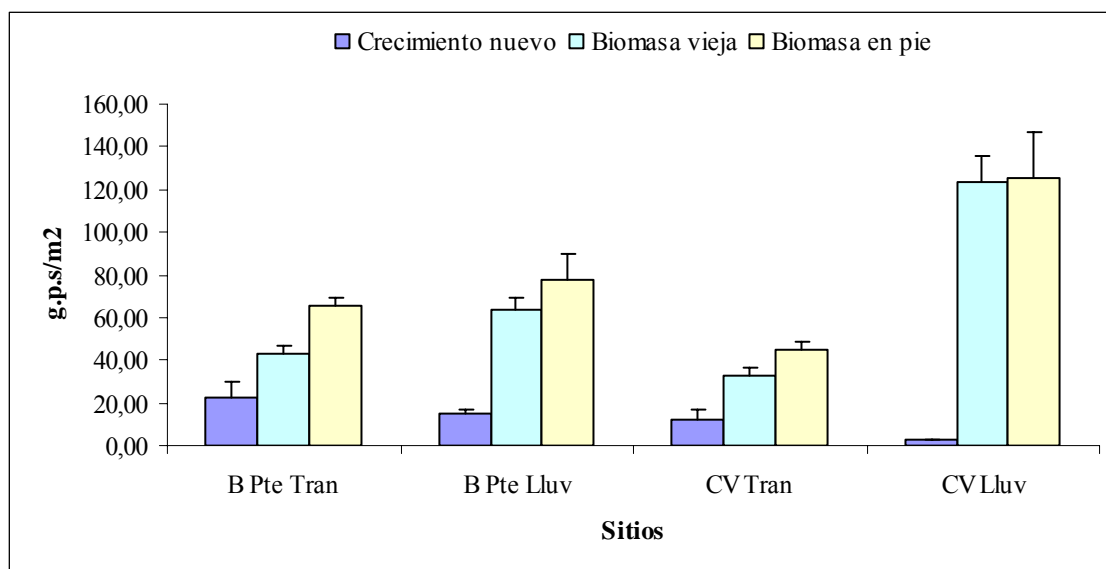


Figura 16. Valores de crecimiento nuevo (crecimiento+hojas nuevas), biomasa vieja y biomasa en pie en bahía Portete y el cabo de La Vela, en transición y lluvias durante cinco días de cosecha. **B Pte tran** (bahía Portete transición), **B Pte Lluv** (bahía Portete Lluvias), **CV Tran** (cabo de La Vela transición) con valores extrapolados a un solo día.

De acuerdo, con la prueba de comparación de medias de Mann-Whitney, se obtuvo que el crecimiento foliar en ambos sitios, en la época de transición no presenta diferencias significativas al aceptarse la hipótesis nula propuesta donde ambos sitios son iguales. Sin embargo, al realizar la comparación con los datos obtenidos en bahía de Portete, se evidenciaron diferencias en ambos periodos en cuanto a la biomasa en pie (p -valor = 0,013) y el crecimiento viejo (p -valor = 0,019), lo que indica que hubo mayor biomasa en lluvias y el crecimiento foliar fue mayor en transición.



6.3.2 Producción primaria: A nivel de este factor, bahía Portete es la zona que presenta mayor producción, ya que en ambas épocas registró valores superiores con respecto al cabo de La Vela (Figura 17). Sin embargo, con base las pruebas de Mann-Whitney no indicaron diferencias significativas entre estas estaciones durante los dos periodos. Aun así cabe resaltar que en la época de transición la producción fue mayor en ambas zonas con valores de 4,46 g.p.s/m²/día en Portete y 2,92 g.p.s/m²/día en el cabo de La Vela.

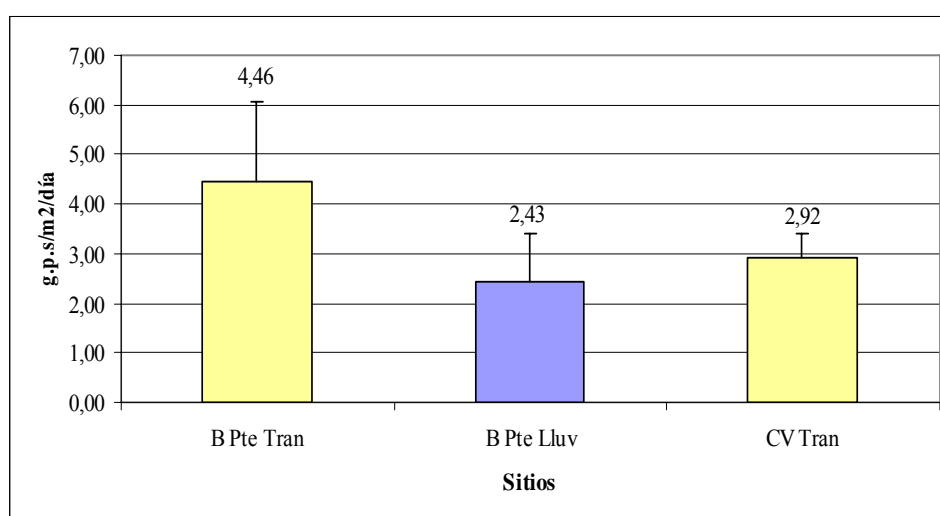


Figura 17. Valores diarios de producción primaria de *T. testudinum* en bahía Portete y cabo de La vela. **B Pte tran** (bahía Portete transición), **B Pte Lluv** (bahía Portete Lluvias), **CV Tran** (cabo de La Vela transición) y **CV Lluv** (cabo de La Vela Lluvias).

Estos valores resultan ser igualmente muy superiores a los reportados en el Caribe colombiano, la producción primaria más cercana a la registrada en el cabo de La Vela es la encontrada por Palacios *et al.* (1992) y Fresneda & Gualteros (1994) con valores de 2,55 g.p.s/m²/día y 2,20 g.p.s/m²/día. Por otro lado, en lo que tiene que ver con bahía Portete, Zieman *et al.* 1989, reporta un valor de producción primaria de 0,97 g.p.s/m²/día lo cual es un valor bastante bajo con respecto al registrado en este estudio, sin embargo, obtiene un valor máximo de 3,42 g.p.s/m²/día, el cual se aproxima más al registrado en bahía Portete.



6.3.3 Tasa de renovación: La tasa de renovación de acuerdo con CARICOMP (2001) es la cantidad de biomasa producida por unidad de planta, es decir, es el porcentaje de planta presente que ha sido reemplazada cada día. Con base en esto, estuvo mejor representada nuevamente en la bahía de Portete con un valor de 6,5 % el cual no se vio tan afectado en la época de lluvias pues su valor fue de 5,95%, por su parte el cabo de La Vela registro un valor inferior de 3,83 % (Figura 18). En el cabo de la Vela de acuerdo con los datos obtenidos en lluvias la tasa de renovación en 18 horas presento un valor de 1,90 % lo cual en un día representaría un 2,53%, valor inferior con respecto al primer periodo.

La tasa registrada en bahía Portete es elevada con respecto a otros trabajos, en el Parque Nacional Corales del Rosario, Fresneda y Gualteros (1994) reportaron tasas de renovación entre 3,31 y 4,72 %, por lo tanto el valor encontrado en el cabo de La Vela se encuentra dentro de éste rango, mientras que bahía Portete sigue siendo un caso especial con una elevada producción y tasa de renovación.

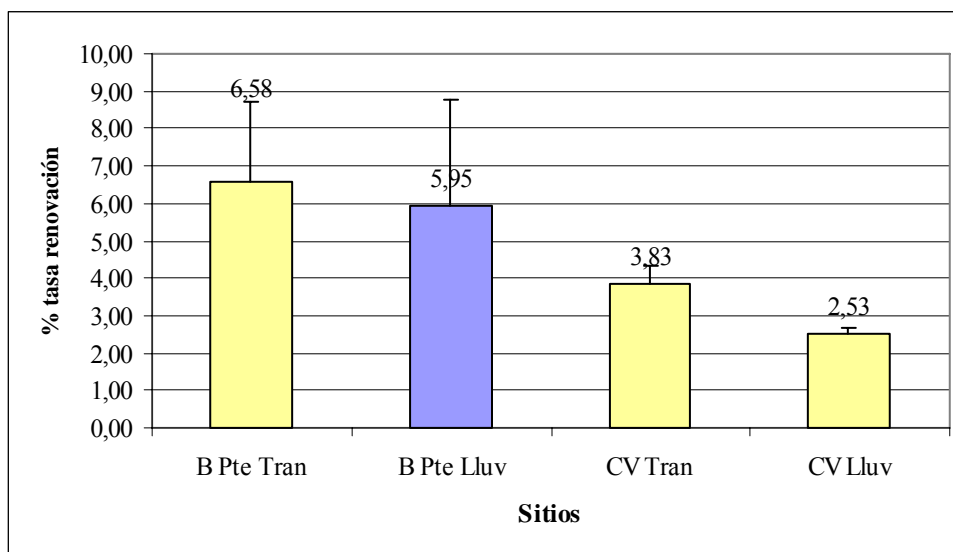


Figura 18. Tasa de renovación de *T. testudinum* en bahía Portete y el cabo de La Vela en ambas épocas climáticas. **B Pte tran** (bahía Portete transición), **B Pte Lluv** (bahía Portete Lluvias), **CV Tran** (cabo de La Vela transición) y **CV Lluv** (cabo de La Vela Lluvias).



De acuerdo con los resultados y las pruebas estadísticas, estos dos sitios no presentan diferencias significativas en cuanto a este factor, sin embargo, los valores indican que tanto la producción primaria y la tasa de renovación son mayores en bahía Portete, mientras que el crecimiento y la biomasa en pie es superior en el cabo de La Vela. Esto coincide con las condiciones ambientales de cada sitio, ya que las praderas de la bahía poseen una buena disponibilidad de luz y poca resedimentación contrario a como se presenta en el cabo de La Vela, en donde las hojas necesitan crecer más para aumentar el área fotosintética y absorber mayor cantidad de luz. Además deben existir otras condiciones no tomadas en cuenta en este estudio que favorecen una mayor producción en bahía Portete, especialmente en la época de transición, ya que en la época de lluvias se vio disminuida en ambos sitios contrario a lo que se esperaba.

6.4 ANÁLISIS DE CLASIFICACIÓN

Se trazó una línea en cada uno de los dendogramas, las cuales permitieron discriminar la formación de los grupos, en la época de transición se trazó a una distancia de 3.4 (Figura 19), en donde se formaron cuatro grupos y en lluvias a 3.8 dando como resultado tres grupos (Figura 20). Las asociaciones en la mayoría de los casos se dieron por la similitud entre los atributos evaluados y por la cercanía geográfica dándose una variación con respecto a la época climática.

