

Registro de la biomasa de *Gracilaria parvispora* Abbott (Rhodophyta, Gracilariaceae) en una región del sistema lagunar Huave, Oaxaca

Julio Adolfo Acosta-Calderón¹ & Tonatiuh Chávez Sánchez^{2*}

Resumen

Las especies de *Gracilaria* representan un recurso biológico susceptible de aprovechamiento. Sin embargo no existen registros sobre la biomasa de *Gracilaria parvispora* Abbott en el Pacífico Tropical Mexicano lo que origina una falta de noción sobre el potencial económico de esta especie. El objetivo de este trabajo es documentar la biomasa de *G. parvispora* en una región del sistema lagunar Huave (SLH), Oaxaca. El muestreo se realizó durante abril del 2008 y se obtuvieron datos de la biomasa húmeda (BM), temperatura superficial del agua (TSA), salinidad y concentración oxígeno disuelto (OD) en ocho sitios de muestreo. La BM, TSA, salinidad y OD fue diferente entre los sitios de muestreo. La BM se ubicó en tres de los ocho sitios. La BM total registrada fue de 276,500 g. La mayor BM se ubicó en el sitio 5 con 1,100 g m⁻² (32°C, 50 ppm, 4.5 mg/l). En el sitio 7, la BM fue de 250 g m⁻². (35°C, 40 ppm, 5.5 mg/l). La menor BM se encontró en el sitio 3 con 140 g m⁻² (45°C, 55 ppm, 6.5 mg/l). Este nota científica brinda el primer registro de la biomasa de *G. parvispora* en el sistema lagunar Huave, Oaxaca.

Palabras clave: Abundancia; México, Oxígeno, Salinidad, Temperatura.

Recibido: 06 de mayo de 2019

Abstract

The *Gracilaria* species represent a biological resource susceptible of exploitation. However, there are no records of *Gracilaria parvispora* Abbott biomass in the Mexican Tropical Pacific, which causes a lack of notion about the economic potential of this species. The aim of this survey is to record the *G. parvispora* biomass in a Huave lagoon system (SLH) region, Oaxaca. Sampling was carried out during April 2008; the wet biomass (BM), superficial seawater temperature (TSA), salinity and dissolved oxygen concentration (OD) was obtained in eight sampling sites. The BM, TSA, salinity, and DO were different among sampling sites. The BM was founded in three of eight sampling sites. The total BM recorded was 276,500 gr. The highest BM was recorded at site 5 with 1,100 g m⁻² (32°C, 50 ppm, and 4.5 mg/l). At site 7, the BM was 250 g m⁻² (35°C, 40 ppm, and 5.5 mg/l). The lowest BM was recorded at site 3 with 140 g m⁻² (35°C, 55 ppm, and 6.5 mg/l). This short communication provides a first record of *G. parvispora* biomass in the Huave lagoon system, Oaxaca.

Key words: Abundance; Mexico, Oxygen, Salinity, Temperature.

Aceptado: 01 de agosto de 2019

Introducción

Gracilaria Greville es un género de algas rojas (Rhodophyta, Gracilariaceae) con un alto valor económico en la industria alimenticia

como alimento directo o en la industria farmacéutica como fuente de agar en Asia, Hawái y América del Sur (Glenn *et al.* 1999, Ryder *et al.* 2004, Kim *et al.* 2008, Mardones *et al.* 2015). El género está constituido por

¹ Asociación de Científicos del Mar de Baja California Sur. Oaxaca 425, Col. Pueblo Nuevo, La Paz 23060, Baja California Sur, México.

² Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional. Avenida Instituto Politécnico Nacional s/n, La Paz 23060, Baja California Sur, México.

