

## Marismas del sur de Santa Cruz, Patagonia austral, Argentina

### Salt marshes of the south of Santa Cruz, southern Patagonia, Argentina

MARTIN J.P.<sup>1 y 3</sup>, LIZARRALDE Z.I.<sup>2 y 3</sup>, SAR A.<sup>1 y 3</sup>, PITTALUGA S.<sup>2 y 3</sup>,  
PERRONI M.<sup>2 y 3</sup> y TORRES S.<sup>1 y 3</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ciencias del Ambiente, Sustentabilidad y Recursos Naturales (ICASUR), Unidad Académica San Julián, Universidad Nacional de la Patagonia Austral;  
martin\_jpablo@yahoo.com.ar

<sup>2</sup>ICASUR, Unidad Académica Río Gallegos, Universidad Nacional de la Patagonia Austral.

<sup>3</sup>Centro de Investigaciones y Transferencia Santa Cruz (CONICET-UNPA-UTN).

Recibido: 26/11/2018. Aceptado: 03/04/2019

### RESUMEN

La zona costera de la Patagonia austral, caracterizada por un régimen macromareal, permite el desarrollo de extensas marismas tanto en estuarios como en bahías, que han sido muy poco estudiadas. Con el objetivo de caracterizar las marismas del sur de Santa Cruz, identificar las principales asociaciones vegetales que las componen y analizar las variaciones de la biomasa vegetal en relación al nivel de marea y la época del año, se realizaron muestreos en primavera (noviembre 2015), verano (febrero 2016) e invierno (agosto de 2016) en la bahía San Julián y los estuarios de los ríos Santa Cruz, Coyle y Gallegos. Los muestreos se realizaron empleando un diseño aleatorio estratificado, dividiendo la marisma en tres niveles: alta, media y baja. Se recolectaron seis muestras de 0,25 m<sup>2</sup> en cada nivel y se determinó el porcentaje de cobertura de cada especie y su biomasa aérea (peso seco). Se determinó también la granulometría y la materia orgánica del sedimento (%). Los datos se analizaron mediante ANOVA factorial (sitios, nivel, estación del año). El sustrato en todas las localidades y niveles estuvo constituido principalmente por limos-arcillas (54 a 88%) y arena fina (20 a 44%). La materia orgánica varió entre 4,5 y 7,1%. Se registraron cinco especies vegetales: *Sarcocornia perennis*, *Puccinellia glaucescens*, *Suaeda argentinensis*, *Limonium brasiliense* y *Spartina* sp. *S. perennis* fue la especie dominante en casi todos los sitios y niveles, con excepción de la marisma alta y la marisma media de Bahía San Julián, donde codomina junto a *Limonium brasiliense*, y la marisma baja del estuario del río Santa Cruz, donde codomina junto a *Spartina* sp. La biomasa vegetal aérea total alcanzó su valor máximo (1700 g m<sup>-2</sup>) durante el verano en la marisma baja del estuario del río Gallegos y correspondió en su totalidad a *S. perennis*. El valor más bajo de biomasa total (177 g m<sup>-2</sup>) fue registrado en la marisma alta de Bahía San Julián durante el invierno y correspondió en un 33,8% a *S. perennis*. La cobertura de *S. perennis* varió entre 23 y 100%, siendo siempre mayor en la marisma baja. *Spartina* sp. se encontró únicamente en la marisma baja del estuario del río Santa Cruz, sitio que constituye el registro más austral para esta halófito en la costa Argentina.