Las representaciones gráficas permitieron distinguir en cierta forma una zonificación de las praderas del área, entre Manaure y el cabo de La Vela, entre Riohacha y Manaure y bahía Portete. Esta última zona resultó ser un caso especial en La Guajira, ya que presentó densidades de vástagos muy superiores a las demás estaciones realizadas en este departamento. En los casos en los que se asociaron con alguna otra estación por lo general no ocurrió por los valores de densidad, sino por similitud en alguno de los otros atributos como longitud, ancho o biomasa rizoidal, ya que en cuanto a los demás atributos siempre



sobresalieron. Según Castillo-Torres (2002), “su condición de bahía facilita el establecimiento de manglares y el crecimiento de pequeñas colonias de *Millepora alcicornis* y corales masivos de los géneros *Siderastrea*, *Porites* y *Manicina* dentro de las praderas, que junto al alga *Halimeda sp.* proporcionan sedimentos de arenas medias litobioclásticas en algunos sectores, permitiendo que las condiciones de hábitat, sustrato y transparencia, sean óptimas para el asentamiento y buen desarrollo de los pastos y de más organismos”.

A pesar que ambas estaciones, Warreo y Punta Cocos están en la misma Bahía nunca se asociaron en la clasificación, probablemente debido a la ubicación de las praderas, las zonas son completamente diferentes, mientras que Warreo se encuentra en un área un poco más protegida, Punta Cocos es en un lugar abierto, cerca a la boca de entrada de la Bahía en donde cambia la composición del sedimento y la visibilidad, lo cual obliga a que la estructura de los pastos sea distinta.

Con la clasificación tanto en transición como en lluvias se logró distinguir un asociación permanente entre las estaciones comprendidas entre el cabo de La Vela y Manaure, en este sector de acuerdo con las variables medidas, las praderas de *T. testudinum* se caracterizan por presentar hojas de tamaño intermedio con un ancho mayor al de Portete o las estaciones cercanas a Riohacha. Por otro lado, al contener la mayoría de las estaciones profundas, no reportaron densidades tan altas pero si fueron representativos sus porcentajes de epífitos, al igual que los valores de biomasa foliar y rizoidal superaron en general a las demás asociaciones. Esto permite decir, que las praderas en esta zona en conjunto presentan un mayor desarrollo y complejidad con respecto a las demás estaciones.

Otro caso especial, fueron las estaciones de Taguaya (T) y Musichi (MU), las cuales se asociaron en ambas épocas y su similitud tiene relación con la longitud de sus hojas, las cuales fueron un poco más largas con respecto a las anteriores estaciones, debido a que en esta zona la profundidad en la que se encuentran estas praderas dificulta la entrada de luz



por lo tanto deben crecer aun más, lo que conlleva a que las algas epífitas dispongan de una mayor área para su adhesión, por tal motivo, estas estaciones presentaron los porcentajes de epífitos más altos entre las estaciones por lo menos en la época de lluvias. Por otra parte, estos sitios presentaron biomasa foliar bajas lo cual no permitió que se encontraran dentro del grupo anterior, a pesar de tener atributos similares.

En la época de transición, la estación de Ballenas estuvo como un solo grupo, debido a la gran longitud de sus hojas (27 cm) y a su bajo porcentaje de epífitos, sin embargo en la época de lluvias, esta estación se incluyó dentro del grupo del cabo de La Vela hasta Manaure ya que presentó una biomasa rizoidal elevada.

Por último es importante mencionar que el coeficiente de correlación obtenido en el análisis de clasificación en la época de transición (0,92) luego de la transformación de datos, indica que el dendrograma es una buena representación de la asociación entre las estaciones, mientras que en lluvias el coeficiente de 0,79 se considera bajo ya que a pesar de realizar las transformaciones este no aumentó, por lo tanto se considera que esta representación es medianamente buena.

En transición, el primer grupo lo conformaron las estaciones de Santa Rosa 2 (SR2), Torima (FT), El Cardon (EC), Manaure 1 (M1), Manaure 2 (M2), Santa Rosa 1 (SR1), cabo de La Vela (CV1), todas ubicadas en media Guajira dentro del tramo norte entre Manaure y el cabo de La Vela el cual se caracteriza por ser un litoral protegido con una ancha plataforma constituida principalmente por arenas blancas y gruesas de origen bioclástico (Álvarez-León *et al.*, 1995) (Figura 1). Estas estaciones se agruparon debido a la similitud entre la longitud foliar (16-20 cm), el ancho (1,15-1,33 cm) y la biomasa foliar, lo que indicó que las praderas de esta zona se caracterizan por sus hojas anchas, de longitud intermedia, con biomasa foliar y rizoidales superiores. Adicionalmente, en esta asociación, se formaron diferentes subgrupos de estaciones ubicados en la parte media de este tramo, el primero conformado por Santa Rosa (SR2) y Torima (FT) registraron valores



Praderas monoespecíficas de *Thalassia testudinum* en el departamento de La Guajira

de biomasa foliar (46,54 y 45,19 g.p.s/m²) y rizoidal (254,97 y 261,97 g.p.s/m²) muy cercanos; también estuvieron asociados con El Cardon (EC) ya que presento una longitud de 17,80 cm y biomasa foliar de 41,21 g.p.s/m² similares a Torima (FT), pero con un porcentaje de epífitos alto como en Santa Rosa 2 (SR2) (34,31%). El segundo con las estaciones de Manaure (M1 y M2) fue el más similar estructuralmente puesto que mostró la menor distancia quizás por su cercanía geográfica donde el ancho de las hojas (1,33 cm) fue el mismo en ambas estaciones y la densidad de vástagos muy parecida (192,50 y 182,50 vástagos/m²) al igual que la biomasa foliar (55,03 y 51,42 g.p.s/m²). Las últimas dos estaciones, Santa Rosa somera (SR1) y cabo de La Vela (CV1), se agruparon por evidenciar porcentajes de epífitos cercanos (12 y 12,55 %) (Figura 19).

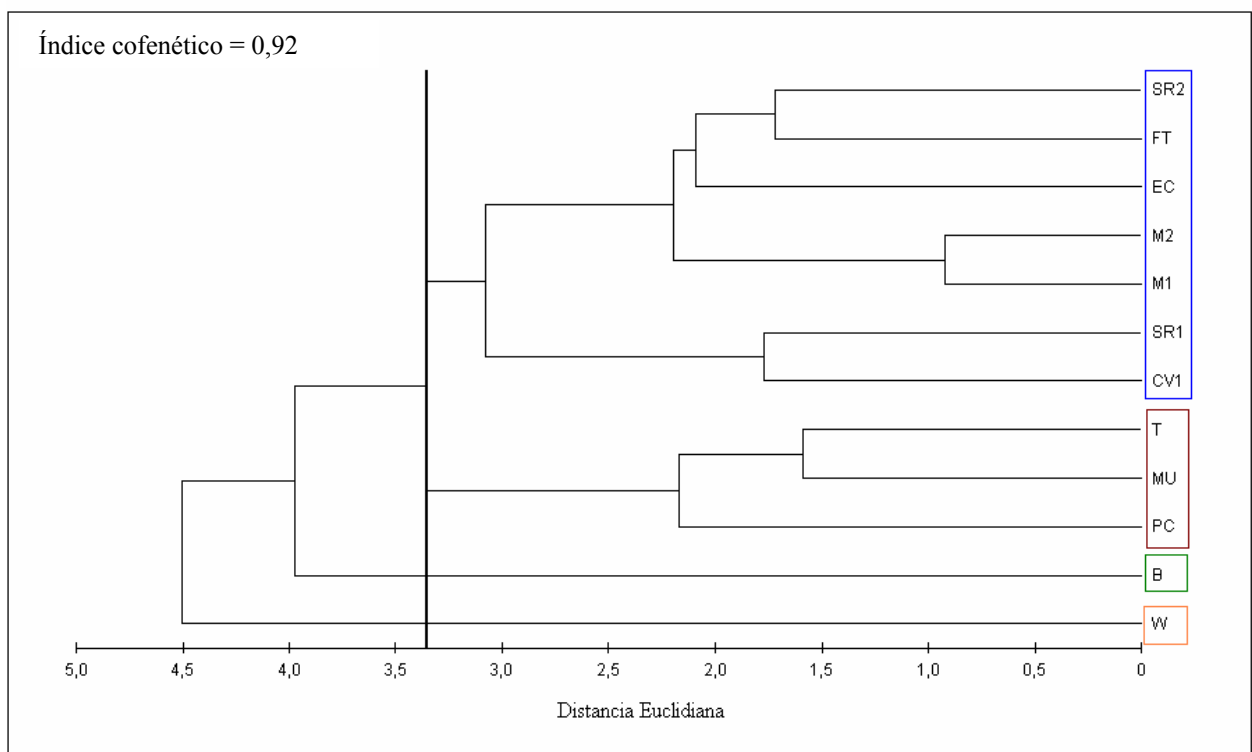


Figura 19. Dendrograma de clasificación de las 12 estaciones realizadas en las praderas de *Thalassia testudinum* en la época de transición, a partir de las variables estructurales: longitud foliar, ancho foliar, densidad de vástagos, porcentaje en peso húmedo de epífitos, biomasa foliar y biomasa rizoidal. Grupo A: SR2 (Santa Rosa 2), FT (Torima), EC, (El Cardon), M2 (Manaure 2), M1 (Manaure 1), SR1 (Santa Rosa 1), CV1 (cabo de La Vela 1). Grupo B: T (Taguaya), MU (Musichi), PC (Punta Cocos). Grupo C: B (Ballenas). Grupo D: W (Warreo).



La asociación dos (Taguaya (T), Musichi (MU) y Punta Cocos (PC)) tiene en común que las hojas pueden ser de la misma longitud (18-19 cm) pero con un menor ancho foliar (1,05 - 1,14) con respecto al primer grupo, al igual que la baja biomasa foliar (28,23 -36,41 g.p.s/m²). Mientras que el grupo constituido por la estación de Ballenas (B) se caracterizó por presentar hojas con la mayor longitud promedio (26,80 cm) de toda el área, el menor porcentaje de epífitos (5,59 %) y una biomasa foliar alta (58,93 g.p.s/m²); el último grupo conformado por Warreo (W), estación perteneciente a la bahía de Portete, difirió de las demás, con praderas de hojas cortas (12,01 cm) demasiado densas (472,50 vástagos/m²).