* **Autor de correspondencia:** tchavez-sanchez@outlook.com (TCS)

170 especies taxonómicamente aceptadas y ampliamente distribuidas en aguas tropicales, subtropicales y templadas (Guiry & Guiry 2019). *Gracilaria parvispora* Abbott (1985) posee talos de hasta 30 cm de alto de coloración roja a parduzca y en ocasiones verduzca; se distribuye en Hawái, Japón, Corea y México; habita en ambientes marinos submareales e intermareales (Abbot 1999, McDermid *et al.* 2005, Huisman *et al.* 2007, Dreckman & Senties 2009, García-Rodríguez *et al.* 2013, Yoshida *et al.* 2015, Krueger-Hadfield *et al.* 2016). Dreckmann (1999, 2006) documentó la presencia de *G. parvispora* en las lagunas costeras del Golfo de Tehuantepec y en las costas de Chiapas, Oaxaca, Guerrero y Colima en el Pacífico Tropical Mexicano. García-Rodríguez *et al.* (2013) y Krueger-Hadfield *et al.* (2016) registraron la ocurrencia de *G. parvispora* en la costa de Baja California, asignándole la categoría de alga no nativa. En este trabajo se proporciona otro registro morfológico de esta especie en el Pacífico Tropical Mexicano (PTM) y dado que no existen estudios sobre la abundancia de la especie en el PTM se realizó una prospección, presentando por vez primera un registro de la biomasa de *G.*

parvispora en una región del sistema lagunar Huave (SLH), Oaxaca que pueda establecer las bases para futuros trabajos taxonómicos, ecológicos y de aprovechamiento.

Se determinaron ocho sitios de muestreo a lo largo de la línea de costa de las lagunas Superior y Tileme (Fig. 1), considerando la accesibilidad, la heterogeneidad ambiental y los recursos disponibles. Para determinar la distribución de los sitios de muestreo se consideró la distancia respecto a la Boca de San Francisco que conecta al Pacífico y la Barra de Santa Teresa que conecta a ambas laguna. El muestreo se realizó durante abril del 2008, en cada sitio se colocó un transecto de 100 m² perpendicular a la ribera de las lagunas. Los talos de *G. parvispora* ubicados dentro de los transectos se recolectaron a mano y se colocaron en costales. Posteriormente se lavaron *in situ* para eliminar el exceso de sedimentos y epibiontes y con un balanza mecánica ($\pm 0.3\%$) se registró el peso húmedo. La temperatura superficial del agua de mar (°C), la salinidad (ppm) y la concentración de oxígeno disuelto (mg/l) se midió con una sonda multiparamétrica YSI (Modelo 55, YSI Inc. / Xylem Inc. USA). Por otro lado, varios

