

**HALOPHILA STIPULACEA (HYDROCHARITACEAE) EN LA
LAGUNA DE YAPASCUA, PARQUE NACIONAL SAN
ESTEBAN, CARABOBO, VENEZUELA**

***Halophila stipulacea* (Hydrocharitaceae) in Laguna de
Yapascua, San Esteban National Park, Carabobo, Venezuela**

**Andrea RODRÍGUEZ-GUIA, Carmen RODRÍGUEZ y
José Gregorio RODRÍGUEZ-QUINTAL**

Laboratorio BioMaC-UC, Departamento de Biología, FACyT, Universidad de Carabobo,
Valencia, Venezuela
andrearodriguez35@hotmail.com; rfcarmenteresa@gmail.com, stegastes@hotmail.com

RESUMEN

La especie *Halophila stipulacea*, considerada invasora en las costas del Caribe, fue reportada por primera vez en Venezuela en el año 2014, en el estado Vargas. En este estudio, se amplía la distribución de esta especie en el país hasta la costa del estado Carabobo. Los muestreos se realizaron en una pradera de fanerógamas en la Laguna Yapascua (Parque Nacional San Esteban). Se estimó la cobertura y la biomasa de la vegetación, siguiendo el protocolo CARICOMP. La especie *H. stipulacea* se distribuyó hacia la zona más profunda e interna de la laguna, con una biomasa promedio de $40,62 \pm 28,43\text{g/m}^2$ y coberturas entre 40-100%. Estos resultados muestran la expansión de esta especie hacia la costa occidental venezolana, siendo necesario evaluar las consecuencias sobre otras especies de fanerógamas y las comunidades asociadas.

Palabras clave: Caribe, especie invasora, fanerógamas, *Halophila stipulacea*, Venezuela, Yapascua

ABSTRACT

The species *Halophila stipulacea*, considered invasive on the coasts of the Caribbean, was reported for the first time in Venezuela in 2014, in Vargas state. In this study, the distribution of this species in the country is extended to the coast

of Carabobo state. Sampling was conducted in a seagrass bed in Laguna Yapascua (San Esteban National Park). The vegetation cover and biomass were estimated, following the CARICOMP protocol. The seagrass *H. stipulacea* was distributed to the deep and inner zone of the lagoon, with an average biomass of $40,62 \pm 28,43 \text{g/m}^2$ and coverage between 40-100%. These results show the expansion of this species towards the western coast of Venezuela, being necessary to evaluate the consequences on other species of seagrass and their associated community.

Key words: Caribbean, invasive species, *Halophila stipulacea*, seagrass, Venezuela, Yapascua

INTRODUCCIÓN

La fanerógama marina *Halophila stipulacea* (Forssk.) Asch. (Hydrocharitaceae) es nativa del Océano Indico, el Mar Rojo y el Golfo Pérsico, y considerada como una especie invasora debido a su migración a través del canal de Suez y su gran expansión en el Mediterráneo (Galil 2006; Gambi *et al.* 2009; Sghaier *et al.* 2011). Al igual que la especie *Zostera japonica* Asch. & Graebn. introducida a la costa Pacífica de Norte América desde Japón, alrededor de los años 1900, se considera a *H. stipulacea* una especie invasora que ha extendido su distribución colonizando en el año 2002 las costas de Granada (Antillas), extendiéndose rápidamente por otras islas del Caribe (Short *et al.* 2007; Willette & Ambrose 2009; Debrot *et al.* 2011; Maréchal *et al.* 2013).

El éxito de esta especie se atribuye a su amplio intervalo de tolerancia fisiológica a cambios en la salinidad, profundidad y turbidez. Diferentes estudios señalan la presencia de esta fanerógama entre 2-30 m de profundidad, cubriendo extensiones de 22,9 ha (Schwarz & Hellblom 2002; Willette & Ambrose 2009; Maréchal *et al.* 2013; Vera *et al.* 2014). Por otro lado, su reproducción asexual, por fragmentación, le permite colonizar y desarrollarse rápidamente, formando grandes extensiones de praderas monoespecíficas o mixtas en el Caribe, con las especies *Syringodium filiforme* Kütz. y *Thalassia testudinum* Banks & Sol. ex K.D. Koenig (Willette & Ambrose 2012; Vera *et al.* 2014; van Tussenbroek *et al.* 2016; Smulders *et al.* 2017). *H. stipulacea* fue reportada por primera vez en Venezuela en el 2014 en las costas de Puerto Azul, estado Vargas

(Vera *et al.* 2014), específicamente en Playa Mansa, una playa de baja energía, aguas transparentes, con una profundidad de 1,5 m y sedimentos arenosos de grano fino.