En la época de lluvias, la distribución de las estaciones cambió y se generaron tres grupos (Figura 23), el primero de ellos, incluyo la mayor parte de las estaciones (Manaure 2 (M2), Warreo (W), Manaure 1 (M1), El Cardon (EC), Ballenas (B), Santa Rosa 2 (SR2), Santa Rosa 1 (SR1), cabo de La Vela 1 (CV1) y Torima (FT), en donde no se dio una similitud específica por alguno de los atributos, sin embargo, también hubo agrupamiento por parejas a excepción de la estación de Torima (FT), que se diferenció de las demás por que el ancho de sus hojas (1,27 cm) y la biomasa foliar (46,08 g.p.s/m²) siendo los más altos dentro de éste grupo. La estación de Manaure 2 (M2) se agrupó con Warreo (W) y Manaure 1 (M1) con El Cardon (EC); la primera asociación, se caracterizó por la longitud de hojas promedio de 14,12 y 13,81 cm y biomasa rizoidales (4,29 y 5,17 g.p.s/m²) similares; mientras que M1 y EC se asociaron por los valores de biomasa foliar (19,72 y 19,50 g.p.s/m²) y rizoidal (226 y 228,86 g.p.s/m²), además estas estaciones registraron condiciones similares de visibilidad, sustrato y asociación con otros organismos.

Las estaciones de Santa Rosa (SR2) y Ballenas (B) con la menor distancia, fueron las más similares estructuralmente; el ancho foliar en estas dos zonas fue de 1,03 cm, el menor registrado con respecto a las demás estaciones al igual que la biomasa foliar fue la menor con valores de 15,60 g.p.s/m² en SR2 y 17,99 g.p.s/m² en B. Por último, Santa Rosa 1 (SR1) se asocio nuevamente con el cabo de La Vela (CV1) gracias a sus elevadas biomasa



rizoidales (323,72 y 483,19 g.p.s/m²), a la cercanía entre los valores de ancho foliar (1,17-1,16 cm) y a los porcentajes de epífitos (10,07-9,21 %)

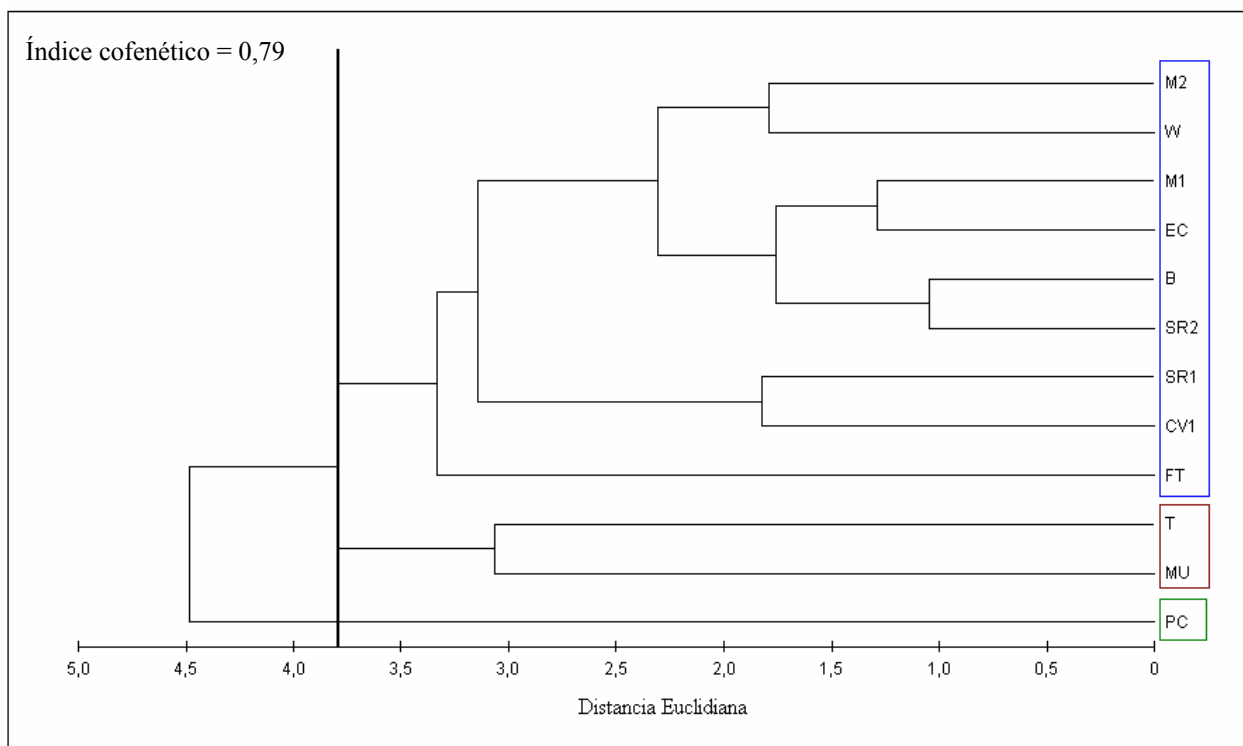


Figura 20. Dendrograma de clasificación de las 12 estaciones realizadas en las praderas de *Thalassia testudinum* en la época de lluvias, a partir de las variables estructurales: longitud foliar, ancho foliar, densidad de vástagos, porcentaje en peso húmedo de epífitos, biomasa foliar y biomasa rizoidal. Grupo A: M2 (Manaure 2), W (Warreo), M1 (Manaure 1), EC (El Cardon), B (Ballenas), SR2 (Santa Ros, a 2), SR1 (Santa Rosa 1), CV1 (cabo de La Vela 1), FT (Torma). Grupo B: T (Taguaya), MU (Musichi). Grupo C: PC (Punta Cocos).

El segundo grupo conformado por Taguaya (T) y Musichi (MU), resultaron ser diferentes dentro del grupo por la mayor cantidad de epífitos sobre las hojas con porcentajes de 41,84 % y 29,50 % respectivamente. Y el último, constituido por la estación de Punta Cocos (PC) en bahía Portete, mostró características estructurales bastante distintivas. Esta zona presentó una pradera con la densidad (447,50 vástagos/m²) y biomasa foliar (56,51 g.p.s/m²) más altas de todo el grupo, con uno de los mayores valores de biomasa rizoidal (452,32



g.p.s/m²) y longitud foliar (16,14 cm), mientras que el porcentaje de epífitos (5,52 %) y el ancho foliar (1,05 cm) fueron los más bajos.

6.5 CONDICIONES MEDIOAMBIENTALES

Con base a la información puntual obtenida no es posible determinar si las variables ambientales consideradas causan algún efecto en el desarrollo de las praderas, ya que para esto sería necesario hacer más mediciones durante el día y tener en cuenta otros aspectos que puedan explicar mejor la variabilidad de los atributos estructurales. Aún así cabe resaltar que de acuerdo con los rangos de tolerancia estipulados por otros autores, las praderas de esta zona se encontraron en condiciones ambientales favorables para su desarrollo.

Los pastos marinos parecen ser una comunidad “resistente” ante los posibles cambios ambientales o tensesores por lo cual también pueden crecer y mantenerse en sitios que aparentemente no reúnen las condiciones óptimas para ello. Un ejemplo de esto, es la pradera mixta de *Halodule wrightii*, *Syringodium filiforme* y *Thalassia testudinum* encontrada en Bahía Honda a profundidades entre 1-1.5 m, con una visibilidad de 5 cm sobre un fondo lodoso (Castillo-Torres, 2002).

6.5.1 COMPONENTE EDÁFICO

▪ **Granulometría:** En este estudio la composición del sedimento fue heterogénea y dependió de la ubicación y las condiciones del sitio; en general las arenas muy finas presentaron los mayores porcentajes en algunas estaciones y de acuerdo con los resultados, los atributos bióticos podrían tener un mejor desarrollo en aquellas estaciones en donde los porcentajes de arenas muy finas son representativos, sin embargo, variables como la biomasa foliar y biomasa rizoidal pueden desarrollarse igualmente o mejor en sustratos



Praderas monoespecíficas de *Thalassia testudinum* en el departamento de La Guajira

donde predominen los gránulos o las arenas gruesas, lo cual tiene que ver con la profundidad del sedimento.

Teniendo en cuenta el histograma (Figura 21), se observa que existe una predominancia de las arenas muy finas en la mayoría de las estaciones. En bahía Portete, la estación de Warreo (W) presentó un mayor porcentaje de arena fina y media favoreciéndose los atributos de densidad, crecimiento y biomasa, mientras que en Punta Cocos (PC) los gránulos y arenas gruesas tuvieron valores superiores con respecto a las finas. En el cabo de La Vela (CV1) se destacaron las arenas muy finas superando más del 60% del total de las fracciones, lo cual hace que esta zona presente un buen desarrollo a nivel de hojas que se refleja en la elevada biomasa en pie, además de sus largos y anchos foliares; mientras que en El Cardon (EC) y Torima (FT) predominaron los gránulos.

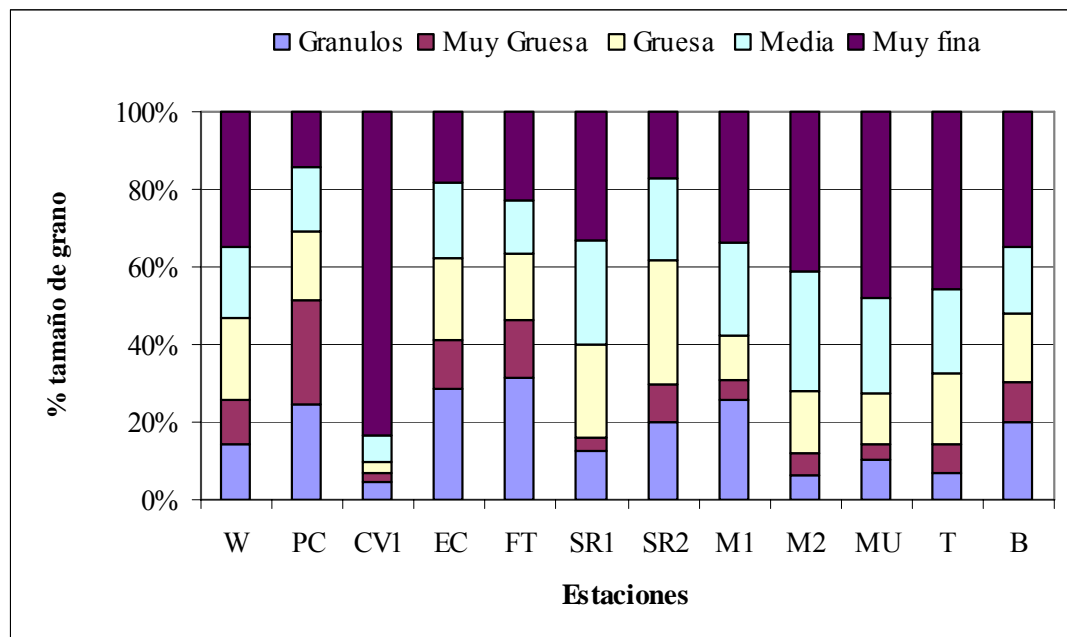


Figura 21. Variación del porcentaje del tamaño de grano en cada una de las estaciones, según la escala de Wenworth (Tomada de Holme & McIntyre, 1984). W (Warreo), PC (Punta Cocos), CV1 (cabo de La Vela 1), EC (El Cardon), FT (Frente a Torima), SR1 (Santa Rosa 1), SR2 (Santa Rosa 2), M1 (Manaure 1), M2 (Manaure 2), MU (Musichi), T (Taguaya) y B (ballenas).



