

ASPECTOS ECOLÓGICOS DE *Ruppia maritima* (RUPPIACEAE) EN LAGUNA LARGA, CAYO COCO, CUBAECOLOGICAL ASPECTS OF *Ruppia maritima* (RUPPIACEAE) IN LAGUNA LARGA, CAYO COCO, CUBA

Mayrene Guimaraes Bermejo\* y Roberto González de Zayas

Centro de Investigaciones de Ecosistemas Costeros, Cayo Coco, Ciego de Ávila. 69400 Cuba

\*Autor de correspondencia: mayrene@ciec.fica.inf.cu

Fecha de recepción: 29 de junio de 2009 - Fecha de aceptado: 21 de septiembre de 2009

**RESUMEN.** Se analizan aspectos ecológicos de *Ruppia maritima* L. (Ruppiaceae) en Laguna Larga, localizada en la costa norte y central de Cayo Coco en Cuba. La laguna fue subdividida de acuerdo con su comportamiento hidrodinámico en zonas: este, central y oeste. Se evaluó la influencia de diferentes variables ambientales sobre el crecimiento y distribución de la planta. Se consideraron variables bióticas y abióticas. La macrófita forma parches en la zona este, mientras que en la parte central y oeste es escasa y dispersa. La biomasa media general de 91.4 g/m<sup>2</sup>, estuvo influenciada por factores que limitan el crecimiento de la angiosperma. Las elevadas salinidades y las altas concentraciones de amonio en la columna de agua fueron “estresores” ambientales comunes en toda la laguna, mientras que la temperatura y la escasez de luz lo fueron solamente para la zona central y oeste, respectivamente. Por otro lado, el crecimiento de algas filamentosas flotantes y de epífitas, principalmente del género *Cladophora* Kützing, contribuyeron a la baja biomasa registrada, debido a la reducción de luz por efecto de sombreado.

Palabras clave: estresores ambientales, crecimiento, distribución, *Ruppia maritima*.

**ABSTRACT.** Ecological aspects of *Ruppia maritima* L. (Ruppiaceae) in Laguna Larga, north central coast of Cayo Coco, Cuba were studied. The lagoon was subdivided in three zones (east, central and west) according to hydrodynamic behavior. The influence of several environmental variables on plant growth and distribution is assessed. Biotic and abiotic variables are considered. The macrophyte form patches in the east zone while is scarce or disperse in the central and west areas. Biomass (91.4 g/m<sup>2</sup>) was affected by factors that limit growth of the angiosperm. High salinity and ammonium concentrations in the water column were environmental stressors (limiting factors) for the whole lagoon, whereas temperature and low light levels acted solely on the central and west zones, respectively. On the other hand, the growth of floating filamentous and epiphyte algae, mainly *Cladophora* Kützing, contributed to the low biomass, due to the reduction of light for shadow effect.

Key words: environmental stressors, growth, distribution, *Ruppia maritima*.

**INTRODUCCIÓN**

*Ruppia* L. es una angiosperma sumergida de la subclase Alismatidae, familia Ruppiaceae, género que habita en aguas salinas y salobres tanto costeras como interiores. Tiene una distribución cosmopolita, está presente en todos los continentes y en muchas islas, su límite sur se extiende hasta la Tierra del Fuego (55° S) y su límite norte está a los 68° N (Verhoeven, 1979).

El género *Ruppia* es la principal fuente de producción primaria en muchas lagunas subtropicales (Edwards, 1978; Paton, 1982). Es también importante por su habilidad para tolerar amplios rangos de salinidad, periodos de exposición a la desecación y otros factores de estrés (Verhoeven, 1980; Brock, 1982). Este género brinda refugio para muchos invertebrados estuarinos y marinos (Kerwin *et al.*, 1975; citado por Kantrud, 1991) y su detrito es una importante fuente de alimento para invertebrados (Verhoeven, 1978;

citado por Kantrud, 1991). Es un eslabón importante en la cadena alimentaria de ecosistemas estuarinos y salinos (Kantrud, 1991; Paton, 2002), sobre todo sus semillas y partes vegetativas son importantes alimentos para aves acuáticas (Figuerola *et al.*, 2002). Las flores y los frutos son abundantes en la planta (Phillips, 1960), por lo que el potencial reproductivo es alto, aspecto que unido a su amplio rango de tolerancia a condiciones desfavorables, la convierten en la actualidad en una especie ideal para los programas de restauración que se llevan a cabo en humedales afectados por la actividad humana.

Existen numerosos estudios que detallan el efecto de factores ambientales sobre el desarrollo de esta angiosperma. Los problemas comunes asociados a las áreas donde habita *Ruppia* son: eutrofización, cambios hidrológicos debido a operaciones de dragado y relleno costero, uso de químicos en la agricultura y desechos industriales, entre otros. La baja producción de la planta usualmente está relacionada con una excesiva turbidez, salinidad y temperatura (Verhoeven, 1979; Santamaría *et al.*, 1996; Santamaría y Hootsmans, 1998).

En Cayo Coco, la especie crece en Laguna Larga, sistema acuático que se ha visto alterado en las condiciones físico-químicas del agua, debido a las perturbaciones naturales y antrópicas que ha sufrido su régimen hidrodinámico. En este sentido, el presente estudio evalúa la influencia de variables ambientales claves sobre el crecimiento y distribución de *Ruppia maritima*. Las variables ambientales identificadas están ampliamente documentadas en la literatura lo que permite determinar los rangos de tolerancia en las condiciones locales.

En Cuba, es el primer estudio que se realiza sobre aspectos referentes a la ecología de *R. maritima*. La información derivada de los procesamientos y análisis realizados en esta investigación, constituye un punto de partida esencial para el manejo de los acuatorios en que aparece la especie, ya que es un elemento importante en las relaciones tróficas de los mismos.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Área de estudio

Laguna Larga se localiza en la costa norte y central de Cayo Coco, islote perteneciente al Archipiélago Sabana-

Camagüey, Cuba, entre los meridianos 78°21'18" y 78°22'47" (Figura 1). Es de configuración alargada y estrecha con un área de 0.22 km<sup>2</sup>. Posee una única salida de intercambio con el mar en su extremo oriental, constituida por un canal de mareas de 6 m de ancho. Las mareas de la zona poseen un comportamiento semidiurno regular de tipo sinódico con una amplitud máxima promedio de 0.74 m (Zúñiga y González, 2000), que genera un flujo en el estero de intercambio, que oscila entre los 0.8 y 1.2 m<sup>3</sup>/seg.