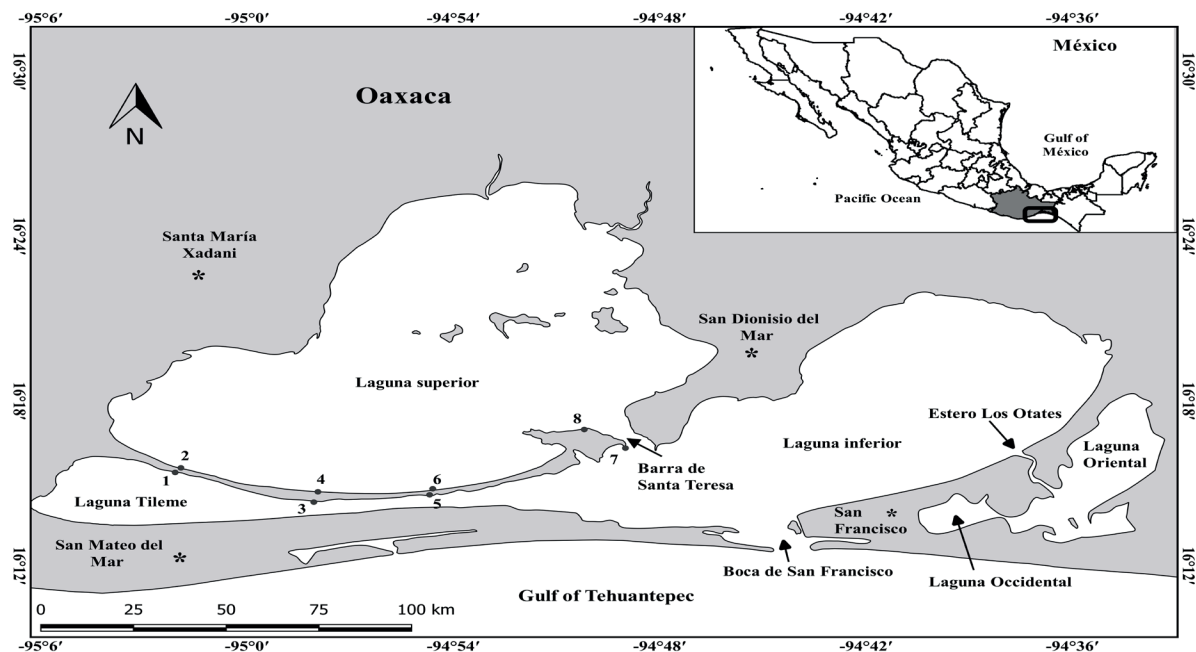


Figura 1. Área de estudio, poblaciones más cercanas (*) y coordenadas geográficas de los sitios de muestreo. Sitio 1) 16°15'23.81" N- 95°02'05.28" O; Sitio 2) 16°15'33.74" N - 95° 01'55.25" O; Sitio 3) 16°14'33.78" N- 94°58'03.35" O, Sitio 4) 16°14'41.49" N- 94°57'56.19" O, Sitio 5) 16°14'34.98" N- 94°54'41.28" O, Sitio 6) 16°14'48.15" N-94°54'35.84" O, Sitio 7) 16°16'16.89" N- 94°48'59.67" O, Sitio 8) 16°16'57.54" N- 94°50'11.52" O.

talos de *G. parvispora* se fijaron en formol al 4% con agua de mar para su determinación taxonómica en el Laboratorio de Biología Marina de la Universidad del Mar, Oaxaca, México. El material fijado se determinó utilizando las claves taxonómicas de Setchell & Gardner (1924), Dawson (1944), Norris (1985) y Dreckmann (2002). Adicionalmente, se graficó la variación de la biomasa entre los sitios de muestreo respecto a las variables ambientales registradas en este estudio con ayuda del software Excel®.

Los talos recolectados de *G. parvispora* se caracterizaron por una fronda erguida de color rojo a marrón claro, ejes cilíndricos de 30 a 45 cm de longitud, ramificados unilateral, alterna o irregulares, de 2 a 5 órdenes, y ápices de ramas estrechos (Fig. 2). Las características morfo anatómicas coinciden con lo reportado para el PTM (Silva *et al.* 1996, Dreckmann & De Lara-Isassi 2001, García-Rodríguez *et al.*

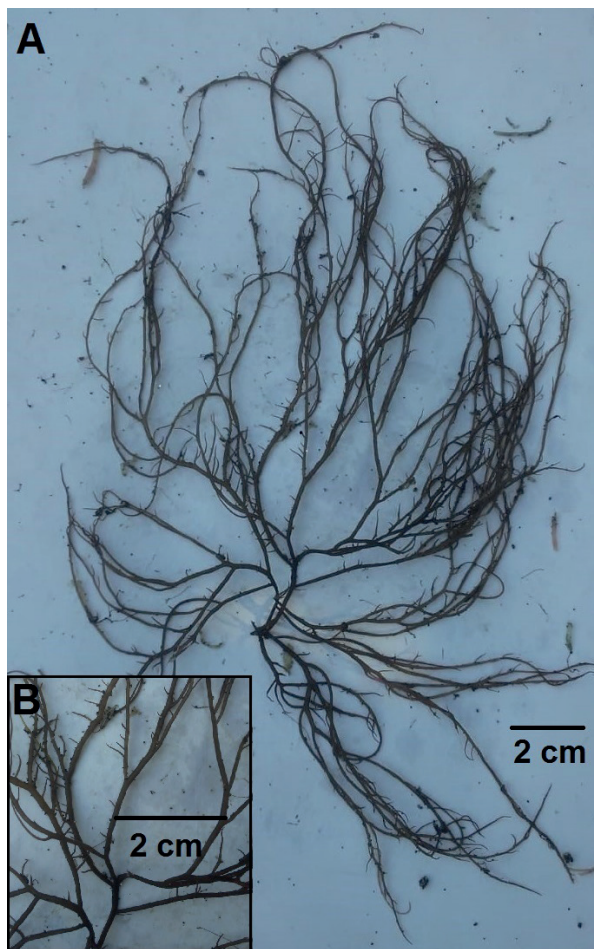


Figura 2. *Gracilaria parvispora*. A) Aspecto general del talo, B) detalle de la ramificación.