En las demás estaciones, desde Santa Rosa (SR1) hasta Mayapo (MY) se evidenció en general una mayor proporción de arenas muy finas superando los porcentajes de los demás tipos de grano, sin embargo, en Santa Rosa las arenas gruesas y medias presentaron porcentajes importantes, en Manaure 1 (M1) se destacaron también los gránulos y arenas medias y en Manaure 2 (M2) las arenas muy finas y medias.

La composición del sedimento es otra condición muy importante para el crecimiento, la distribución y el establecimiento de los pastos marinos, pueden crecer en una gran variedad de sustratos desde arenas finas y lodos hasta arenas muy gruesas (Díaz *et al.*, 2003). Según Erftemeijer *et al.* (2001 En: Short & Coles, 2001) los pastos se desarrollan mejor en sedimentos blandos constituidos principalmente por lodos y arenas finas los cuales no permiten que las raíces puedan agarrarse con firmeza al sustrato y por lo tanto tengan que crecer aun más, logrando una mayor profundidad en el sedimento, lo cual hace que la densidad de *Thalassia testudinum* sea igualmente mayor. En cambio en zonas donde el sedimento es grueso las praderas son menos densas y la biomasa en pie es menor, distribuyéndose en forma de parche. De acuerdo con Zieman *et al.* (1989), la profundidad del sedimento y de la columna de agua son factores determinantes que controlan la biomasa en pie de los pastos marinos.



▪ **Materia Orgánica:** De acuerdo con lo obtenido, el contenido de materia orgánica es superior en la época de transición ($0,25 \pm 0,42$ %) con referencia a lluvias ($0,17 \pm 0,09$ %) (Tabla 2), debido en parte al elevado porcentaje que mostró la estación de Ballenas (1,55 %) en esta época. Sin embargo, en lluvias se puede notar que la mayoría de las estaciones sobrepasan los valores de transición. Para efectos de visualización de los resultados, la estación de Ballenas (B) no se colocó gráficamente ya que no permitía observar la variación en las demás estaciones (Figura 22). De acuerdo con el análisis de varianza, la materia orgánica presentó diferencias significativas (p -valor = 0,0016) por profundidad siendo mayor en somero, es decir, en las estaciones de Portete (W y PC), cabo de La Vela (CV1) y Torima (FT).

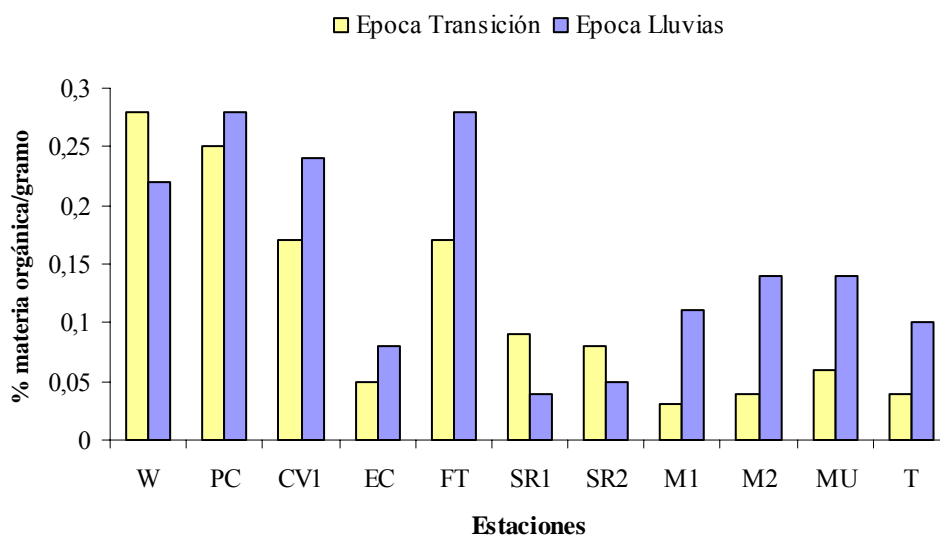


Figura 22. Porcentajes de materia orgánica en las estaciones tanto en la época de transición como en lluvias. W (Warreo), PC (Punta Cocos), CV1 (cabo de La Vela 1), EC (El Cardon), FT (Frente a Torima), SR1 (Santa Rosa 1), SR2 (Santa Rosa 2), M1 (Manaure 1), M2 (Manaure 2), MU (Musichi), T (Taguaya) y B (ballenas).

De acuerdo con Castillo-Torres (2002), las praderas de La Guajira, se caracterizan por presentar alto contenido de materia orgánica y nutriente, lo cual contribuye con la exuberancia y desarrollo de las mismas. Sin embargo, en este estudio, se registraron valores de materia orgánica (transición= 0,03-0,31 %; lluvias= 0,05-0,32 %) por debajo del reportado para el Caribe colombiano 10,58 % (Castillo-Torres, 2002), pero coincidiendo



con que los valores más altos se encontraron, en las estaciones cercanas a Riohacha, bahía Portete y el cabo de La Vela. Según Koch (2001 En: Erfteimeijer & Koch (2001), la materia orgánica en los sedimentos colonizados por pastos marinos, pueden variar entre 0,5 y 16,5 % pero usualmente los valores son menores al 5 %. De esta forma, se considera que a mayor contenido de materia orgánica, habrá más nutrientes disponibles para las plantas, pero en este caso no es posible afirmar que los bajos contenidos de materia orgánica obtenidos estén indicando que hay poca disponibilidad de nutrientes, ya que para esto sería necesario medir las concentraciones de nutrientes en el agua con un mayor número de réplicas por estación.

6.5.2 COLUMNA DE AGUA

- **Temperatura:** Con base en las mediciones, este factor no registró una alta variación de acuerdo con la época o el sitio de muestreo, se mantuvo una temperatura media en la época de transición de 29,95 °C y en lluvias de 30,10 °C. La medición más alta en transición, se midió en la estación somera del cabo de La Vela (CV2) con 32 °C, seguida por Santa Rosa somera (SR1) y Ballenas (B) con 31,5°C, igualmente en lluvias se dio una máxima de 32°C en la estación profunda de Manaure 2 y cercana a esta el cabo de La Vela con 31,5 °C (Tabla 5).

La temperatura influencia la distribución biogeográfica de los pastos marinos (den Hartog, 1970 En: Koch & Verduin, 2001) y puede variar de acuerdo con la densidad de la vegetación y las condiciones hidrodinámicas del área (Koch & Gust, 1999 En: Koch & Verduin, 2001), por lo tanto cuando se mide es importante recolectar la mayor cantidad de datos posibles para poder conocer el comportamiento, las variaciones y los efectos. En este caso, se registraron datos puntuales en los sitios de muestreo encontrando valores aceptables (28,5-32 °C) dentro del rango óptimo (28-30 °C) para el desarrollo de *T. testudinum* (Zieman, 1975). Sin embargo, se conoce que puede tolerar temperaturas entre



los 20 a 36 °C, pero la máxima tasa fotosintética ocurre entre los 28 a 30 °C Phillips & Meñez (1988).

▪ **Salinidad:** Se registraron valores promedio de 36,64 UPS en transición y 35,46 UPS en lluvias (Tabla 5), por lo que se evidenció un descenso para esta época. Los rangos en transición estuvieron entre 36 y 39 UPS, presentándose los mayores en las estaciones de Warreo (38 UPS) y Punta Cocos (39 UPS), mientras que en lluvias fue entre 33 y 37 UPS con el máximo valor en la estación profunda de Santa Rosa 2. La mayoría de estaciones en la media Guajira presentaron una salinidad de 36 a excepción de Ballenas la estación más cercana a Riohacha, que registró la más baja (33 UPS), valor que puede verse relacionado con la baja de longitud foliar en esta estación para este periodo. Por su parte el cabo de La Vela y bahía Portete también mostraron valores inferiores de 34 y 35 UPS.

Los pastos marinos se caracterizan por soportar altas variaciones de salinidad, sin embargo, su óptimo se encuentra entre 24-35 (Zieman, 1975), presentando *T. testudinum* una tolerancia intermedia. En este estudio los valores de salinidad fueron más altos con respecto al rango, encontrándose las máximos valores de salinidad en las estaciones de bahía Portete en ambas épocas. Teniendo en cuenta la relación de este factor con los atributos biológicos, resulta ser muy importante, ya que no sólo está relacionado con la distribución y el crecimiento, sino que también es un indicador de niveles de stress en el ecosistema, lo cual puede contribuir a que las praderas se encuentren mas o menos vulnerables a las enfermedades (Zieman, *et al.*, 1999, Burdick *et al.*, 1993 En: Short & Coles, 2001).



Tabla 5. Variables ambientales tenidas en cuenta en cada una de las estaciones de praderas monoespecíficas de *T. testudinum* en el departamento de La Guajira.

Época	Estación	Prof (m)	Iz (%)	Salinidad	Temp (°C)
Trans	W	Somero	62,71	38,00	30,00
Trans	PC	Somero	14,59	39,00	29,50
Trans	CV1	Somero	36,49	36,00	32,00
Trans	CV2	Somero	52,03	30,00	29,80
Trans	EC	Profundo	32,12	37,00	29,80
Trans	FT	Somero	36,79	37,00	28,00
Trans	SR1	Somero	32,63	38,00	31,50
Trans	SR2	Profundo	20,33	36,00	29,50
Trans	M1	Profundo	22,99	37,00	29,00
Trans	M2	Profundo	21,11	37,00	29,20
Trans	MU	Profundo	18,36	37,00	30,00
Trans	T	Profundo	21,44	37,00	30,00
Trans	B	Somero	7,50	37,00	31,50
Trans	MY	Profundo	18,07	37,00	29,50
Promedio			28,37	36,64	29,95
E.E			4,02	0,55	0,29
Época	Estación	Prof (m)	Iz (%)	Salinidad	Temp (°C)
Lluvias	W	Somero	34,99	36,00	29,00
Lluvias	PC	Somero	28,01	35,00	29,50
Lluvias	CV1	Somero	16,20	35,00	30,00
Lluvias	PP	Somero	20,46	34,00	31,50
Lluvias	EC	Profundo	21,94	36,00	31,00
Lluvias	FT	Somero	18,64	36,00	30,00
Lluvias	SR1	Somero	17,20	36,00	29,80
Lluvias	SR2	Profundo	24,13	37,00	28,50
Lluvias	M1	Profundo	23,54	35,00	31,00
Lluvias	M2	Profundo	12,00	36,00	32,00
Lluvias	MU	Profundo	7,33	36,00	28,50
Lluvias	T	Profundo	5,05	36,00	30,00
Lluvias	B	Somero	12,25	33,00	30,50
Promedio			18,60	35,46	30,10
EE			2,31	0,29	0,30



▪ **Intensidad lumínica:** Otro factor importante en el desarrollo de los pastos marinos es la transparencia en el agua la cual permitió a su vez considerar la intensidad lumínica disponible en el punto de muestreo. En este caso, se presentó una variación considerable, dando como resultado mayores valores en la época de transición, ya que en promedio hay una intensidad lumínica de 29,16 % contra un 18,60% en lluvias (Tabla 5). En ambas épocas, la estación de Warreo (W) en bahía Portete obtuvo el mayor porcentaje, 62,71 % en transición y en lluvias en el cual disminuyó considerablemente a 34,99 % (Figura 21). Adicional a esto, en las estaciones de cabo de La Vela 1 (CV1), El Cardon (EC), Torima (FT) y Santa Rosa 1 (SR1), en transición obtuvieron datos cercanos entre 32 y 37 % al igual que entre Santa rosa 2 (SR2) y Taguaya (T) con valores de 18 a 23 %. En lluvias fueron más homogéneos, siendo las estaciones cercanas a Riohacha (Musichi y Taguaya) las que tuvieron menor intensidad de luz (5,05 y 7,33 %), posiblemente debido a la influencia de las descargas de los ríos cercanos.