La evolución natural de esta laguna litoral está relacionada con la auto colmatación, a partir del crecimiento más acentuado de *Rhizophora mangle* L. en la salida hacia

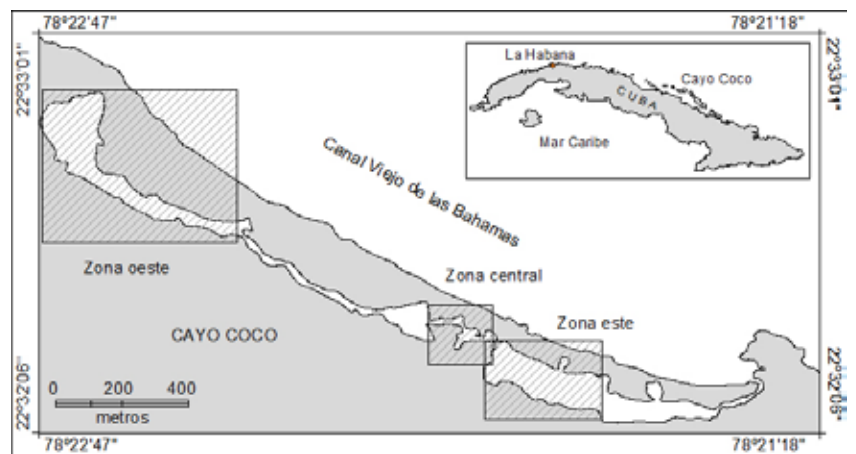


Figura 1. Ubicación del área de estudio.

el mar, trayendo como consecuencia una disminución paulatina de los niveles de intercambio de agua hacia el resto de la laguna. Por otra parte, se han realizado modificaciones antrópicas asociadas al actual desarrollo hotelero (dragados, rellenos y cierres temporales), que han generado condiciones hidrodinámicas que permiten analizar cada sector por separado como ecosistemas lagunares diferentes, nombrados en este trabajo como zonas: este, central y oeste.

### Muestreo de campo y análisis de laboratorio

Los muestreos bióticos se llevaron a cabo en octubre del 2006. La distribución areal de las poblaciones de *R. maritima* en la zona este de Laguna Larga fue delimitada a través del establecimiento de contornos referenciados, en los bordes de cada parche, con el uso de un GPS Magellan 315, los que posteriormente fueron cartografiados utilizando MapInfo Professional 7.5. En el resto de las zonas, por aparecer

individuos aislados, se empleó el mismo procedimiento pero de manera puntual.

La biomasa se muestreó en la zona este, para ello se uso un cuadrado de 25 cm de lado, lanzado al azar, sobre diferentes tipos de sustratos, cuatro veces en un radio de 10 m, se extrajo el material con una pala de campo. Las muestras fueron secadas en estufa a 90 °C, hasta lograr peso constante.

La angiosperma se determinó siguiendo la clave de Fernald y Wiegand (1914) y las algas presentes en las muestras fueron determinadas empleando manuales de

En cada una de estas estaciones se colectó agua superficial, con una botella oceanográfica tipo Niskin de 2 l. De la botella se tomaron muestras para el análisis de nutrientes en el laboratorio, las que fueron congeladas a -20 °C y posteriormente analizadas.

El amonio se determinó vía la reacción de Berthelot, en la cual el ácido hipocloroso y el fenol reaccionan con el amonio en una solución alcalina para formar el azul de indofenol. La medición en el equipo espectrofotométrico se hizo a  $\lambda=640$  nm (Grasshoff *et al.*, 1983). El análisis de los nitratos + nitritos se llevó a cabo previa reducción del nitrato a nitrito en la muestra de agua a través de una

columna de cadmio, conforme al método de Murphy y Riley (1966). Para los fosfatos se usó la técnica descrita por Grasshoff *et al.* (1983).

Para considerar las condiciones ambientales anteriores al muestreo, se obtuvieron del laboratorio de análisis físico-químico del Centro de Investigaciones de Ecosistemas Costeros la temperatura y salinidad, medida de forma bimensual y los nutrientes en febrero, abril y junio, todos en el mismo año 2006, con los mismos métodos explicados anteriormente.

El acumulado mensual de precipitaciones se obtuvo de la base de datos de la estación meteorológica del Centro de Investigaciones de Ecosistemas Costeros.

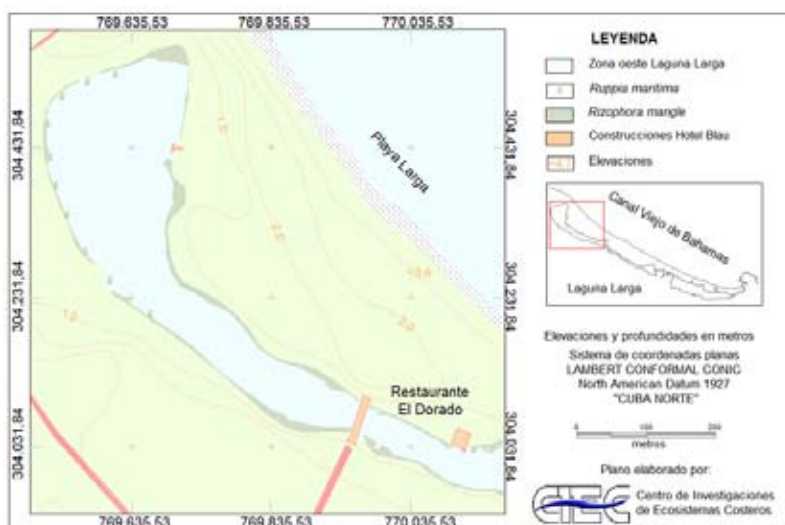


Figura 2. Distribución de *Ruppia maritima* en la zona oeste de Laguna Larga.

identificación taxonómica (Taylor, 1960; Littler y Littler, 2000), con el apoyo de un estereoscopio Carl Zeiss y de un microscopio Carl Zeiss Axiolab 5x – 100x. Conjuntamente con el muestreo biótico, en octubre, se midió la profundidad, transparencia, temperatura, salinidad y nutrientes.

La profundidad en los sitios con presencia de *Ruppia*, se midió in situ con una mira geodésica, corrigiendo posteriormente los valores obtenidos con las tablas de mareas generadas por el programa PC global y la profundidad promedio en cada zona fue calculada a partir de los datos aportados por el levantamiento batimétrico realizado por Expósito et al. (inédito). La transparencia del agua se midió con el uso del Disco de Secchi. La temperatura y la salinidad se determinaron in situ, en tres estaciones por zona, utilizando un salinómetro marca WTW con una precisión de 0.01 °C y 0.1 unidades de salinidad, respectivamente.

### Análisis de datos

Para comparar la biomasa de la especie en los diferentes tipos de sustratos, se realizó una prueba t de Student. Para conocer el comportamiento de la salinidad y de los nutrientes (amonio, nitrato+nitritos y fosfatos) por zonas durante el año de estudio, se realizó un análisis de varianza bifactorial, en el que se consideró como factor 1 los meses y como factor 2, las zonas. Con dicha estructura se construyó una base de datos con 54 casos para la salinidad y con 36 para los nutrientes. Los grupos homogéneos fueron determinados por la prueba de Newman-Keuls.

Previo a los análisis se calcularon los principales estadígrafos para conocer la distribución de los datos y comprobar la normalidad y homogeneidad de varianza. Para el análisis de la estadística paramétrica se utilizó el Statistic 6.0 (StatSoft, Inc., 2001).

**RESULTADOS**

**Distribución de *Ruppia maritima***

La distribución de esta especie en las zonas oeste y central fue puntual (Figuras 2 y 3), mientras que al este de la laguna apareció formando parches con cuerpos de áreas variables entre 56 m<sup>2</sup> y 8,308 m<sup>2</sup> (Figura 4).