El objetivo de este trabajo fue reportar la presencia de la especie *Halophila stipulacea* en el Parque Nacional San Esteban, en las costas del estado Carabobo en la región centro occidental del país, lo que implica la extensión de su distribución en la costa venezolana.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los muestreos se realizaron en la Laguna Yapascua, Parque Nacional San Esteban (10°28'23"N, 67°53'45"O) durante la temporada de lluvia del año 2015, específicamente en la zona interna de la laguna (Fig. 1), donde se caracterizó la vegetación de la pradera presente. Se trazaron cuatro transectas perpendiculares a la costa, cuya longitud varió según el ancho de la pradera entre 15-20 m, para un total de 10 puntos de muestreo, ubicados cada 5 m, en los cuales se estimaron en el campo parámetros físicos y químicos de la columna de agua como salinidad (salinómetro), temperatura (termómetro), profundidad (vara graduada) y turbidez (turbidímetro).

Se caracterizó la vegetación siguiendo el protocolo CARICOMP (1994), estimando en cada punto su cobertura con cuadratas de 0,25 m² (tres réplicas por punto); así mismo, se tomaron muestras de vegetación con un cilindro de PVC de 20 cm de diámetro (60 cm de largo) para estimar biomasa (n = 20, una réplica por punto de muestreo), y de sedimento con un cilindro de PVC de 8 cm de diámetro (30 cm de largo, n = 20).

Las muestras de vegetación y sedimentos fueron preservadas en frío y llevadas al Laboratorio de Biología Marina Costera (BioMaC) de la Universidad de Carabobo, donde se realizó la identificación de la especie mediante claves taxonómicas y descripciones de la misma (van Tussenbroek *et al.* 2010; Vera *et al.* 2014). Una vez en el laboratorio, la biomasa recolectada en cada muestra fue separada en dos fracciones: biomasa en pie y los rizomas, y colocadas en una estufa entre 70-80 °C, hasta obtener peso seco constante (g). En el caso de las hojas verdes y completas, se determinó el ancho y largo con una cinta métrica (mm).

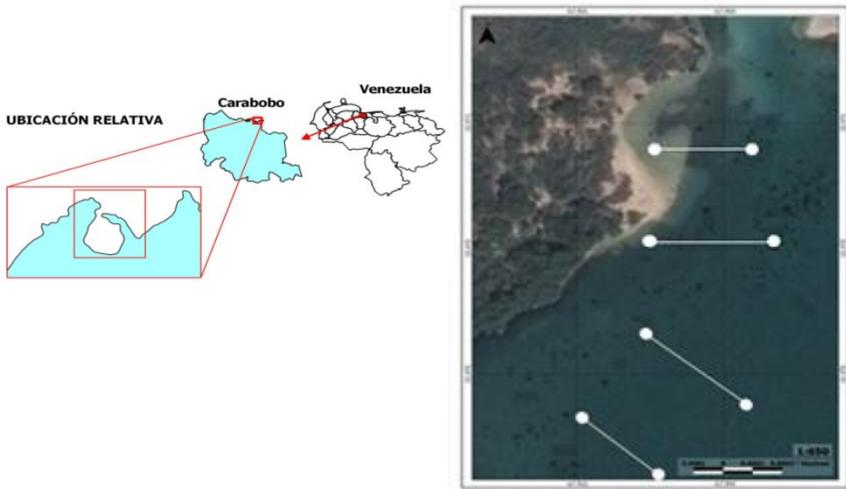


Fig. 1. Área de estudio. Se indica la posición de las transectas de muestreo de *Halophila stipulacea* en la Laguna de Laguna de Yapascua (tomadas con Google Earth, modificadas con Quantum GIS 1.7.0).