2013) con un eje principal con tres órdenes de ramificación, ejes cilíndricos a comprimidos, con ramificación irregular, alternada y dicotómica. Médula de 6-7 capas con un diámetro de 150- 450 μm . Corteza de 1-2 capas de células con 9-20 μm de diámetro. Subcorteza compuesta de células con un diámetro de 100-200 μm . Transición de médula a corteza gradual. No se observaron especies reproductivas. Se ubicaron algas *Cyanobacteria* Stanier ex Cavalier-Smith, Rhodophyta Wettstein (*Ceramium* Roth) y Phaeophyceae (*Dictyota* Lamouroux) sobre los talos de *G. parvispora*. Los valores de la temperatura superficial del agua, la salinidad y la concentración de oxígeno disuelto fueron diferentes entre los sitios de muestreo. La biomasa se registró en tres de los ocho sitios de muestreo. La biomasa húmeda total fue de 276,500 g. La mayor biomasa se ubicó en el sitio 5 con 1,100 g m^{-2} (32°C, 50 ppm, 4.5 mg/l). En el sitio 7, la biomasa fue de 250 g m^{-2} . (35°C, 40 ppm, 5.5 mg/l). La menor biomasa se encontró en el sitio 3 con 140 g m^{-2} (45°C, 55 ppm, 6.5 mg/l) (Fig. 3).

García-Rodríguez *et al.* (2013) y Krueger-Hadfield *et al.* (2016) han tipificado como una alga no nativa a *G. parvispora* en noroeste del Pacífico mexicano, basándose en datos morfológicos, anatómicos y moleculares. Por lo tanto, es importante realizar un análisis taxonómico integral de los ejemplares que habitan el sistema lagunar Huave para confirmar su posición taxonómica. En este estudio, la biomasa de *G. parvispora* fue diferente entre los sitios de muestreo, probablemente debido a las condiciones hidrológicas de cada lugar. La distribución y abundancia de las especies de *Gracilaria* está regulada por la temperatura, la salinidad, la irradiación solar (Lobban & Harrison 1997, Phooprong *et al.* 2008), la disponibilidad de nutrientes (Glenn *et al.* 1996), la presencia de algas verdes oportunistas (Ikner & Cirik 2004), el herbivorismo (Thomsen *et al.* 2007), y fenómenos meteorológicos (Castro *et al.* 1991). De acuerdo con Orduña *et al.* (2013), *G. parvispora* tiene un crecimiento óptimo de 30 a 35 °C en el sureste del Golfo de California. En este estudio, la biomasa húmeda se encontró a 32-35 °C. Este intervalo de temperatura ha sido reportado favorable para el crecimiento