**Factores que influyen en el crecimiento y distribución de *Ruppia maritima***

*Profundidad y transparencia*

La profundidad promedio en la zona este fue de 0.67 m, la angiosperma se observó en un rango de profundidad que varió entre 0.36 a 0.75 m. La zona central es muy baja con una profundidad promedio de 0.08 m y la especie estuvo restringida a 0.10 m. Al oeste de la laguna se localizaron las mayores profundidades con promedio de 0.74 m, pero la especie sólo aparece a escasas profundidades, 0.20 m.

La transparencia en las zonas este y central fue total, no así en la zona oeste donde fue solo del 25% de la profundidad total (0.80 m) en su extremo occidental y del 40% (0.50 m) hacia el extremo oriental.

*Salinidad*

En la zona este se registró 33.7 ups (18.6 g/l Cl), en el centro de la laguna 31.8 ups (17.6 g/l Cl) y en la zona oeste 32.3 ups (17.9 g/l Cl).

La salinidad en los meses evaluados del año 2006

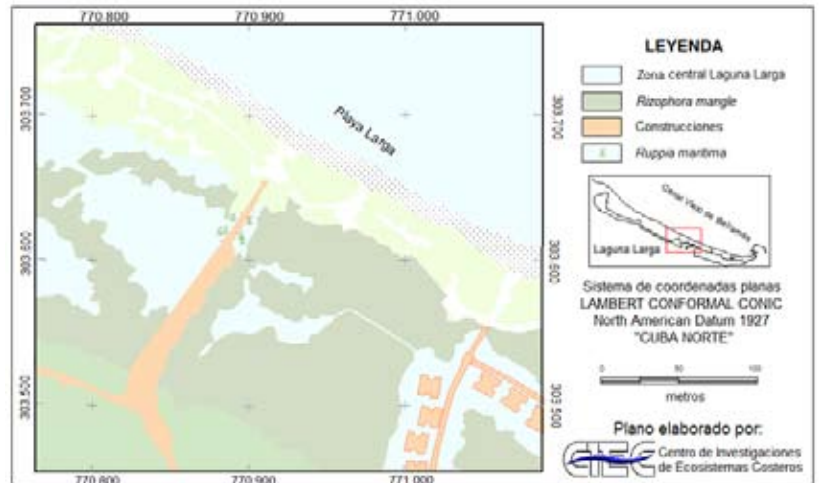


Figura 3. Distribución de *Ruppia maritima* en la zona central de Laguna Larga.

presentó diferencias significativas entre meses y por zonas (Figura 6). Se alcanzaron valores mínimos de 31.3 ups (17.3 g/l Cl) y máximos de 45.0 ups (24.9 g/l Cl). El menor valor de salinidad se alcanzó en la zona oeste a inicios del periodo seco. Por otra parte, el mayor registro fue en la zona central y se alcanzó a finales del periodo seco. La parte este tuvo fluctuaciones según el mes, pero siempre oscilando alrededor de la salinidad oceánica (36.0-36.2 ups).

*Nutrientes*

En las zonas este central de Laguna Larga las concentraciones de nitratos + nitritos estuvieron por debajo del límite de detección del equipo (0.007 mg/l) (0.5 µM) y en la zona oeste se registró 0.01 mg/l (1.07 µM). El amonio en la zona este fue de 0.007 mg/l (0.29 µM), en la zona central estuvo en contenidos por debajo del límite de detección (0.002 mg/l) (0.14 µM), mientras que en la zona oeste fue de 0.02 mg/l (1.4 µM).

El amonio, nitratos y nitritos durante el año 2006 tuvieron un aumento en el mes de junio con diferencias significativas con respecto al resto de los meses (Figuras 7a y 7b). En junio se registraron 48.2 µM de amonio en la

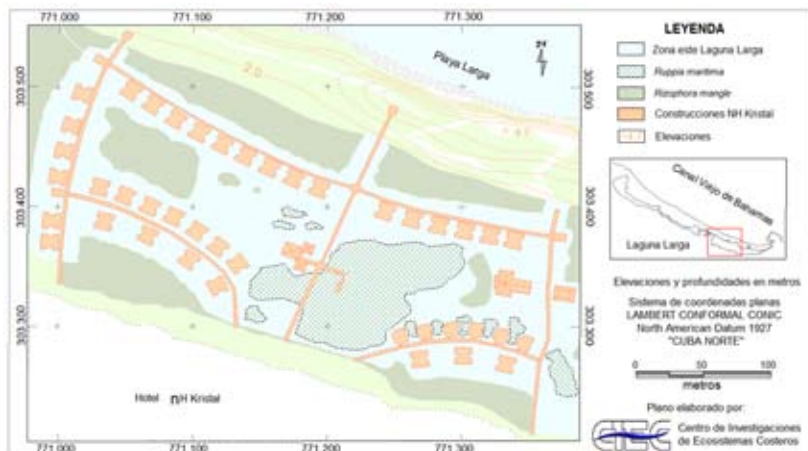


Figura 4. Distribución de *Ruppia maritima* en la zona este de Laguna Larga.

*Temperatura*

Esta especie persiste en Laguna Larga a temperaturas que oscilan entre los 23.0 y 35.5 °C. Se debe señalar que las mayores temperaturas registradas están asociadas a la zona central. En esta zona, el crecimiento de la angiosperma se presentó ralo en octubre de 2006 (Figura 5).



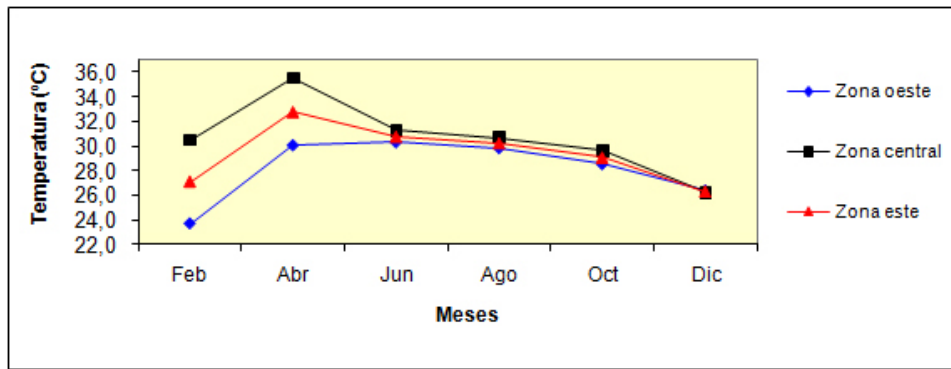


Figura 5. Temperaturas promedio registradas durante el año 2006.

zona oeste y en febrero 6.4  $\mu\text{M}$ , 3.6  $\mu\text{M}$  y 13.2  $\mu\text{M}$  en las zonas oeste, centro y este, respectivamente.