Igualmente se estimó la densidad de vástagos. Con las muestras de sedimentos se estimó el tamaño medio de grano de arena (tamizado en seco) y el contenido de materia orgánica (ignición). Uno de los ejemplares de *H. stipulacea* recolectado fue depositado en el herbario “Helga Lindorf” de la Universidad de Carabobo (A. Rodríguez LUC 1370).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La especie de fanerógama dominante en la pradera presente en la parte interna de la Laguna de Yapascua se identificó como *Halophila stipulacea*. Esta especie se caracteriza por presentar una estructura foliar corta (de 3-6 veces más larga que ancha), con dos pares de hojas translúcidas, una vena central y venas transversales, con forma ovada a alargada, de 4-6 cm de largo, 4-8 mm de ancho, de color verde amarillento, con dos escamas grandes en la base de la hoja cubriendo los pecíolos y los rizomas; el borde de la hoja es finamente denticulado o aserrado (Fig. 2). Los tallos son muy

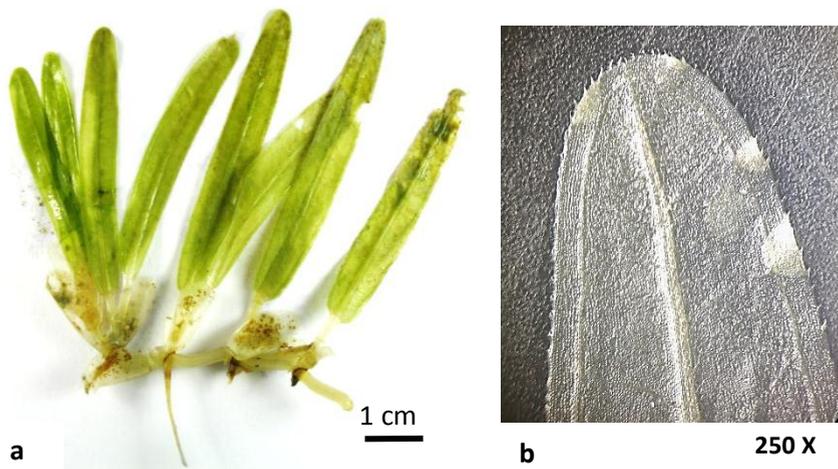


Fig. 2. *Halophila stipulacea*. **a.** Hábito. **b.** Detalle de la hoja.

delgados y quebradizos. Los rizomas son finos y los espacios entre los nudos son relativamente amplios, de los cuales emergen las raíces con densos pelos, sin ramificaciones (Hemminga & Duarte 2000; Galil 2006; Gambi *et al.* 2009; van Tussenbroek *et al.* 2010; Sghaier *et al.* 2011).

La zona interna de la Laguna de Yapascua es más profunda y se encuentra protegida del oleaje; presenta un sedimento de arenas muy finas, gran contenido de materia orgánica y mayor turbidez, principalmente en el mes de noviembre (Tabla 1), elementos determinantes para la supervivencia y extensión de esta especie de fanerógama (Schwarz & Hellblom 2002).

Desde el año 2004, se han hecho reportes de la presencia de esta especie invasora en las praderas en la costa oeste del Atlántico, y en varias islas del Caribe como Granada (Ruiz & Ballantine 2004), Dominica (Willette & Ambrose 2009), Martinica (Maréchal *et al.* 2013), Aruba, Curaçao e Islas Virgenes (Saint John) (Willette *et al.* 2014), Bonaire y San Martín (van Tussenbroek *et al.* 2016). Vera *et al.* (2014) la reportan por primera vez para la costa venezolana, evidenciándose con el presente trabajo

Tabla 1. Valores promedio de los parámetros fisicoquímicos y características del sedimento registrados en la pradera de *Halophila stipulacea*, en la Laguna de Yapascua.