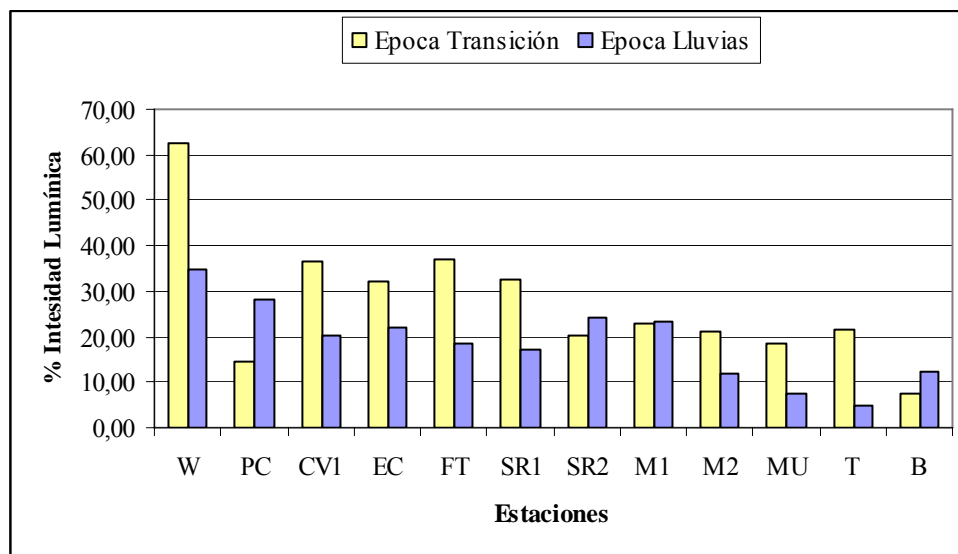


Figura 23. Porcentaje de intensidad lumínica en las estaciones en la época de transición y lluvias. W (Warreo), PC (Punta Cocos), CV1 (cabo de La Vela 1), EC (El Cardon), FT (Frente a Torima), SR1 (Santa Rosa 1), SR2 (Santa Rosa 2), M1 (Manaure 1), M2 (Manaure 2), MU (Musichi), T (Taguaya) y B (ballenas).



Por su parte, la disponibilidad de luz, se considera como el factor más importante que controla la distribución batimétrica y la biomasa de los pastos marinos (Ostenfield, 1908 En: Short & Coles, 2001), la cual se puede ver afectada por condiciones de turbidez, alto contenido de materia orgánica, enriquecimiento de nutrientes y la sedimentación (Díaz *et al.*, 2003). En general, los requerimientos lumínicos mínimos para los pastos marinos, deben encontrarse al menos entre el 10-20 % para su mantenimiento (Duarte, 1991 En: (Short & Coles, 2001), no obstante un porcentaje mayor a este debe existir para que se produzcan altas tasas de crecimiento y reproducción (Short *et al.*, 2001 En: Short & Coles, 2001). En general, los valores estuvieron dentro del rango óptimo, sin embargo en sitios como Warreo en bahía Portete se registró un valor de 62,71% en transición y 35 % en lluvias, mientras que sitios como Taguaya, Musichi y Ballenas, cerca a Riohacha, se presentaron por debajo del 12 %.

Esta variable, esta relacionada directamente con la longitud, el crecimiento y la productividad, ya que en sitios como bahía Portete, en donde las condiciones de penetración de luz y profundidad superan a los rangos óptimos, las hojas de *T. testudinum* no necesitan alcanzar grandes longitudes para lograr la captación de luz, por lo tanto son praderas con valores de producción y tasa de renovación elevados. Lo contrario ocurre con las estaciones en donde hay turbidez, la hoja necesita crecer más para ampliar su área fotosintética y captar la mayor cantidad de luz posible (Ángel & Polania, 2001; Palacios *et al.*, 1990) lo que explica que en las zonas cercanas a Riohacha se encontraran las mayores longitudes foliares.

6.6 RELACIÓN DE LOS ATRIBUTOS CON LAS VARIABLES AMBIENTALES

De acuerdo con las pruebas de regresión múltiple en donde se confrontaron las variables ambientales y estructurales, los porcentajes obtenidos que explicaron la variabilidad de los atributos bióticos fueron bajos en general y en el caso de la biomasa en pie y el ancho



foliar, no hubo correlación ya que éstas no cumplieron con el requisito mínimo de significancia para la prueba. Con respecto a los demás atributos, la biomasa rizoidal se vio correlacionada con la temperatura de forma negativa, con un $R^2 = 37,26 \%$ y un p-valor menor a 0,05, esta variable parece tener además relación con la salinidad viéndose favorecida cuando estos parámetros son menores (Tabla 6).

La densidad de vástagos, fue el atributo que presentó los R^2 más altos, indicando que de acuerdo a los cambios de profundidad y salinidad, pueden encontrarse praderas más o menos densas. La profundidad con un $p < 0,01$ y un R^2 que explicó el 65,57 % de la variabilidad, se refiere a que la densidad aumenta a medida que la profundidad disminuye, lo cual concuerda con los resultados descriptivos y el análisis de varianza, en donde, las estaciones someras presentaron mejor desarrollo. Igualmente, la regresión indica que las concentraciones de salinidad tienen que ver con la densidad siendo ésta mayor cuando los valores de salinidad son inferiores ($p < 0,01$ y $R^2 = 71,90 \%$).

La longitud de las hojas, parece estar relacionada directamente con tres variables, la profundidad ($R^2 = 48,72 \%$ $p < 0,05$), la salinidad ($R^2 = 48,72 \%$ $p < 0,05$) y la materia orgánica ($R^2 = 23,86 \%$ $p < 0,05$); esto quiere decir que se pueden encontrar hojas más largas a medida que estos factores aumentan. Con respecto a la profundidad, su incremento implica una menor penetración de luz, por lo que las hojas crecen aun más como respuesta a la necesidad de aumentar el área fotosintética para lograr una mayor captación de luz (Palacios *et al.*, 1992).

Por su parte, el área foliar parece estar influenciado en un bajo porcentaje por la salinidad ($R^2 = 20,31 \%$ $p < 0,05$) y la materia orgánica ($R^2 = 33,37 \%$ $p < 0,05$), presentándose hojas con mayor área a medida que las concentraciones de dichas variables aumentan. De acuerdo, con las pruebas regresión y correlación, existen tres variables ambientales que pueden influenciar cambios en la longitud, ancho y área foliar de las hojas, estas son: la salinidad, la materia orgánica y el tipo de sustrato. Con relación a la salinidad, no fue



Praderas monoespecíficas de *Thalassia testudinum* en el departamento de La Guajira

posible establecer un patrón de comportamiento debido a que se obtuvieron datos puntuales, mientras que en sitios como Portete, el cabo de La Vela y las estaciones cercanas a Riohacha (Ballenas), en donde los contenidos de materia orgánica fueron mayores las hojas fueron más largas, con mayores áreas foliares. Igualmente, las zonas con mayor cantidad de arenas finas y muy finas presentaron mayor desarrollo foliar.

De acuerdo con Ángel (1998), estas arenas se resuspende con gran facilidad cuando se agita el agua y en el momento en que se asientan los limos o arenas muy finas se adhieren con mayor facilidad a las hojas durante mas tiempo que las arenas de origen coralino, disminuyendo al igual que los epífitos, el área fotosintéticamente activa. Este fenómeno puede contribuir a un aumento en el área foliar de los pastos. Fresneda & Gualteros (1994) encontraron en las praderas de Cartagena hojas de mayor tamaño en los sitios en donde se presentaron altas concentraciones de materia orgánica pero en sedimentos de arena gruesa, explicando que la materia orgánica proporciona de manera más efectiva los nutrientes necesarios para un mayor crecimiento de las praderas de *T. testudinum*.

Tabla 6. Valores de correlación y p-valor entre las variables estructurales y ambientales medidas en cada una de las estaciones. B pie= biomasa en pie; B rizoidal= biomasa rizoidal; Densidad= densidad de vástagos por metro cuadrado; L. foliar= longitud foliar; A foliar= ancho foliar; B foliar= biomasa foliar; % epífitos= porcentaje en peso húmedo de epífitos.

VARIABLE	B pie	B rizoidal	Densidad	L. foliar	A foliar	Área foliar	B foliar	% epífitos
Profundidad (m)			-0,6557 p=0,0001	0,4872 P=0,0034			-0,2342 p=0,0166	0,3856 p=0,0060
Temperatura (°C)		-0,3726 p=0,0075						-0,2700 p=0,0093
Salinidad		-0,2895 p=0,0067	-0,7190 p=0,0001	0,4197 P=0,0033		0,2031 P=0,0271	0,3137 p=0,0192	0,4756 p=0,0042
Intensidad de luz (%)								
Materia orgánica (%)				0,2385 P=0,0155		0,3337 p=0,0141		

La biomasa foliar se relacionó inversamente con la profundidad ($R^2 = 23,42\%$ $p < 0,05$) y directamente con la salinidad ($R^2 = 31,37\%$ $p < 0,05$), lo cual indica que en las estaciones someras se encuentran las praderas más densas con mayor biomasa foliar y a medida que



aumenta la profundidad, la biomasa foliar disminuye. Por el contrario en los lugares donde las concentraciones de salinidad son altas igualmente la biomasa puede ser elevada.