En toda la laguna las cantidades de fosfatos estuvieron por debajo del límite de detección (0.009 mg/l) (0.29  $\mu\text{M}$ ) y el comportamiento de este nutriente el resto del año fue similar a octubre en las tres zonas, excepto en febrero (0.057 mg/l) (1.8  $\mu\text{M}$ ) (Figura 8).

*Macroalgas acompañantes*

En la zona este, las algas bénticas que se estuvieron junto a *Ruppia maritima* fueron *Caulerpa mexicana* Sonder ex Kützing, *Batophora oerstedii* J.Agardh, *Penicillus dumetosus* (J. V. Lamouroux) Blainville y tapizando extensas áreas, formando colchones, *Cladophora laetevirens* (Dillwyn) Kützing, la que resultó ser el alga más abundante.

Como epífitas aparecieron las algas filamentosas *Cladophora laetevirens* (Dillwyn) Kützing, *C. liniformis* Kützing y *Rhizoclonium riparium* (Roth) Kützing ex Harvey, ambas epifitando densamente a la planta y que además hubo mucho sedimento junto con las epífitas. Se observaron también, algas filamentosas flotantes especialmente del género *Cladophora*, formando “alfombras” sobre los parches de *R. maritima*.

En las zonas central y oeste apareció creciendo sobre el sustrato *Batophora oerstedii* J.Agardh, pero no hubo algas epifitando a la angiosperma en estas zonas.

**Biomasa**

En la zona este la ocupación del taxón fue en parches (Figura 4), no así en las otras dos partes, donde aparecen plantas aisladas (Figuras 2 y 3). La especie exhibió un mayor crecimiento sobre sustrato limo arenoso que sobre limo con 98.0 y 84.8 g/m<sup>2</sup> de peso seco, respectivamente. Sin embargo, no existieron diferencias significativas en su

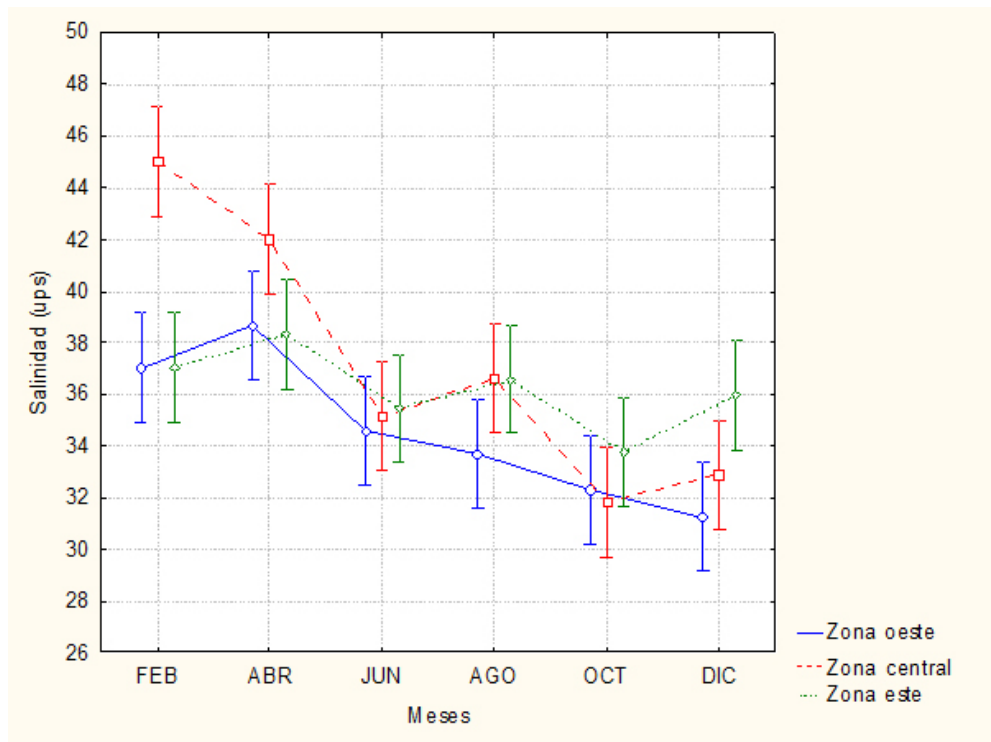


Figura 6. Comportamiento de la salinidad entre meses por zonas durante el año 2006.

crecimiento para ambos tipos de sustratos (Figura 9), por lo que la media general de biomasa de peso seco para la zona fue de 91.4 g/m<sup>2</sup>.

**DISCUSIÓN**

**Factores que influyen en el crecimiento y distribución de la especie**

En la zona oeste solo apareció *R. maritima* en las orillas adyacente al manglar, la escasa transparencia del agua de

la zona podría ser una de las causas de su limitada área de ocupación, ya que esta es una especie que necesita altos niveles de luz; sus altos contenidos de clorofila *a* y *b* sugieren que está menos adaptada a estos ambientes que otras angiospermas marinas (Evans *et al.*, 1986).

El hecho de que las mayores temperaturas registradas estén asociadas a la zona central, está dado por la poca profundidad de la zona (0.08 m como promedio) y por periodos queda prácticamente sin agua (final del periodo seco, febrero-marzo-abril). Otros estudios han indicado que esta especie crece a temperaturas tan bajas como 13 °C y tan altas como 35 °C, incluso ha resistido temperaturas extremas de 7 y 39.4 °C, aunque su crecimiento disminuyó rápidamente después de este

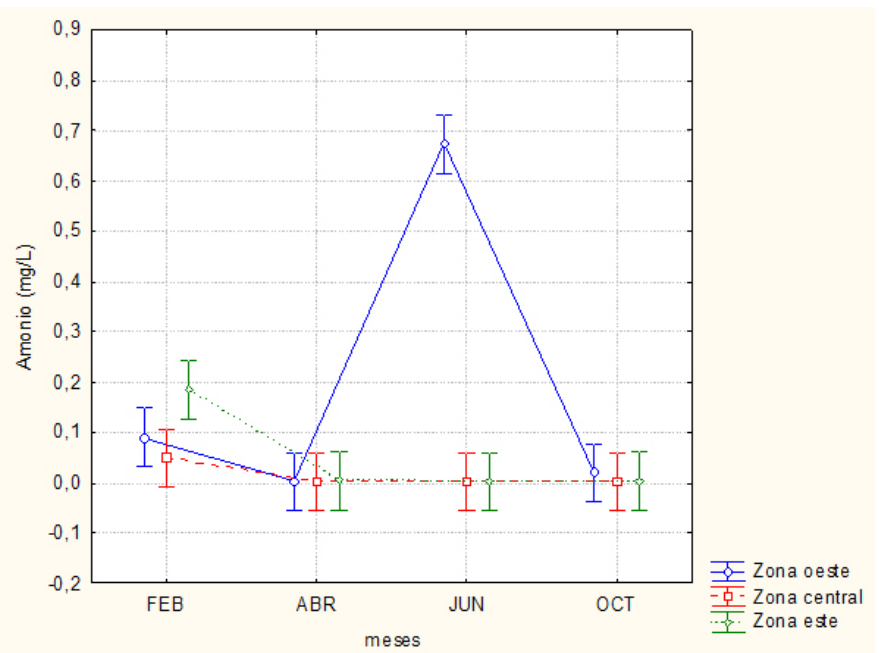


Figura 7. a) Comportamiento del amonio en Laguna Larga, año 2006 ( $p = ,00000$ ). Barras verticales denotan el intervalo de confianza (0.95). b) Comportamiento de los nitratos y nitritos ( $p = ,00001$ ).