Parámetro	Julio 2015 ($\bar{x} \pm DE$)	Noviembre 2015 ($\bar{x} \pm DE$)
Temperatura (°C)	31,6 ± 2,0	29,7 ± 0,4
Salinidad (‰)	36,9 ± 1,2	38,9 ± 0,52
Profundidad (cm)	92 ± 60	112 ± 59,8
Turbidez (NTU)	1,01 ± 0,28	2,24 ± 0,53
Materia orgánica (%)	6,14 ± 2,26	7,01 ± 2,5
Granulometría	Arenas fango-gravosas	Arenas fangosaas
Tamaño Medio de Grano (TMG)	1125 µm	778 µm

la expansión de esta especie en las costas centro-occidentales del país, conformando un importante ecosistema de praderas mixtas. En la Laguna de Yapascua esta fanerógama presentó una cobertura promedio de 55,85%, con un pequeño incremento en noviembre del porcentaje de arena (26,5%) así como de la especie *Caulerpa sertularioides* (S.G. Gmel.) M. Howe var. *longiseta* (Bory) Sved. (7,7%) (Tabla 2). Este crecimiento algal coincide con el aumento explosivo reportado por Vera *et al.* (2014) de la especie *Padina boergesenii* Allender & Kraft en una pradera de *H. stipulacea* en el estado Vargas (Venezuela), en ese mismo mes, debido al aumento en la turbidez por la temporada de lluvias. Burkholder *et al.* (2007) atribuyen esto a los altos niveles de materia orgánica que provocan la proliferación de fitoplancton y macroalgas oportunistas eficientes en la asimilación de nutrientes, las cuales disminuyen la luz incidente en la columna de agua, así como las concentraciones de oxígeno. Por su parte, Di Martino *et al.* (2006) reportan una correlación negativa entre la presencia de *H. stipulacea* y macroalgas como *Caulerpa racemosa*. Otra especie de alga presente en esta pradera en el mes de julio fue *Halimeda* sp., con una cobertura promedio de 0,7%. Además, sobre el sustrato arenoso desprovisto de vegetación de la pradera, se identificaron zoántidos y esponjas, que se agruparon bajo el término Otros (Tabla 2).

Tabla 2. Porcentaje de cobertura promedio en la Laguna de Yapascua.

Muestreos (año 2015)	<i>Halophila stipulacea</i>	<i>Thalassia testudinum</i>	Arena	Algas	Otros
Julio	59,20 ±	24 ±	14,13 ±	2,4 ±	0,27 ±
(n = 30)	42,56	37,71	16,66	5,24	1,02
Noviembre	52,50 ±	13 ±	26,53 ±	7,76 ±	0,21 ±
(n = 30)	38,42	32,11	28,65	16,92	0,55
Promedio	55,85 ±	18,5 ±	20,33 ±	5,07 ±	0,25 ±
	40,34	35,17	24,06	12,72	0,82

n total = 60

La biomasa promedio de *H. stipulacea* fue de $40,62 \pm 28,43\text{g/m}^2$ (biomasa en pie $15,94 \pm 13,1\text{g/m}^2$ y biomasa de rizomas $24,67 \pm 24,67\text{g/m}^2$). En el mes de noviembre los valores de biomasa total promedio, al igual que las fracciones de biomasa en pie y de rizomas, fueron mayores respecto a las obtenidas en julio (Fig. 3), aunque las mismas no fueron significativas debido a la gran varianza entre muestras (U Mann Whitney, $p > 0,05$). Estas diferencias pueden estar relacionadas con los aumentos en la turbidez del agua, ya que la especie *H. stipulacea* presenta bajos requerimientos de luz (6-12%), lo cual le posibilita vivir en aguas relativamente turbias, con mayor contenido de materia orgánica disuelta y a mayor profundidad (Morris & Tomasko 1993). En el mes de noviembre las lluvias en la zona favorecen la entrada por escorrentía y resuspensión de los sedimentos y nutrientes presentes en el fondo de la misma, hacia la columna de agua, colonizando esta especie los espacios de sustrato libre dejados por *T. testudinum*, especie más afectada por esas condiciones ambientales (Zieman *et al.* 1999), y cuya cobertura se reduce a un 10% para ese mes.