Las algas epífitas posiblemente aumentan su incidencia sobre las hojas de *Thalassia* por el comportamiento de tres factores ambientales, la profundidad ($R^2 = 38,56\%$ $p < 0,05$), la temperatura ($R^2 = 27,00\%$ $p < 0,05$) y la salinidad ($R^2 = 47,56\%$ $p < 0,05$); de acuerdo con esto, las hojas pueden presentar mayores porcentajes de epifitismo a medida que la temperatura disminuye y la salinidad y profundidad aumentan.

Por lo tanto, parece ser que los cambios de salinidad, temperatura y resuspensión de sedimentos por el continuo oleaje que se pueden presentar de acuerdo con el periodo climático, no son condiciones favorables para las algas epífitas, coincidiendo con las pruebas de regresión las cuales indican que a mayor profundidad, alta salinidad y baja temperatura, estas algas pueden influenciar aun más a las praderas.

Para complementar y conocer la relación de los atributos estructurales con las variables ambientales y el tipo de sedimento, se realizó un análisis BIOENV, el cual, por medio del coeficiente de correlación de Spearman (ρ) indicó que aspectos abióticos influyen en la variabilidad de la estructura. Los valores de correlación obtenidos fueron inferiores, entre 0,29 y 0,16; indicando nuevamente que la profundidad y salinidad son factores bastante correlacionados con los atributos y que a medida que estos aumentan o disminuyen la estructura de las praderas puede cambiar. Con respecto al tamaño de grano, determinó que el sustrato apto para el buen desarrollo y crecimiento de *T testudinum* es aquel que tiene mayor contenido de arenas muy finas (Tabla 7).

A demás de la salinidad y la profundidad, la longitud y el ancho foliar pueden variar de acuerdo con el tipo de sedimento, según este análisis estos aumentan en aquellas partes en donde existe mayor contenido de arenas muy finas. La densidad de vástagos en las praderas puede verse afectada no solo por la profundidad y la salinidad sino también por la



Praderas monoespecíficas de *Thalassia testudinum* en el departamento de La Guajira

disponibilidad de luz en el medio y el tipo de sustrato, siendo la pradera mucho más densa en condiciones óptimas de luz y en altas concentraciones de arenas muy finas.

La biomasa foliar y rizoidal, tanto en la regresión como en esta correlación se vieron influenciadas por la profundidad y la salinidad, pero este último análisis indicó que la intensidad lumínica presenta una relación directa con estos dos atributos. Además con respecto al sedimento, la biomasa foliar se desarrolla mejor en sustratos con un buen contenido de gránulos y de arenas muy finas, al igual que la biomasa rizoidal que además incluye también a las arenas gruesas.

Tabla 7. Correlación entre los atributos estructurales y las variables ambientales medidas en las praderas de *Thalassia testudinum* en La Guajira. Iz= intensidad lumínica; % M.O= porcentaje de materia orgánica; G= gránulos; AMG= arena muy gruesa; AG= arena gruesa; AM= arena media; AMF= arena muy fina.

ATRIBUTOS	Prof. (m)	Iz (%)	Salinidad	T (°C)	% M.O	G	AMG	AG	AM	AMF
Longitud foliar			x							x
Ancho foliar			x							x
Densidad	x	x	x							x
% de epífitos	x		x			x				x
Biomasa foliar	x	x	x			x				x
Biomasa rizoidal	x	x	x			x		x		x

La relación de la biomasa rizoidal con las variables ambientales coinciden en que la presencia de arenas muy finas, gruesas y gránulos es determinante en el desarrollo de ésta, ya que en los sustratos gruesos y consolidados necesita un sistema de raíces grueso y fuerte para tener mayor adhesión al sustrato al igual que en un sustrato lodoso o fino en donde



necesita que las raíces logren la suficiente profundidad para una mejor estabilidad. Se relacionó además con la profundidad, la disponibilidad de luz y la salinidad.

Según Erftemeijer & Koch (2001), la biomasa rizoidal se ve favorecida en sustratos arenosos con respecto a los lodoso y mencionan que en sedimentos carbonatados en donde se presentan bajas concentraciones de nutrientes, las plantas responden ampliando su sistema de rizomas y raíces para así captar más efectivamente los pocos nutrientes. Esto podría verse relacionado con la época de lluvias ya que a pesar que no se realizaron pruebas de nutrientes, el continuo oleaje, la turbulencia y la atenuación de la surgencia, pueden hacer que los nutrientes sean escasos en el agua, haciendo que éstas opten por aprovechar los nutrientes disponibles en el sedimento.

Con base en ambas pruebas, se puede decir que tanto la profundidad como la salinidad fueron factores ambientales importantes para el desarrollo de los pastos marinos, sin embargo, existen otras variables como la concentración de nutrientes, las corrientes, y los demás periodos climáticos, no consideradas en el estudio que se recomiendan medir ya que podrían explicar aun mejor la variabilidad de la estructura de las praderas.



CONCLUSIONES

Si bien no se contó con un número representativo de estaciones en la Alta Guajira (3) equiparables con las de la Media Guajira (12), se pudieron evidenciar cambios estructurales en las praderas monoespecíficas de *Thalassia testudinum* evaluadas, que en algunos casos permitieron asociarlas por ciertas similitudes, generándose tres grupos coincidentes por su ubicación y cercanía geográfica disponiéndose el primero de ellos en el tramo de sur a norte entre Ballenas y Musichi, el segundo desde Manaure hasta el cabo de La Vela dentro de la Media Guajira y el tercero en bahía Portete correspondiente a la parte de la Alta Guajira.

Con respecto a la densidad, cobertura y biomasa foliar las estaciones establecidas en las zonas someras mostraron los mayores valores, viéndose favorecidas por la mayor disponibilidad de luz y predominio de arenas finas a muy finas.

Las diferencias observadas con respecto a la época climática indican que las praderas en el periodo de lluvias presentan disminuciones en su área y biomasa foliar al igual que en el porcentaje en peso de epífitos, posiblemente como respuesta a la pérdida de transparencia por la resuspensión de sedimentos y bajas de salinidad.

Las estimaciones de crecimiento foliar diario, la producción primaria y la tasa de renovación permitieron considerar que a pesar de contar con diferencias en las condiciones ambientales (transparencia, actividad del mar y sustrato), los resultados obtenidos no difieren significativamente aunque Portete evidenció mayores valores en los dos periodos climáticos (transición y lluvias) y por la presencia de otros ecosistemas como manglar, corales y la gran variedad de organismos asociados (macroalgas, esponjas) que también se tuvieron en cuenta.



RECOMENDACIONES

Es necesario efectuar un seguimiento de mayor intensidad en las praderas del departamento entre los períodos climáticos, con el fin de tener una mayor aproximación de su dinámica espacial, determinando épocas de reproducción sexual y otros aspectos ecológicos que complementen este estudio.

Se sugiere ampliar las mediciones a más estaciones en la zona comprendida como Alta Guajira donde la línea de costa se caracteriza por presentar puntas y bahías que contrastan con el litoral expuesto de plataforma considerablemente ancha y arenas más gruesas características de la Media Guajira.

Para facilidad en la extracción del material biológico (vástagos) es indispensable utilizar un corazonador con una tapa superior que evite la pérdida de éste y ayude a la generación de vacío.

Si bien la escala de Dahl implementada para la determinación de cobertura ha sido empleada en este y otros estudios anteriores, se podría considerar también la escala de Saito y Atobe (1994) específica para pastos marinos, que permite una mayor estimación no sólo de estos sino también de sus asociaciones.

Dar continuidad a estudios similares con los que se determine la presencia y extensión de las praderas tanto monoespecíficas como mixtas en este departamento.



BIBLIOGRAFÍA

ALVAREZ-LEÓN, R., AGUILERA-QUIÑONEZ, J., ANDRADE-AMAYA, C. & NOWAK, P. Caracterización general de la zona de surgencia en La Guajira colombiana En: Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Bogotá. 1995. Vol. 19 No 75. p. 679-694.

ANDRADE, C & BARTON, E. The Guajira upwelling system En: Continental Shelf Research. (en prensa) Elsevier Ltda. 2005. p. 1-20.

ÀNGEL, I. Estructura y distribución de las praderas de fanerógamas marinas en la isla de San Andrés, Caribe colombiano. Bogotá. 1998. 74 p. Trabajo de grado (Biólogo Marino). Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Biología Marina.

ÀNGEL, I. & POLANIA, J. Estructura y distribución de pastos marinos en San Andrés Isla, Caribe colombiano En: Boletín Ecotrópica: Ecosistemas tropicales. Serie de publicaciones Universidad Jorge Tadeo Lozano. No 35. 2001. p. 1-24

AUBAD, M. Estructura de una pradera de *Thalassia testudinum* y la fauna de invertebrados asociada, bahía Nenguange, Parque Nacional Tayrona. Medellín. 1981. s.p. Trabajo de Grado (Biólogo). Universidad de Antioquia.

BOTERO, L & ÀLVAREZ-LEÓN, R. The caribbean coast of Colombia En: SHEPPARD, C. (Eds), Seas at the millenium: An environmental evaluación. Elsevier Science, Ámsterdam (Tomo I). 2000. p. 663-675.



Praderas monoespecíficas de *Thalassia testudinum* en el departamento de La Guajira

BUCHANAN, B & KAIN, J. Measurement of the physical and chemical environment In: HOLME, N.A & Mc INTYRE, A.D. Methods for the study of marine benthos. Handbook 16. Blackwell Scientific Publication. London. 1984. p. 30-58.

CARICOMP. Manual de métodos para el mapeo y monitoreo de parámetros físicos y biológicos en la zona costera del Caribe, Nivel 1 y 2. 2001. p 25-34.

CASTILLO-TORRES, P. Caracterización estructural y evaluación del estado de las praderas de pastos marinos, del Caribe colombiano. Santa Marta. 2002. 66p. Trabajo de grado (Biólogo Marino). Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Biología Marina.

COLORADO, M. Valoración de las variables fisicoquímicas, biomasa fitoplanctonica y biomasa mesoplanctónica en las aguas costeras del proyecto “Ciudadela Camaronera” en la media Guajira, Caribe colombiano en los meses de enero a mayo de 2002. Bogotá. 2003. 165 p. Trabajo de grado (Biólogo Marino). Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Biología Marina.

CORREDOR, J.E. Phytoplankton response to low level nutrient enrichment through upwelling in the Colombian Caribbean Basin En: Deep-Sea Research 26 A. Pergamon press. 1979. p. 731-741.

CORREDOR, J. Apuntes sobre la circulación costera en el Caribe noroccidental colombiano En: Boletín Científico. Centro de investigaciones oceanográficas e hidrográficas (CIOH).Cartagena. 1981. No 3. p. 3-8.

DAWES, C. J. Botánica Marina. Editorial Limusa. México. 1986. 673p.