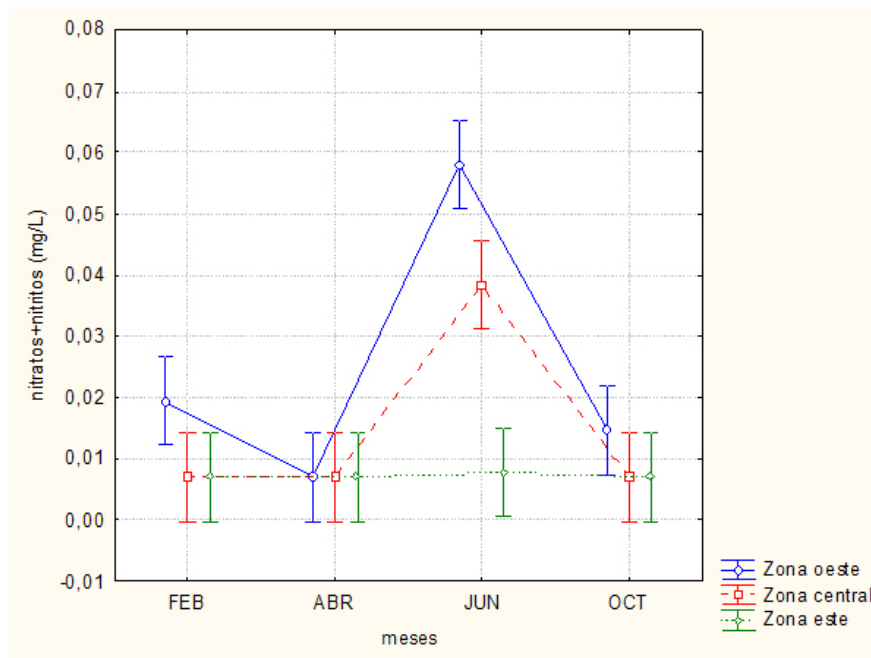


Figura 8. Comportamiento del fosfato en el año 2006 ( $p = ,00082$ ).

registro (Phillips, 1960). Teniendo en cuenta los rangos de temperaturas a los que la planta responde con mayor crecimiento, se pudo identificar este factor como no limitante para el desarrollo de la especie en la laguna, excepto en la zona central donde este parámetro fue superior al identificado como óptimo (Figura 10).

Los valores de salinidad registrados en octubre en Laguna Larga son altos para el crecimiento de la especie, si se tiene en cuenta que la literatura reporta un mejor desarrollo a salinidades (de 4.7 a 22.6 ups), con preferencia por salinidades alrededor de 20 ups (Joanen, 1964; Joanen y Glasgow, 1965; Berns, 2003; Murphy *et al.*, 2003). La salinidad de Laguna Larga responde a las precipitaciones y a las características físicas del sistema acuático. El menor valor de salinidad se alcanzó en la zona oeste a inicios del periodo seco, donde se debe señalar que hubo un acumulado de lluvias (232.4 mm en octubre-noviembre), además el limitado intercambio de este sector influye de manera importante en la variabilidad salina que mostró durante el estudio. Por otra parte, el mayor registro fue en la zona central y se alcanzó a finales del periodo seco, lo que obedeció a las características de esta parte, poca profundidad y limitado intercambio oceánico (Figura 11). Las fluctuaciones en la zona este, cercanas siempre a los valores oceánicos, se deben a que la misma posee el mayor intercambio con el mar abierto, permitiendo

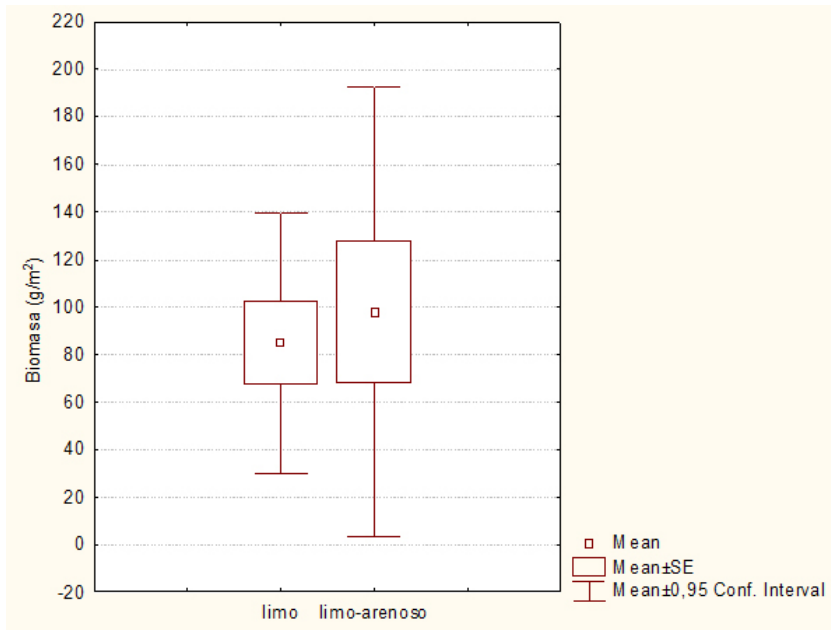


Figura 9. Comparación de la biomasa sobre sustrato limo y limo-arenoso ( $p = 0.713$ ).

(Figura 12), se puede señalar que la salinidad es un “estresor” para el crecimiento y distribución de la angiosperma en Laguna Larga.

En todas las zonas las concentraciones de nitratos + nitritos estuvieron dentro de los rangos encontrados en hábitat de *R. maritima*, mientras el amonio en las zonas este y central estuvo por debajo (Tabla 1). Si se toma en cuenta lo descrito por Touchette y Burkholder (2000) como rango típico de amonio en la columna de agua, 0.0-3.2  $\mu\text{M}$ , para hábitat de angiospermas marinas, es posible afirmar que el mes de octubre estuvo dentro de este rango; sin embargo, en junio y en febrero las