La longitud promedio de las hojas presentó valores entre 26,55 mm y 35,31 mm en julio y noviembre, respectivamente; y el ancho de las hojas entre 5,28 mm en julio y 6,2 mm en noviembre (Fig.4). Como se mencionó anteriormente, ante una mayor turbidez la planta incrementa su área foliar

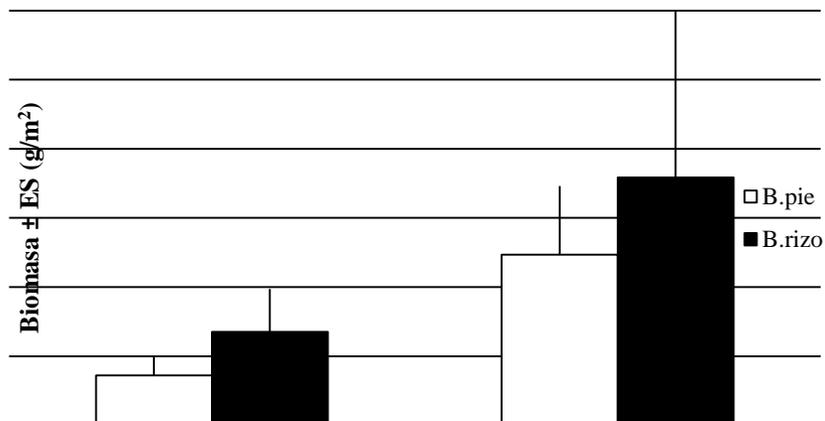


Fig. 3. Valores promedio de biomasa en pie (B.pie) y de rizomas (B.rizo) de *Halophila stipulacea* en la Laguna de Yapasua durante los meses de muestreo (ES = error estándar; n = 20).

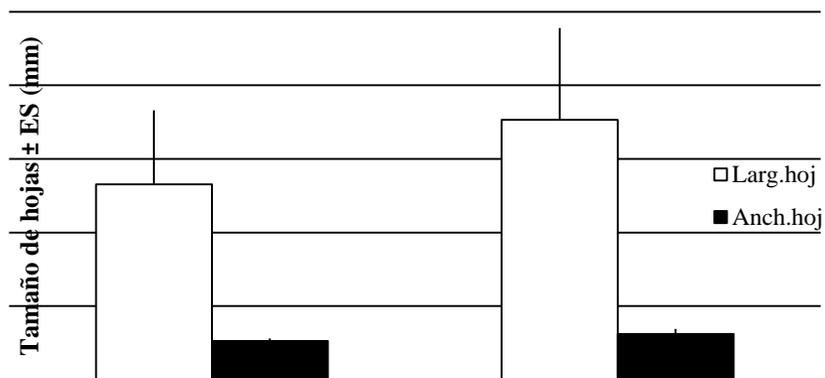


Fig. 4. Valores promedio de las hojas de *Halophila stipulacea* en la Laguna de Yapasua durante los meses de muestreo. ES = error estándar.

optimizando la captación de luz (Gacia 1999), aunque en Yapascua estas variaciones temporales no fueron significativas. En las costas de Italia, Gambi *et al.* (2009) reportan dimensiones de hojas semejantes para *H. stipulacea* (33,3-55,7 mm de largo, 4,4-6,8 mm de ancho), mientras que Sghaier *et al.* (2011) encuentran en Marina "Cap Monastir" (Túnez) hojas con mayores dimensiones (58,2 mm de largo, 7,1 mm de ancho).

Otros parámetros estimados para la población de *H. stipulacea* presente en la pradera de estudio fueron: la densidad de vástagos, obteniendo en julio 1831 ± 1261 vástagos/m² y en noviembre 1170 ± 371 vástagos/m²; y el número de hojas, con valores de $3 \pm 1,6$ hojas/vástago en julio y $2 \pm 0,6$ hojas/vástago para noviembre. Estos valores son similares a los reportados por Di Martino *et al.* (2006) en la Península de Magdalena (Italia) con una densidad de vástagos de 1967 vástagos/m², y por Sghaier *et al.* (2011) en Túnez con valores de 9900 ± 3509 vástagos/m².