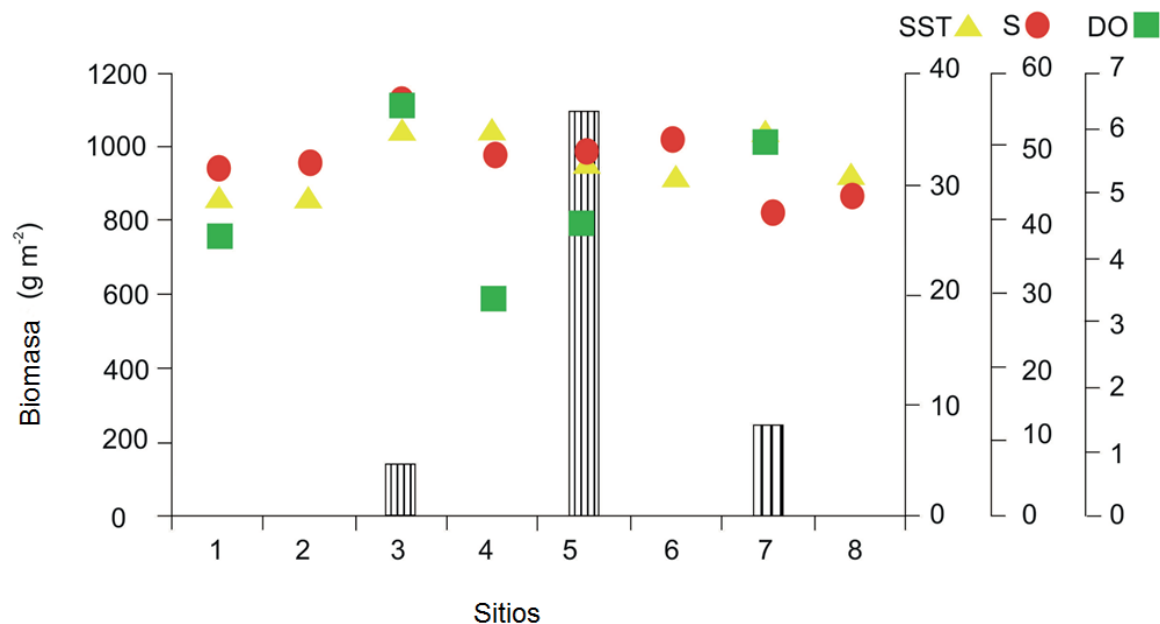


Figura 3. Biomasa de *Gracilaria parvispora* y parámetros hidrográficos, TSA: temperatura superficial del agua de mar ($^{\circ}C$), S: salinidad (ppm) y OD: oxígeno disuelto ($mg\ l^{-1}$).

de las especies de *Gracilaria* (Dawes 1999, Penniman & Mathieson 1985, Orduña *et al.* 2013, Castro & Yokoya 2018). Los sitios con biomasa de *G. parvispora* se ubicaron en condiciones hipersalinas entre 40-50 ppm. Varios trabajos han documentado la capacidad de las especies de *Gracilaria* para crecer a salinidades de 20-40 (Dawes 1999, Miranda 2010, Orduña *et al.* 2013, Castro & Yokoya 2018) y tolerar un amplio intervalo de salinidad de la que usualmente suelen experimentar en sus hábitats naturales (Dawes & Kovach 1992, Raikar *et al.* 2001). El sitio con mayor biomasa presentó una concentración de oxígeno disuelto de 4.5 mg/l . Se ha demostrado que esta concentración de oxígeno disuelto es óptima para las macroalgas (Kamer & Stein 2003). Por otro lado la ausencia de biomasa en algunos sitios se puede explicar por la ubicación aislada de la influencia del Océano Pacífico, con un restringido intercambio de agua y baja reposición de nutrientes, lo que sugiere una baja productividad biológica (Cromwell 1985).

Zertuche-González (1993) y Vergara-Rodarte (2009) han registrado valores de 2,500 a 5,000 $g\ m^{-2}$ de biomasa cosechable de *Gracilaria vermicophylla* (Ohm) Papenfuss en Baja California. Nos permitimos recomendar

la revisión de la identidad taxonómica de los ejemplares de *G. parvispora* que habitan en el SLH bajo un enfoque de taxonomía integral, así como incrementar los esfuerzos de muestreo para evaluar la variación espacio temporal de la biomasa de *G. parvispora* en el SLH y establecer el efecto de las variaciones ambientales en la biomasa. Por último es necesario determinar las características químicas de los ejemplares que se encuentran en el área de estudio para ser capaces de plantear una estrategia de aprovechamiento sustentable de esta población en el Sistema de Lagunar Huave del estado de Oaxaca, México.

Agradecimientos

A la Universidad del Mar campus Puerto Ángel por el equipo de laboratorio e infraestructura proporcionada. A José Ángel Ronson Paulín y Saúl Jaime Serrano Guzmán por el apoyo logístico para realizar el muestreo. A Jorge Medina por colaborar en el registro de datos en campo. La comunidad de Santa María del Mar, Juchitán, Oaxaca por su ayuda para trasladarnos al área de estudio. A Mariana Hernández Casas por la elaboración del mapa. A dos revisores anónimos que

realizaron valiosas observaciones que ayudaron a mejorar el presente trabajo.