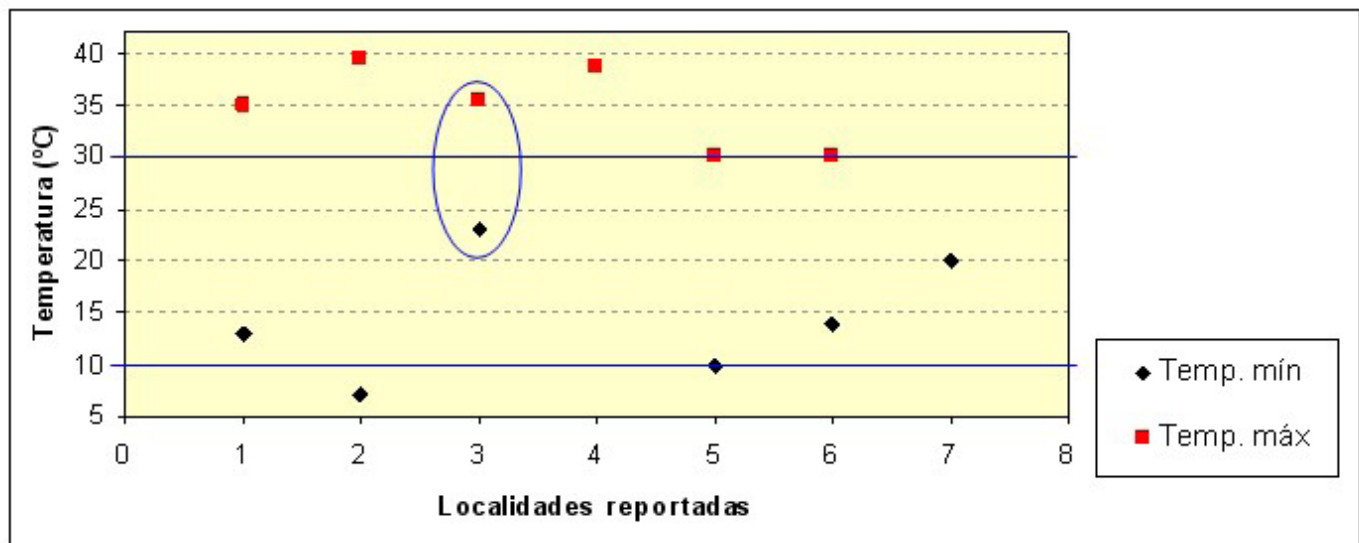


Figura 10. Comportamiento de la temperatura registrada en diferentes localidades. Leyenda: 1 y 2 Phillips (1960), 3 Laguna Larga (2006), 4 Verhoeven (1979), 5 Lazar y Dawess (1991), 6 Santa María y Hootsmans (1998), 7 Carruthers (1999). Líneas azules, valores óptimos registrados (mínimo y máximo).

la renovación constante de sus aguas. Los valores extremos alcanzados en la parte central (45 ups), resultan perjudiciales para el desarrollo de la planta. En la mayoría de las angiospermas, las salinidades elevadas causan estrés hiperiónico e hiperosmótico con consecuencias en el crecimiento e incremento de la mortalidad (Munns, 2002; Larcher, 2003; Mahajan y Tuteja, 2005; Touchette, 2006). Teniendo en cuenta que el rango óptimo es bajo y que el comportamiento durante el año es superior al óptimo

cantidades de amonio estuvieron muy por encima del rango típico. A concentraciones de 3-220  $\mu\text{M}$   $\text{NH}_4$  en la columna de agua son suficientes para causar la muerte en habitat de angiospermas (Burkholder *et al.*, 1994; Van Katwijk *et al.*, 1997; Britto y Kronzucker, 2002). Tomando en consideración lo anterior, se puede identificar al amonio como un “estresor” en Laguna Larga si se tienen en cuenta los altos valores registrados sobre todo en la zona oeste.

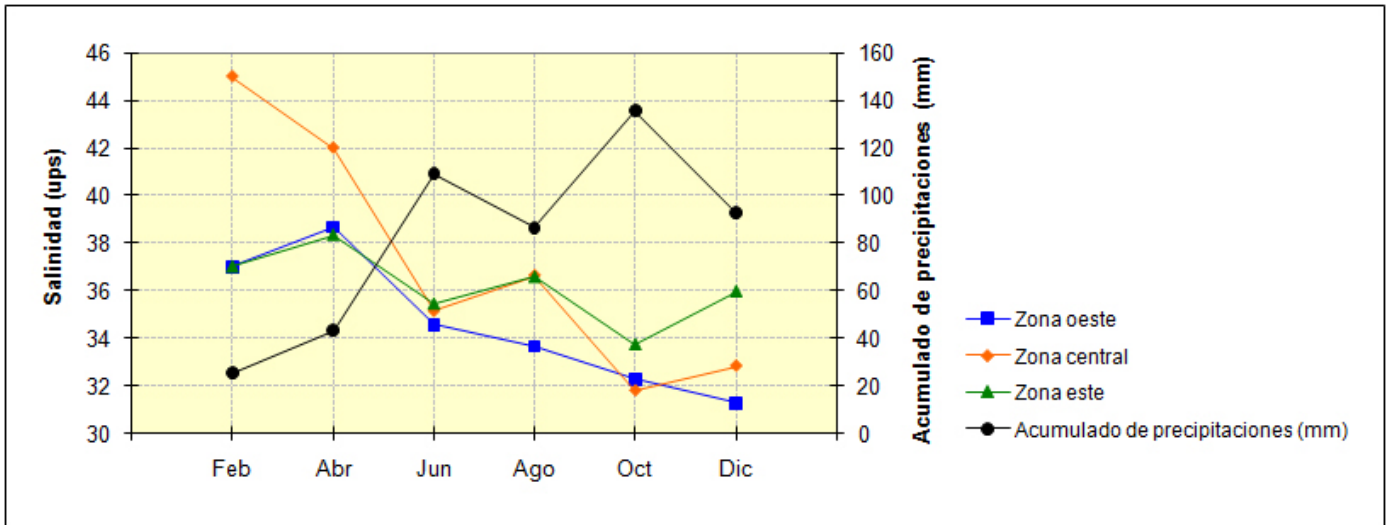


Figura 11. Relación de la salinidad de Laguna Larga con el acumulado de precipitaciones (2006).