En el mes de julio la especie *H. stipulacea* se encontró restringida hacia las zonas más profundas de la laguna, pero en noviembre los aumentos en la turbidez afectan la dominancia de *T. testudinum*, lo cual es aprovechado por *H. stipulacea* para expandirse y de esta manera, ocupar mayor área. El desarrollo de cobertura vegetal por parte de esta especie constituye zonas de cría y alimentación para organismos asociados, en comparación con el sustrato sin vegetación. No obstante, la introducción de esta especie invasora, que puede colonizar y expandirse en hábitats expuestos a perturbaciones, tal como se evidencia en la Laguna de Yapascua, particularmente por eutrofización, puede interferir con el proceso de sucesión natural de las praderas en esta región del Caribe, provocando el desplazamiento de las especies nativas como *T. testudinum* Banks & Sol. ex K.D. Koenig, *Halophila engelmanni* Asch., *H. baillonii* Asch. y *H. johnsonii* Eiseman, estas tres últimas catalogadas por la UICN como "Especies Vulnerables" (Willette *et al.* 2014; van Tussenbroek *et al.* 2016). Situaciones similares se han reportado para fanerógamas como *Ruppia maritima* L. y *Zostera marina* L., desplazadas en zonas intermareales por *Zostera japonica* Asch. & Graebn. en la costa oeste de Norte América (Harrison 1982, citado por Short *et al.* 2007), o la expansión del alga *Caulerpa taxifolia* (M. Vahl) C. Agardh, accidentalmente introducida al Mediterráneo durante los 80, sobre las praderas de *Cymodocea*

nodosa Asch. y *Posidonia oceanica* (L.) Delile (Meinesz *et al.* 1993, citados por Short *et al.* 2007). Asimismo, *H. stipulacea* podría ocasionar cambios en las comunidades de organismos asociados al necton y al bentos, afectando la biodiversidad en la región (Willette & Ambrose 2012). El reporte de esta especie en otras zonas de la costa venezolana implica ampliación de su distribución y sugiere la importancia de caracterizar sus poblaciones y evaluar su impacto sobre las comunidades de fanerógamas nativas.

AGRADECIMIENTOS

A la Lic. Yugreisy Polanco del Departamento de Biología, FACyT, Universidad de Carabobo, por la identificación y preservación de las algas.

BIBLIOGRAFÍA

- Burkholder, J. M., D.A. Tomasko & B.W. Touchette. 2007. Seagrasses and eutrophication. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 350(1-2): 46-72.
- CARICOMP. 1994. Variation in ecological parameters of *Thalassia testudinum* across the CARICOMP network. Proc. 8th Internat. Coral Ref. Symp. Panama 663-668.
- Debrot, A.O., G. van Buurt & M.J.A. Vermeij. 2011. *Preliminary overview of exotic and invasive marine species in the Dutch Caribbean*. IMARES Wageningen UR Report number C 188/11.
- Di Martino, V., M.C. Blundo & G. Tita. 2006. The Mediterranean introduced seagrass *Halophila stipulacea* in Eastern Sicily (Italy): Temporal variations of the associated algal assemblage. *Vie Milieux* 56: 223-230. https://www.researchgate.net/profile/Vincenzo_Di_Martino/publication/259400521
- Gacia, E. 1999. Leaf dynamics and shoot production of the seagrass *Thalassia testudinum* in the Indian River Lagoon (Florida). *Bot. Mar.* 42: 97-10.