Referencias

- Abbott, I.A. 1985. New species of *Gracilaria* Grev. (Gracilariaceae, Rhodophyta) from California and Hawaii. Pp:115-121 In: Abbott, I.A & J. Norris (eds.), Taxonomy of Economic Seaweeds: with references to some Pacific and Caribbean species, California Sea Grant College Program, California.
- Abbott I.A. 1999. Marine red algae of the Hawaiian Islands. Bishop Museum Press, Honolulu, 477 pp.
- Castro, T.R., G. Guanzon & M. Luhan. 1991. Assessment of stocks of a natural *Gracilaria* population on Panay Island, Philippines. *Botanica Marina* 34 (5): 383-386.
- Castro, J. & N, Yokoya. 2018. Growth and biochemical responses of tropical and subtropical strains of *Gracilaria domingensis* (Gracilariales, Rhodophyta) to temperature and irradiance variations. *Journal of Apply Phycology* 30: 1-7. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10811-018-1520-4>.
- Cromwell, J.E. 1985. Marine geology of Laguna Superior in the Pacific coast of Mexico. *Annales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología* 12 (1):70-98.
- Dawes, C., J. Orduña-Rojas & D. Robledo. 1999. Response of the tropical red seaweed *Gracilaria cornea* to temperature, salinity and irradiance. *Journal of Apply Phycology*. 10: 419-425. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1008021613399>.
- Dawson, E.Y. 1944. The marine algae of the Gulf of California. *Allan Hancock Pacific Expeditions* 3 (10):189-432.
- Dreckmann, K. 1999. El género *Gracilaria* (Rhodophyta) en el Pacífico Centro-Sur de México. I. *Gracilaria parvispora* I.A. Abbott. *Hidrobiológica* 9 (1): 71-76.
- Dreckmann, K. 2002. El género *Gracilaria* (Gracilariaceae, Rhodophyta) en el Pacífico centro-sur mexicano. Pp: 77-118 In: Senties, A. & K. Dreckmann (eds.), *Monografías ficológicas. UAM Iztapalapa y Red Latinoamericana de Botánica, México*.
- Dreckmann, K. & A, Senties. 2009. *Gracilaria*, Subgenus *Textoriella* (Gracilariaceae, Rhodophyta) in the Gulf of Mexico and the Mexican Caribbean, *Revista Mexicana de Biodiversidad* 80 (3): 591-601.
- Dreckmann, K. 2006. El género *Gracilaria* en el Pacífico centro-sur Mexicano. *Monografías Ficológicas* 1: 77-118.
- Dreckmann, K. & G. De Lara-Isassi. 2001. Historia taxonómica del género *Gracilaria* Greville (Gracilariaceae, Rhodophyta). *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 50 (1): 33-48.
- Dawes, C.J. & C.W. Kovach. 1992. Ecology of the algae of a Florida Key. II. Effects of irradiance, salinity and desiccation on intertidal and subtidal populations of seven macroalgae. *Botanical Marine Science* 50 (1): 165-170.
- García-Rodríguez, L.D., R. Riosmena-Rodríguez, S. Kim, M. López-Meyer, J. Orduña-Rojas, J.M. López-Vivas & S.M. Boo. 2013. Recent introduction of *Gracilaria parvispora* (Gracilariales, Rhodophyta) in Baja California. *Botanica Marina* 56 (2): 143-150.
- Glenn, E., D. Moore, K. Fitzsimmons & C. Azevedo. 1996. Spore culture of the edible red seaweed *Gracilaria parvispora* (Rhodophyta). *Aquaculture* 142 (1-2):59-74.
- Glenn, E., D. Moore, M. Akutagawa, A. Himler, Y Walsh & S. Nelson. 1999. Correlation between *Gracilaria parvispora* (Rhodophyta) biomass production and water quality factors on a tropical reef in Hawaii. *Aquaculture* 178 (3): 323-331.
- Guiry, M. & G. Guiry. 2019. AlgaeBase. World-wide electronic publication. National University of Ireland, Galway, Ireland. Consultado el 5 de julio de 2018: <http://www.algaebase.org>.
- Huisman, J.M., I.A. Abbott & C. Smith. 2007. Hawaiian reef plants. University of Hawaii and Sea Grant College, Honolulu, 264 pp.
- Iknuur, A. & S. Cirik. 2004. Distribution of *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss (Rhodophyta) in Izmir Bay (eastern Aegean Sea). *Pakistan Journal of Biological Science* 7 (11): 2022-2023.
- Kamer, K. & E. Stein. 2003. Dissolved oxygen concentration as a potential indicator of water quality in New Party Bay. *Tachincal Report. Southern California Coastal Water.CA*, 57 pp.
- Kim, M.S., Kim, M., Terada, R., Yang, E.C. & Boo, S.M. 2008. *Gracilaria parvispora* is the correct name of the species known as *G. bursa-pastoris* in Korea and Japan. *Taxon* 57 (1): 231-237.
- Krueger-Hadfield, S., G. Hernández-Carmona, R. Terada, J.M. López-Vivas & R. Riosmena-Rodríguez. 2016. New Record of the non-Native Seaweed *Gracilaria parvispora* in Baja California. *Cryptogamie, Algologie* 37 (4): 257-263.
- Lobban, C. & P. Harrison. P. 1997. Seaweed ecology and physiology. Cambridge University Press, Cambridge, 366 pp.
- Mardones, A., R, Cordero, A. Augsburg, A. & P. Ríos-Escalante. 2015. Desarrollo del ensilado del alga *Gracilaria chilensis* para la alimentación del abulón rojo *Haliotis rufescens*. *Latin American Journal of Biological Science of Aquatic Research* 43 (2): 295-303.
- McDermid, K.J., B. Stuercke & O. Haleakala. 2005. Total dietary fiber content in Hawaiian marine algae. *Botanica Marina* 48: 437-440. DOI 10.1515/BOT.2005.0XX.
- Miranda G.E.C. 2010. Monitoramento, manejo e restauração de populações de *Gracilaria caudata*