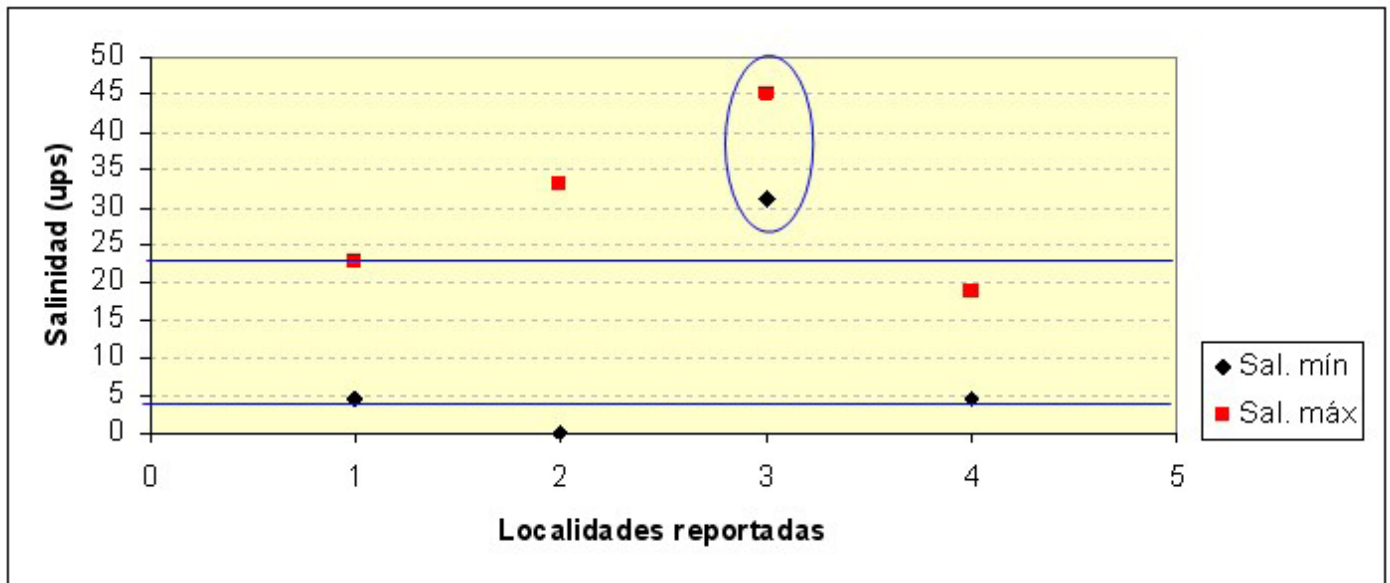


Figura 12. Comportamiento de la salinidad registrada en diferentes localidades. Leyenda: 1 Joanen (1964), 2 Phillips (1960), 3 Laguna Larga (2006), 4 Verhoeven (1979). Líneas azules, valores óptimos registrados (mínimo y máximo).

Las concentraciones de fosfatos detectadas fueron muy inferiores a las consignadas por la literatura para sitios poblados por *R. maritima*. (Tabla 1), sin embargo, están dentro de los rangos típicos para habitat de angiospermas marinas de acuerdo con Touchette y Burkholder (2000). Viaroli *et al.* (1997) observaron que la biomasa de *Ruppia* decayó debido al crecimiento sobre las hojas de una mezcla de algas con sedimento fino, capa que fue rica en materia orgánica y su descomposición produjo sulfito y consumió cantidades significantes de oxígeno. Por lo que los autores postulan que el crecimiento de epífitas puede causar disturbios en los sistemas acuáticos, manteniéndose niveles

muy elevados de sulfito disuelto. Por otro lado, las epífitas junto con algas filamentosas flotantes causan efecto de sombreado, provocando reducciones de biomasa debido a que disminuye el área para la captura de nutrientes desde la columna de agua e inhiben el proceso de fotosíntesis (Conover y Gough, 1966; Richardson, 1980).

**Biomasa**

El valor promedio de biomasa registrado (91.4 g/m<sup>2</sup> de peso seco), es similar al obtenido por Orth y Moore (1982). El mayor valor de biomasa obtenido para *R. maritima* es de 1,460 g/m<sup>2</sup> de peso seco, en aguas bajas (0.10-0.50 m),



Tabla 1. Datos registrados en la literatura sobre el contenido de nutrientes del agua en sitios poblados por *Ruppia maritima*.

Compuesto	Unidad de medida	Rango de observación	Referencia
NO <sub>2</sub> -N	mg/l	0.0-0.17	Neel <i>et al.</i> , 1973
NO <sub>3</sub> -N	mg/l	0.0-7.10	U. S. Geol. Surv., unpubl. Data., Eastern Stump Lake, Nelson County, North Dakota, May-October, 1976-1979 (citado por Kantrud, 1991)
NH <sub>4</sub> -N	mg/l	0.01-2.60	Gallup, 1978 Orth y Moore, 1982
PO <sub>4</sub> -P	mg/l	0.06-4.94	Neel <i>et al.</i> , 1973 Orth y Moore, 1982 Van Vierssen, 1982

con salinidades de 20.0-22.0 ups y temperaturas del agua que llegaron a alcanzar los 32.0-33.0 °C en junio (Nixon y Oviatt, 1973).

Las biomásas por debajo de los 400 g/m<sup>2</sup> de peso seco son comunes y están asociadas a factores que limitan su crecimiento (Kantrud, 1991). Numerosos autores han indicado que los altos picos de biomasa en esta especie están asociados a las más altas temperaturas durante el año (Congdon y McComb, 1979; Orth y Moore, 1982, 1988; Bigley y Harrison, 1986; Cho y Poirrier, 2005). La temperatura del agua en Laguna Larga siempre fue superior a los 23.0 °C, lo que sugiere que la baja biomasa detectada se debe a “estresores” ambientales y no a un carácter estacional de la planta.

Los mecanismos más comunes que han demostrado declinaciones en la biomasa de angiospermas acuáticas son la reducción de luz producto del crecimiento excesivo de algas epífitas, macroalgas y fitoplancton. Respuestas fisiológicas directas como la toxicidad por amonio también puede contribuir con estas reducciones en biomasa. Interacciones entre altas salinidades, altas temperaturas y baja luz pueden exacerbar efectos adversos

de enriquecimiento de nutrientes. Una serie de efectos indirectos pueden acelerar la desaparición de angiospermas acuáticas (Burkholder *et al.*, 2007).

A partir de lo descrito en la literatura y lo observado en este estudio, es posible decir que el crecimiento de *Ruppia maritima* en Laguna Larga está afectado por “estresores” tales como elevadas salinidades y altas concentraciones de amonio en la columna de agua, a pesar de que este último mostró variabilidad durante el año, por lo que se debe tener en cuenta debido a lo tóxico que resulta, ya que trae declinaciones y hasta la muerte en angiospermas (van Katwijk *et al.*, 1997; Britto y Kronzucker, 2002). Además, ante el enriquecimiento de nutrientes las angiospermas se manifiestan con cambios súbitos en su abundancia en lugar de responder de forma continua o gradual en función de la variación de los nutrientes (Burkholder *et al.*, 2007).

Por último, es importante indicar que la temperatura constituyó un factor “estresor” en la zona central y la escasez de luz lo fue en la zona oeste, condicionando la presencia de la planta en las orillas y no hacia otras zonas más profundas.

#### LITERATURA CITADA

Berns, D. M. 2003. Physiological responses of *Thalassia testudinum* and *Ruppia maritima* to experimental salinity levels. Master of Science Thesis, University of South Florida. USA.

Bigley, R. E. y P. Harrison. 1986. Shoot demography and morphology of *Zostera japonica* and *Ruppia maritima*

from British Columbia. Can. Aquat. Bot. 24: 69-82.

Britto, D. T. y H. J. Kronzucker. 2002. NH<sub>4</sub> + toxicity in higher plants: a critical review. J. Plant Physiol. 159: 567-584.

Brock, M. A. 1982. Biology of the salinity tolerant genus *Ruppia* L. in saline lakes in South Australia. II.