- Galil, B. 2006. Species factsheet: *Halophila stipulacea*. In: Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe (DAISIE). <http://www.europe-aliens.org>.
- Gambi, M.C., F. Barbieri & C.N. Bianchi. 2009. New record of the alien seagrass *Halophila stipulacea* (Hydrocharitaceae) in the western Mediterranean: a further clue to changing Mediterranean Sea biogeography. *Mar. Biodiv. Rec.* 2: 84. http://journals.cambridge.org/article_S175526720900058X
- Hemminga, M. & C. Duarte. 2000 *Seagrass Ecology*. Cambridge University Press. Cambridge. United Kingdom.
- Maréchal, J., E. Meesters, F. Védie & C. Hellio. 2013. Occurrence of the alien seagrass *Halophila stipulacea* in Martinique (French West Indies). *Mar. Biodiv. Rec* 6 (127): 1-5.
- Morris, L.J. & D.A. Tomasko (eds.). 1993. *Proceedings and conclusions of workshops of submerged aquatic vegetation and photosynthetically active radiation*. Special publication SJ93-SP13 St. Jones River Water Management District, Palatka Florida. <http://secure.sjrwmd.com/technicalreports/SP/SJ93-SP13>
- Ruiz, H. & D. Ballantine. 2004. Occurrence of the seagrass *Halophila stipulacea* in the tropical West Atlantic. *Bull. Mar. Sci.* 75(1): 131-135. <https://researchportal.port.ac.uk/portal/files/559673/S175526721300096>
- Schwarz, A. & F. Hellblom. 2002. The photosynthetic light response of *Halophila stipulacea* growing along a depth gradient in the Gulf of Aqaba, the Red Sea. *Aquatic Bot.* 74:263-272. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304377002000803>
- Sghaier, Y.R., R. Zakhama-Sraieb, I. Benamer & F. Charfi. 2011. Occurrence of the seagrass *Halophila stipulacea* (Hydrocharitaceae) in the southern Mediterranean Sea. *Bot. Mar.* 54: 575-582. <https://www.researchgate.net/publication/257214978>

- Short, F., T. Carruthers, W. Dennison & M. Waycott. 2007. Global seagrass distribution and diversity: A bioregional model. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 350: 3-20. <http://www.faculty.umb.edu/anamarija.frankic/eos476/Class%20Materials/Habitats/>
- Smulders F., J.A. Vonk, M.S. Engel & M.J.Christianen. 2017. Expansion and fragment settlement of the non-native seagrass *Halophila stipulacea* in a Caribbean bay. *Mar. Biol. Res.* 13 (9): 967-974. <https://doi.org/10.1080/17451000.2017.1333620>
- van Tussenbroek, B., M.G. Barba S., J.G. Ricardo Wong, J.K. Van Dijk & M. Waycott. 2010. *Guía de los pastos marinos tropicales del Atlántico oeste*. Universidad Nacional Autónoma de México, 1^{era} Edición. México-Del. Coyoacán. México D.F. México.
- van Tussenbroek, B.I., M.M. van Katwijk, T.J. Bouma, T. van der Heide, L.L. Govers & R.S.E.W. Leuven. 2016. Non-native seagrass *Halophila stipulacea* forms dense mats under eutrophic conditions in the Caribbean. *J. Sea Res.* 115: 1-5 <http://tjisse.van-der-heide.com/wp-content/uploads/2016/09>
- Vera, B., L. Collado, C. Moreno & B. Van Tussenbroek. 2014. *Halophila stipulacea* (Hydrocharitaceae): A recent introduction to the continental waters of Venezuela. *Caribbean J. Sci.* 48 (1): 66-70. <http://www.bioone.org/doi/abs/10.18475/cjos.v48i1.a11>
- Willette, D. & R. Ambrose. 2009. The distribution and expansion of the invasive seagrass *Halophila stipulacea* in Dominica, West Indies, with a preliminary report from St. Lucia. *Aquatic Bot.* 91: 137-142. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304377009000862>
- Willette, D. & R. Ambrose. 2012. Effects of the invasive seagrass *Halophila stipulacea* on the native seagrass, *Syringodium filiforme*, and associated fish and epibiota communities in the Eastern Caribbean. *Aquatic Bot.* 103: 74-82. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304377012001209>
- Willette, D., J. Chalifourb, D. Debrotc, M.S. Engeld, J. Millere, H. Oxenfordf, F. Shortg, S. Steineri & F. Védieje. 2014. Continued

expansion of the trans-Atlantic invasive marine angiosperm *Halophila stipulacea* in the Eastern Caribbean. *Aquatic Bot.* 112: 98-102. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304377013001289>

Zieman, J.C., J.W. Fourqurean & T.A. Frankovich. 1999. Seagrass die-off in Florida Bay: long-term trends in abundance and growth of turtle grass, *Thalassia testudinum*. *Estuaries* 22: 460-470.