Praderas monoespecíficas de *Thalassia testudinum* en el departamento de La Guajira

DÍAZ, J.; BARRIOS L.; CENDALES, M.H.; GARZÓN – FERREIRA, J.; GEISTER, J.; LOPEZ-VICTORIA, M.; OSPINA, G.H.; PARRA- VELANDIA, F.; PINZÓN, J.; VARGAS-ANGEL, B.; ZAPATA, F.A. & ZEA, S. Áreas coralinas de Colombia. INVEMAR. Serie de publicaciones especiales. No 5. Santa Marta. 2000. 175p.

DIAZ, J., BARRIOS, L. & GÓMEZ-LÓPEZ, D. Las praderas de pastos marinos en Colombia: Estructura y distribución de un ecosistema estratégico. INVEMAR. Serie de Publicaciones especiales No. 10. Santa Marta. 2003. 160 p.

DIAZ-PULIDO, G. Informe nacional sobre el estado de la biodiversidad en Colombia: ecosistemas marinos y costeros. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (INVEMAR). Santa Marta. 1997. p 46-62.

ECHEVERRY, B. Estudio de la fauna de invertebrados de una pradera de *Thalassia testudinum* (König), biomasa e incidencia de algunos factores ambientales sobre el ecosistema en la bahía de Nenguange Parque Nacional Tayrona. Medellín. 1983. 80p. Trabajo de Grado (Biólogo). Universidad de Antioquia.

ERFTEMEIJER, P & KOCH, E. Sediment geology methods for seagrass habitat. p 345-367. En: SHORT, F. and R. COLES (Eds). Global Seagrass Research Methods. 2001. 473 p.

FRANCO, A. Oceanografía de la ensenada de Gaira: El Rodadero, mas que un centro turístico en el Caribe colombiano. Universidad Jorge Tadeo Lozano. Bogotá. 2005. 56 p.

FRESNEDA, A. & GUALTEROS, W. Biomasa, crecimiento y productividad primaria foliares de cespedotes de *Thalassia testudinum* (Banks ex König 1805) en el Parque Nacional Natural Corales del Rosario. Santafé de Bogotá. 1994. 102 p. Trabajo de grado (Biólogo Marino). Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Biología Marina.



GÓMEZ-CANCHONG, P., MANJARRÉS, L., DUARTE, L.O. & ALTAMAR, J. 2004. Atlas pesquero del área norte del Mar Caribe de Colombia. Universidad del Magdalena. Santa Marta. p. 15-21

GUTIERREZ, J & JIMENEZ, M. Caracterización de los pastos marinos presentes en el balneario “Rodadero”, Santa Marta, D.T.C.H. Caribe colombiano. Santa Marta. 1999. 129 p. Trabajo de grado (Biólogo Marino). Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Biología Marina.

HERRERA-MARTINEZ, Y. Biomasa y producción primaria en una pradera de *Thalassia testudinum* en la Bahía de Nenguange, Parque Tayrona, Mar Caribe, Colombia En: Acta biológica Colombiana. Bogotá. 1995. No 9. p. 147-157.

HOLME, N.A & Mc INTYRE, A.D. Methods for the study of marine benthos. Handbook 16. Blackwell Scientific Publication. London. 1984. p. 30-58.

INVEMAR. Diagnostico actual de las comunidades marinas de la bahía de Portete, análisis de efectos reales por la construcción y operación de las instalaciones portuarias: Informe final. Santa Marta. 1988. p. 4-8.

INVEMAR. Descripción inicial de unidades de monitoreo de ecosistemas marinos en la bahía de Portete: Determinación del área de influencia de Puerto Bolívar afuera de la bahía Portete. Santa Marta. 1992. p. 22-33.

INVEMAR. Distribución, estructura y clasificación de las praderas de fanerógamas marinas en el Caribe colombiano. Proyecto INVEMAR-COLCIENCIAS. Programa de Biodiversidad y Ecosistemas Marinos. Informe Final. Santa Marta. 2002. 16 p.



KOCH, E. & VERDUIN, J. Measurements of physical parameters in seagrass habitats En: SHORT, F. and R. COLES (Eds). Global Seagrass Research Methods. 2001. p. 325-343.

LAVERDE-CASTILLO, J. Ecología y distribución de *Thalassia testudinum* en el Parque Nacional Natural Tayrona En: Memorias VIII Seminario Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar. Santa Marta. 1992. p 606.

LITTLER, D & LITTLER, M. Caribbean reef plants: an identification guide to the reef plants of the Caribbean, Bahamas, Florida and Gulf of Mexico. Offshore Graphics, Inc. Washington. 1997. 542p.

MARGALEF, M. Ecología. Ediciones Omega, S.A, Barcelona. 1991. 951 p.

MATTEUCCI, S & COLMA, A. Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos. Washington, 1982. p. 7-12.

MONTOYA-MAYA, P. Evaluación de la macrofauna epibentónica asociada a praderas de *Thalassia testudinum* (Banks ex König) en el Caribe colombiano. Santa Marta. 2002. 81 p. Trabajo de grado (Biólogo Marino). Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Biología Marina.

ORTÍZ, V., ARTEAGA, E., AVILA, M. & AVILA, L. Crecimiento y productividad foliar y biomasa de *Thalassia testudinum* (König, 1805) de la costa sur oriental de Isla Grande, Archipiélago de Nuestra Señora del Rosario - Cartagena, Colombia En: Memorias VII seminario Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar. 1990. Comisión Nacional de Oceanografía. P. 275-283.

PALACIOS, D., DIAZ, G. & RODRIGUEZ, P. Producción primaria de *Thalassia testudinum* y relación de su biomasa con el peso de epífitos en la isla Grande (Parque



Nacional Natural Corales del Rosario), Caribe colombiano En: Memorias VIII Seminario Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar. Comisión Colombiana de Oceanografía. Santa Marta. 1992. p. 607-618.

PHILLIPS, R.C. The seagrass ecosystem and resources in Latin America En: Seeliger, U (ed). Coastal plant communities of Latin America. Academia Press. San Diego, California. 1992. p 108-120.

PHILLIPS, R.C. & DURAKO, M.J. Global Status of Seagrasses En: SHEPPARD, C. (Eds), Seas at the millenium: An environmental evaluación. Elsevier Science, Ámsterdam. (3) p. 1-18.

PHILLIPS, R & MEÑEZ, E. Seagrasses. Smithsonian Contributions to the Marine Sciences. Smithsonian Institution Press. Washington. 1988. No 34. p 68-69.

PUYANA, M. Caracterización de la malacofauna de la península de La Guajira (Caribe colombiano) En: Memorias VIII Sem Nal Cienc Tecn Mar. Tomo II. Comisión Colombiana de Oceanografía. Santa Marta. 1992. p. 565-580.

RODRIGUEZ-RAMÍREZ, A. & GARZÓN-FERREIRA, J. Monitoreo de arrecifes coralinos, pastos marinos, y manglares en la bahía de Chengue (Caribe colombiano) 1993-1999. INVEMAR. Serie de publicaciones especiales No 8. Santa Marta. 2003. 170 p.

RAMÍREZ, A. Ecología aplicada: Diseño y análisis estadístico. Bogotá. Universidad Jorge Tadeo Lozano. 2005. p. 325.

RUEDA-ALMONACID, J., MAYORGA, J & ULLOA, G. Observaciones sobre la captura comercial de Tortugas marinas en la península de La Guajira, Colombia. Serie de publicaciones INDERENA No. 4. Ministerio Agricultura. 1992. p. 133-153.



SCHNETTER, R. Algas Marinas de la costa Atlántica de Colombia I: Phaeophyceae. Vaduz y Cramer. Hirschberg. 1976; 125 p.

SCHNETTER, R. Algas Marinas de la costa Atlántica de Colombia II: Chlorophyceae. Vaduz y Cramer. Hirschberg. 1978; 198 p.

SHORT, F.T., COLES, R.G. & PERGENT-MARTINI, C. Global Seagrass Distribution. p 5-30 En: SHORT, F. and R. COLES (Eds). Global Seagrass Research Methods. 2001. 473 p.

SOLANA-ARELLANO, E. Utilización de métodos cuantitativos para el estudio de la dinámica de los pastos marinos: Una revisión crítica En: Revista de Biología Marina y Oceanografía. 2001. Vol. 36. No. 2. p. 165-180.

TIMOTHY, J.B., LONGSTAFF, B., DENNISON, W., ABAL, E. & AIOI, K. Measurement of light penetration en relation to seagrass En: SHORT, F. and R. COLES (Eds). Global Seagrass Research Methods. 2001. p. 369-392.

VAN MONTFRANS, J., WETZEL, R. & ORTH, R. Epiphyte-grazer relationships in seagrass meadows: consequences for seagrass growth and production En: Estuaries. 1984. Vol 7. No 4A. p. 289-309.

WILKINSON, C. & BAKER, V. Survey manual for tropical marine resources. Segunda edición. Australian Institute of Marine Science. 1997. p. 239-271.

ZAR, J. Biostatistical analysis. Fourth edition. Prentice-Hall. New Jersey. 1999. 663 p.

ZIEMAN, J.C. Tropical sea grass ecosystems and pollution In: Tropical marine pollution. Elsevier oceanography series. Amsterdam. 1975. p 63-74.



ZIEMAN, J., FOURQUREAN, J. & IVERSON, R. Distribution, abundance y productivity of seagrasses and macroalgae in Florida bay En: Bulletin of Marine Science. 1989. No. 44. p. 292-311.



ANEXO A.

Ubicación geográfica de las 15 estaciones de muestreo realizadas en el departamento de La Guajira. La profundidad corresponde a S: somera P: profunda.

Estación	Latitud	Longitud	Área	Sector	Profundidad
1	12°12' 37"	71°59' 08"	Alta Guajira	Puerto Warreo	S
2	12°16' 11"	71°56' 39"	Alta Guajira	Punta Cocos	S
3	12°11' 38"	71°54' 56"	Alta Guajira	Puerto Portete	S
4	12°12' 16"	72°09' 16"	Alta Guajira	Cabo de La Vela 1	S
5	12°11' 44"	72° 08' 55"	Alta Guajira	Cabo de La Vela 2	S
6	11°56' 47"	72°13' 41"	Alta Guajira	El Cardon	P
7	11°53' 40"	72°14' 45"	Media Guajira	Torima	S
8	11°51' 34"	72°19' 22"	Media Guajira	Santa Rosa 2	P
9	11°50' 11"	72°21' 37"	Media Guajira	Santa Rosa 1	S
10	11°48' 07"	72°27' 21"	Media Guajira	Manaure 1	P
11	11°47' 47"	72°28' 29"	Media Guajira	Manaure 2	P
12	11°46' 16"	72°35' 13"	Media Guajira	Musichi	P
13	11°46' 16"	72°35' 55"	Media Guajira	Taguaya	P
14	11°42' 24"	72°43' 17"	Media Guajira	Ballenas	P
15	11°39' 23"	72°48' 28"	Media Guajira	Mayapo	P



ANEXO B.