- Population ecology and reproductive biology. *Aquatic Botany* 13: 249-268.
- Burkholder, J. M., H. B. Glasgow Jr. y J. E. Cooke. 1994. Comparative effects of water-column nitrate enrichment on eelgrass *Zostera marina*, shoalgrass *Halodule wrightii*, and widgeongrass *Ruppia maritima*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 105: 121-138.
- Burkholder, J. M., D. A. Tomasko y B. W. Touchette. 2007. Seagrasses and eutrophication. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 350: 46-72.
- Cho, H. J. y M. A. Poirrier. 2005. Seasonal growth and reproduction of *Ruppia maritima* L. s.l. in Lake Pontchartrain, Louisiana, USA. *Aquatic Botany* 81: 37-49.
- Congdon, R. A. y A. McComb. 1979. Productivity of *Ruppia*: seasonal changes and dependence on light in an Australian estuary. *Aquatic Botany* 6: 121-132.
- Conover, J. T. y E. Gough. 1966. The importance of stem and leaf vs. root assimilation in *Ruppia maritima* L. and *Zostera marina* L. related to seasonal growth. Narragansett Marine Laboratory. Univ. R.I. Tech. Rep. 3.
- Edwards, R. R. C. 1978. Ecology of a coastal lagoon complex in Mexico. *Estuarine Coastal Mar. Sci.* 6: 75-92.
- Evans, A.S., K.L. Webby P.A. Penhale. 1986. Photosynthetic temperature acclimation in two coexisting seagrasses, *Zostera marina* L. and *Ruppia maritima* L. *Aquatic Botany* 24: 185-197.
- Fernald, M. L. y K. M. Wiegand. 1914. The genus *Ruppia* in Eastern North America. *Rhodora* 16: 119-128.
- Gallup, D. N. 1978. Lakes of central Alberta with emphasis upon Moose Lake Verh. *Internat. Verhin. Limnol.* 20: 182-189.
- Grasshof, K., M. Ehrhardt y K. Kremling. 1983. Methods of seawater analysis. Verlag CEIME. II Ed.
- Jandel Corporation. 1994. SigmaStat (Statistical software). Versión 1.0.
- Joanen, T. 1964. A study of the factors that influence the establishment of natural and artificial stands of widgeongrass, *Ruppia maritima*, on Rockefeller Refuge, Cameron Parish, Louisiana. M.S. thesis, Louisiana State University, Baton Rouge. USA.
- Joanen, T. y L. L. Glasgow. 1965. Factors influencing the establishment of widgeongrass stands in Louisiana. *Proc. Southeast. Assoc. Game Fish Comm.* 19: 78-92.
- Kantrud, H. A. 1991. Widgeongrass (*Ruppia maritima*): a literature review. U. S. Fish and Wildlife Service, Fish and Wildlife Research 10. Jamestown, ND: Northern Prairie Wildlife Research Center Home Page. USA.
- Larcher, W. 2003. Physiological plant ecology. Springer-Verlag Telos, New York. USA.
- Littler, D. S. y M. S. Littler. 2000. Caribbean reef plants. An identification guide to the reef plants of the Caribbean, Bahamas, Florida and Gulf of Mexico. Offshore Graphics, Inc. USA.
- Mahajan, S. y N. Tuteja. 2005. Cold, salinity and drought stresses: an overview. *Arch. Biochem. Biophys.* 444: 139-158.
- Munns, R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. *Plant Cell Environ.* 25: 239-250.
- Murphy, J. y J. P. Riley. 1966. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Anal. Chim. Acta.* 27: 31-36.
- Murphy, L. R., S. T. Kinsey y M. J. Durako. 2003. Physiological effects of short-term salinity changes on *Ruppia maritima*. *Aquatic Botany* 75: 293-309.
- Neel, J. K., S. A. Peterson y W. L. Smith. 1973. Weed harvest and lake nutrient dynamics. U.S. Environ. Prot. Agency Ecol. Res. Ser. EPA-660/3-73-001.
- Nixon, S. W. y C. A. Oviata. 1973. The ecology of a New England salt marsh. *Ecol. Monogr.* 43: 463-498.

- Orth, R. J. y K. A. Moore. 1982. The biology and propagation of eelgrass, *Zostera marina*, in the Chesapeake Bay, Virginia. Final Rep., Grant No. R805953, U.S. Environ. Prot. Agency. Chesapeake Bay Program, Annapolis, Md. and VIMS SRAMSOE 267, Gloucester Point, VA. USA.
- Orth, R. J. y K. A. Moore. 1988. Distribution of *Zostera marina* L. and *Ruppia maritima* L. sensu lato along depth gradients in the lower Chesapeake Bay. U.S.A. Aquatic Botany 32: 291-305.
- Paton, D. C. 2002. Conserving the Coorong. Annual Report to Earthwatch. The University of Adelaide, Adelaide.
- Paton, P. 1982. Biota of the Coorong. A study for the Cardwell Buckingham Committee. Department of Environment and Planning. S.A.D.E.P. 55, Adelaide.
- Phillips, R. C. 1960. Observations on the ecology and distribution of the Florida seagrasses. Florida State Board Conservation. Marine Laboratory. Professional Paper Series Number 2. USA.
- Richardson, F. D. 1980. Ecology of *Ruppia maritima* L. in New Hampshire (U.S.A.) tidal marshes. Rhodora 82: 403-439.
- Santamaría, L. y M. J. M. Hootsmans. 1998. The effect of temperature on the photosynthesis, growth and reproduction of a Mediterranean submerged macrophyte. *Ruppia drepanensis*. Aquatic Botany 60: 169-188.
- Santamaría, L., C. Montes y M. J. M. Hootsmans. 1996. Influence of environmental parameters on the biomass development of *Ruppia drepanensis* populations in Doñana National Park: the importance of conditions affecting the underwater light climate. Int. J. Salt Lake Research 5: 157-180.
- StatSoft, Inc. 2001. STATISTICA (data analysis software system), version 6. www.statsoft.com.
- Taylor, W. R. 1960 Marine algae of the eastern tropical and subtropical coast of the Americas. University of Michigan Press, Ann Arbor. USA.
- Touchette, B. W. 2006. Salt tolerance in a *Juncus roemerianus* brackish marsh: spatial variations in plant water relations. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 337: 1-12.
- Touchette, B. W. y J. M. Burkholder. 2000. Review of nitrogen and phosphorus metabolism in seagrasses. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 250:133-167.
- Van Katwijk, M. M., L. H. T. Vergeer, G. H. W. Schmitz y J. G. M. Roelofs. 1997. Ammonium toxicity in eelgrass *Zostera marina*. Mar. Ecol. Prog. Ser. 157: 159-173.
- Van Vierssen, W. 1982. The ecology of communities dominated by *Zannichellia* taxa in Western Europe. III. Chemical ecology. Aquatic Botany 14: 259-294.
- Verhoeven, J. T. A. 1979. The ecology of *Ruppia*-dominated communities in Western Europe. I. Distribution of *Ruppia* representatives in relation to their autecology. Aquatic Botany 6: 197-268.
- Verhoeven, J. T. A. 1980. The ecology of *Ruppia*-dominated communities in Western Europe. III. Aspects of production, consumption and decomposition. Aquatic Botany 8: 209-253.
- Viaroli, P., M. Bartoli, I. Fumagalli y G. Giordani. 1997. Relationship between benthic fluxes and macrophyte cover in a shallow brackish Lagoon. Water, Air and Soil Pollution 99: 533-540.
- Zúñiga, A. y D. González. 2000. Las causas de los procesos erosivos de las playas del Polo turístico Jardines del Rey. Enlace Vol. 7. No 34.