(Rhodophyta, Gigartinales) degradadas pela exploração comercial. Ph.D. dissertation, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 127 pp.

Norris J.N., 1985. *Gracilaria* from The Gulf of California: Key, list, distribution of the species. Pp:93-99 In: Abbott, I.A & J. Norris (eds.), *Taxonomy of Economic Seaweeds: with references to some Pacific and Caribbean species*, California Sea Grant College Program, California.

Orduña-Rojas, J., L.D. García-Rodríguez, M. López-Meyer & R. Riosmena-Rodríguez. 2013. Photosynthetic and respiratory responses of *Gracilaria parvispora* from the southeastern Gulf of California. *Journal of Applied Phycology* 25 (6): 1855-1861.

Penniman, C.A. & A.C. Mathieson. 1985. Photosynthesis of *Gracilaria tikvahiae* McLachlan (Gigartinales, Rhodophyta) from the Great Bay Estuary, New Hampshire. *Botanica Marina* 28 (10): 427-435.

Phooprong, S., H. Ogawa & K. Hayashizaki. 2008. Photosynthetic and respiratory responses of *Gracilaria vermiculophylla* (Ohmi) Papenfuss collected from Kumamoto, Shizuoka and Iwate, Japan. *Journal of Applied Phycology* 20 (5): 743-750.

Raikar, S.V., M. Lima & Y. Fujita. 2001. Effect of temperature, salinity and light intensity on the growth of *Gracilaria* spp. (Gracilariales, Rhodophyta) from Japan, Malaysia and India. *Indian Journal of Marine Science* 30 (2): 98-104.

Ryder, E., S. Nelson, E. Glenn, P. Nagler, S. Napoleon & K. Fitzsimmons. 2004. Review: Production of *Gracilaria parvispora* in two-phase polyculture systems in relation to nutrient requirements and uptake. *Bulletin of Fisheries Research Agency. Supply* 1:71-76.

Setchell, W.A. & N.L. Gardner. 1924. Expedition of the California Academy of Sciences to the Gulf of California in 1921. The marine algae. *Proceedings of the California Academy of Science. Serie 4*, 12: 695-949.

Silva, P.C., P.W. Basson & R.L. Moe. 1996. *Catalogue of the benthic marine algae of the Indian Ocean*. University California Press, California 1259 pp.

Thomsen, M. S. & K.J. McGlathery. 2007. Stress tolerance of the invasive macroalgae *Codium fragile* and *Gracilaria vermiculophylla* in a soft-bottom turbid lagoon. *Biological Invasions* 9 (5):499-513.

Vergara-Rodarte, M.A. 2009. Tendencias poblacionales de *Gracilaria vermiculophylla* en Laguna San Ignacio B.C.S. México. Master Thesis, CICESE, La Paz, México. 78 pp.

Yoshida, T., Suzuki, M. & Yoshinaga, K. 2015. Checklist of marine algae of Japan. *Japanese Journal of Botany* 63: 129-189.

Zertuche-González, J. 1993. Situación actual de la industria de las macroalgas productoras de ficocoloides en América latina y el Caribe, FAO, México, 66 pp.