Ubicación geográfica y composición de los puntos de chequeo realizados a lo largo del recorrido por el departamento de La Guajira. CP= punto chequeo; Thal= *Thalassia*; Syr= *Syringodium*, Halop= *Halophila*; Halod= *Halodule*.

Área	Lugar	Tipo	Latitud	Longitud	Observaciones
AG	Puerto Ingles	CP	11°59' 21"	71°10' 17"	Thal-Syr-Halodule
AG	Puerto Ingles	CP	11°57' 48"	71°14' 40"	Thal-Syr-Halodule
AG	Puerto Ingles	CP	11°58' 56"	71°12' 25"	Thal-Syr-Halodule
AG	Cabo Chichibacoa (Nueva York)	CP	12°16' 39"	71°13' 28"	Thal-Syr
AG	Punta Aguja (B. Hondita)	CP	12°24' 36"	71°43' 37"	Thal-Syr
AG	B. Hondita NW	CP	12°23' 14"	71°43' 31"	Thal-Syr-Halodule
AG	Bahía Honda	CR	12°22' 22"	71°44' 21"	Thal-Syr-Halodule
AG	Puerto Warreo	CP	12°12' 46"	71°59' 03"	Thal-Syr
AG	Punta Cocos	CP	12°16' 06"	71°57' 21"	Thal-Syr
AG		CP	12°12' 37"	71°59' 04"	Thalassia
AG		CP	12°12' 41"	71°59' 07"	Thal-Syr
AG		CP	12°12' 39"	71°59' 02"	Thalassia
AG		CP	12°12' 41"	71°59' 01"	Thalassia
AG		CP	12°12' 43"	71°59' 00"	Thalassia
AG		CP	12°11' 43"	71°59' 31"	Arena
AG		CP	12°11' 36"	71°59' 30"	Corales Mixtos
AG		CP	12°11' 11"	71°59' 36"	Corales Mixtos
AG		CP	12°10' 27"	71°58' 38"	Corales Mixtos
AG		CP	12°10' 24"	71°57' 44"	Thalassia
AG		CP	12°10' 55"	71°56' 14"	Thal-Coral
AG		CP	12°11' 19"	71°55' 14"	Arena
AG		CP	12°00' 33"	72°11' 52"	Octocorales
AG	Solipa	CP	12°03' 41"	72°10' 30"	<i>Halophila decipiens</i>
AG		CP	12°02' 19"	72°10' 13"	Algas
AG		CP	11°57' 37"	72°13' 43"	Octocorales
AG		CP	12°00' 01"	72°12' 13"	Octocorales
MG	Ahuyama	CP	12°52' 09"	72°16' 58"	Thal-Syr
MG	Ahuyama	CP	12°49' 52"	72°21' 31"	Arena
MG		CP	11°31' 20"	73°02' 15"	Halof- Syr-Thal
MG		CP	11°32' 23"	73°02' 36"	Arena
MG		CP	11°32' 50"	73°02' 40"	Arena
MG		CP	11°34' 48"	72°53' 03"	<i>Halophila decipiens</i>
MG		CP	11°37' 15"	72°51' 51"	Halop- Halod
MG		CP	11°37' 14"	72°51' 29"	Thalassia



Praderas monoespecíficas de *Thalassia testudinum* en el departamento de La Guajira

Continuación ANEXO B.

MG		CP	11°37' 13"	72°50' 46"	<i>Halop- Halod</i>
MG	Punta de la Vela	CP	11°38' 06"	72°49' 46"	<i>Thal-Syr-Halodule</i>
MG		CP	11°38' 10"	72°49' 49"	<i>Thal-Halophila</i>
MG		CP	11°38' 22"	72°49' 29"	<i>Thal-Halophila</i>
MG	Popoya	CP	11°38' 53"	72°48' 38"	<i>Thal-Syr</i>
MG		CP	11°39' 41"	72°42' 25"	<i>Syr-Thal</i>
MG		CP	11°39' 47"	72°47' 21"	<i>Syr-Thal</i>
MG		CP	11°39' 51"	72°47' 20"	<i>Syr-Thal-Halophila</i>
MG	Pájaro	CP	11°42' 43"	72°40' 35"	<i>Syr</i>
MG		CP	11°43' 17"	72°40' 25"	<i>Thal-Syr</i>
MG		CP	11°44' 14"	72°40' 09"	<i>Thal-Syr</i>
MG		CP	11°44' 37"	72°40' 00"	<i>Syr-Thal</i>
MG		CP	11°37' 18"	72°28' 00"	<i>Thal-Syr</i>
MG		CP	11°41' 47"	72°28' 29"	<i>Thal-Syr</i>
MG		CP	11°45' 02"	72°33' 54"	<i>Syr</i>
MG	Musichi	CP	11°44' 50"	72°33' 23"	<i>Thal-Syr</i>
BG	Palomino	CP	11°15' 51"	73°33' 59"	Arena
BG		CP	11°55' 56"	73°33' 16"	Arena
BG		CP	11°15' 26"	73°32' 00"	Arena
BG	Termoguajira	CP	11°15' 56"	73°25' 04"	Arena
BG		CP	11°16' 05"	73°20' 56"	Arena
BG	Dibulla	CP	11°16' 30"	73°18' 54"	Arena
BG	Dibulla	CP	11°16' 15"	73°18' 22"	Arena
BG	Punta Remedios	CP	11°18' 21"	73°16' 37"	Arena
BG		CP	11°18' 34"	73°10' 12"	Arena
BG	Punta la Enea	CP	11°20' 00"	73°13' 40"	Arena
BG		CP	11°22' 07"	73°11' 26"	Arena
BG		CP	11°24' 01"	73°10' 50"	Arena
BG		CP	11°25' 15"	73°09' 02"	<i>Thalassia</i>
BG		CP	11°25' 14"	73°09' 00"	<i>Thalassia</i>
BG		CP	11°25' 13"	73°08' 57"	<i>Thalassia</i>
BG		CP	11°25' 15"	73°08' 57"	<i>Thalassia</i>
BG		CP	11°25' 18"	73°09' 00"	<i>Thalassia</i>
BG		CP	11°28'	73°06'	<i>Thal-Syr</i>
BG		CP	11°27' 49"	73°05' 25"	Arena
BG		CP	11°30' 18"	73°05' 30"	<i>Thal-Syr-Halodule</i>
BG	Camaronera Bioguajira	CP	11°29' 23"	73°01' 52"	Arena



ANEXO C.

Valores de los atributos estructurales medidos en cada una de las estaciones en las praderas monoespecíficas de *Thalassia testudinum* en el departamento de La Guajira.

Época	Estación	Prof (m)	Lf	Anf	Af	Dv	% epif	Bf	IAF	Biopie	Bioriz
Trans	W	Somero	12,01	1,08	13,42	472,50	22,92	44,22	1,90	56,34	73,85
Trans	PC	Somero	18,98	1,05	20,09	241,67	37,11	32,81	1,43	221,86	78,30
Trans	CV1	Somero	16,02	1,32	21,28	250,00	12,55	61,51	1,60	73,21	31,83
Trans	CV2	Somero	17,80	1,37	24,47	280,56	24,57	73,56	2,01	196,08	42,97
Trans	EC	Profundo	17,80	1,19	21,83	147,50	34,31	41,21	0,97	77,99	88,49
Trans	FT	Somero	17,08	1,30	22,60	185,00	28,80	45,19	1,26	375,60	261,97
Trans	SR1	Somero	18,18	1,24	23,03	241,67	12,00	47,61	1,73	304,62	60,16
Trans	SR2	Profundo	19,46	1,15	23,23	160,00	34,24	46,54	1,11	112,68	254,97
Trans	M1	Profundo	20,29	1,33	27,96	192,50	33,61	55,03	1,61	71,30	97,08
Trans	M2	Profundo	20,05	1,33	27,34	182,50	21,81	51,42	1,50	391,52	120,32
Trans	MU	Profundo	18,90	1,10	21,28	232,50	17,74	36,41	1,49	146,42	43,61
Trans	T	Profundo	18,42	1,14	21,36	170,00	13,62	28,23	1,09	111,09	28,33
Trans	B	Somero	26,80	1,16	31,65	217,50	5,59	58,93	2,07	160,43	82,76
Trans	MY	Profundo	25,73	1,13	29,52	220,00	10,93	52,75	1,95	219,63	60,80
Promedio			19,11	1,21	23,50	228,14	22,13	48,24	1,55	179,91	94,67
D.E			3,66	0,11	4,56	80,02	10,33	11,98	0,36	111,57	74,00
E.E			0,98	0,03	1,22	21,39	2,76	3,20	0,10	29,82	19,78
Época	Estación	Prof (m)	Lf	Anf	Af	Dv	% epif	Bf	IAF	Biopie	Bioriz
Lluvias	W	Somero	13,81	1,11	15,38	325,00	8,84	42,18	1,43	107,27	164,57
Lluvias	PC	Somero	16,14	1,05	17,16	447,50	5,52	56,51	2,31	163,29	452,32
Lluvias	CV1	Somero	11,97	1,16	14,12	410,00	9,21	43,57	1,74	372,10	483,19
Lluvias	PP	Somero	15,73	0,98	15,63	412,50	21,08	49,81	1,94	90,08	191,94
Lluvias	EC	Profundo	11,64	1,08	12,98	202,50	16,11	19,50	0,70	101,22	228,86
Lluvias	FT	Somero	15,17	1,27	21,00	232,50	13,05	46,08	1,46	30,24	158,52
Lluvias	SR1	Somero	12,38	1,17	14,75	332,50	10,07	31,17	1,47	349,50	323,72
Lluvias	SR2	Profundo	14,07	1,03	14,72	182,50	14,39	15,60	0,81	72,57	110,45
Lluvias	M1	Profundo	12,73	1,13	14,70	250,00	8,94	19,72	1,31	188,76	226,00
Lluvias	M2	Profundo	14,12	1,18	16,79	237,50	6,80	28,34	1,20	155,97	136,55
Lluvias	MU	Profundo	17,77	1,05	19,31	257,50	29,50	27,36	1,49	104,72	109,50
Lluvias	T	Profundo	14,17	1,07	15,45	265,00	41,84	17,56	1,23	257,51	348,23
Lluvias	B	Somero	13,40	1,03	14,22	252,50	11,31	17,99	1,08	228,23	147,06
Promedio			14,08	1,10	15,86	292,88	15,13	31,95	1,40	149,51	182,25
DE			1,77	0,08	2,22	85,19	10,31	14,05	0,43	95,73	92,35
EE			0,49	0,02	0,62	23,63	2,86	3,90	0,12	26,55	25,61

Praderas monoespecíficas de Thalassia testudinum en el departamento de La Guajira