**Palabras clave:** Patagonia austral; marismas; biomasa vegetal.

## ABSTRACT

The coastal zone of southern Patagonia, characterized by a macrotidal regime, allows the development of extensive salt marshes in estuaries and bays, which have been little studied. In order to characterize the marshes of the south of Santa Cruz, identify the main vegetal assemblages and analyze the variations of the vegetal biomass in relation to the tidal level and the time of the year, three samplings were carried out in spring (November 2015), summer (February 2016) and winter (August 2016) in San Julián Bay and the estuaries of the Santa Cruz, Coyle and Gallegos rivers. The samplings were performed using a stratified random design, dividing the salt marsh into three levels: high, middle and low. Six samples of 0.25 m<sup>2</sup> were collected at each level, and the percentage of coverage of each species and its aerial biomass (dry weight) was determined. Substrate grain size and organic matter content of the sediment (%) were also determined. The data were analyzed by factorial ANOVA (locality, level, and season of the year). The substrate in all localities and levels consisted mainly of silt-clays (54 to 88%) and fine sand (20 to 44%). Organic matter content varied between 4.5 and 7.1%. Five plant species were recorded: *Sarcocornia perennis*, *Puccinellia glaucescens*, *Suaeda argentinensis*, *Limonium brasiliense* and *Spartina* sp. *S. perennis* was the dominant species in almost all localities and levels, with the exception of the high and the middle saltmarsh of San Julián Bay, where it codominates with *Limonium brasiliense*, and the low marsh of the estuary of the Santa Cruz River, where it codominates together with *Spartina* sp. The total aerial vegetation biomass reached its maximum value (1700 g m<sup>-2</sup>) during the summer in the low marsh of the estuary of the Gallegos river; all the biomass corresponded to *S. perennis*. The lowest value of total biomass (177 g m<sup>-2</sup>) was recorded in the high marsh of San Julián Bay during the winter and corresponded in 33.8% to *S. perennis*. The coverage of *S. perennis* varied between 23 and 100%, being always higher in the low marsh. *Spartina* sp. was found only in the low marsh of the estuary of the Santa Cruz River, site that constitutes the southernmost record for this halophyte on the Argentina coast.

**Key words:** Southern Patagonia; salt marsh; plant biomass.

## 1. INTRODUCCIÓN

Las planicies de marea son áreas costeras de sedimentos blandos que predominan en ambientes meso y macromareales con abundante aporte de sedimentos y baja energía de olas. Estas áreas pueden tener una zonificación distintiva de la flora y la fauna, que puede ser extremadamente abundante y productiva, aunque a menudo de baja diversidad en las regiones templadas (Reise, 1985, 1991). En las regiones templadas y subpolares, la vegetación halófila se establece en el intermareal superior dando origen a una marisma (Mc Cann, 1980, Dyer et al., 2000). La importancia de las marismas intermareales y el beneficio que aportan a las comunidades humanas y a otras especies se ha reconocido formalmente desde la adopción de la Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional en Ramsar en 1971, y se reiteró en 1992 con la creación del Convenio sobre la Diversidad Biológica. A pesar de estos acuerdos, varios países han informado pérdidas significativas de estos importantes ambientes costeros (Foster et al., 2013).

Las marismas son comunidades intermareales, que en general se desarrollan en sitios protegidos. En algunas partes del mundo, las marismas poseen una vegetación muy diversa, mientras que en otras regiones están dominadas por unas pocas especies (Adam, 1990). La

zonación de las plantas es probablemente la característica más destacada de estos ambientes a escala de paisaje.

La mayoría de las comunidades vegetales de marismas se desarrollan en zonas paralelas a la costa, y su composición de especies generalmente cambia con la elevación del terreno y con la distancia de la orilla del mar. Sin embargo, los patrones de distribución de las especies pueden diferir entre regiones del mundo (Adam, 1990, 2002). El límite inferior de la marisma está determinado por el estrés físico, como el ocasionado por los suelos saturados de agua, la salinidad del sustrato o el tiempo de inmersión, mientras que los procesos ecológicos como la competencia y/o la facilitación determinan el límite superior de distribución (Bertness, 1991, Pennings y Callaway, 1992, Pennings et al., 2005, Idaskin et al., 2011, Bruno et al., 2017).

La región sur de la Patagonia argentina, exhibe una de las mayores amplitudes mareales del mundo, alcanzando hasta 13 m en pleamares máximas. Los ambientes dominantes en bahías y estuarios de esta región son planicies de marea de sedimentos finos, con presencia de marismas, principalmente de *Sarcocornia perennis*, en los niveles superiores. Las marismas han sido poco estudiados a pesar de su reconocida importancia en el control de la erosión costera, la retención de sedimentos, el ciclo de nutrientes, y como proveedores de hábitat, refugio y alimento para peces, aves e invertebrados (Bertness, 1999, Isacch et al., 2011). Bortolus et al. (2009), caracterizó las marismas a lo largo de la costa patagónica, y describió la epifauna bentónica asociada a ellas.

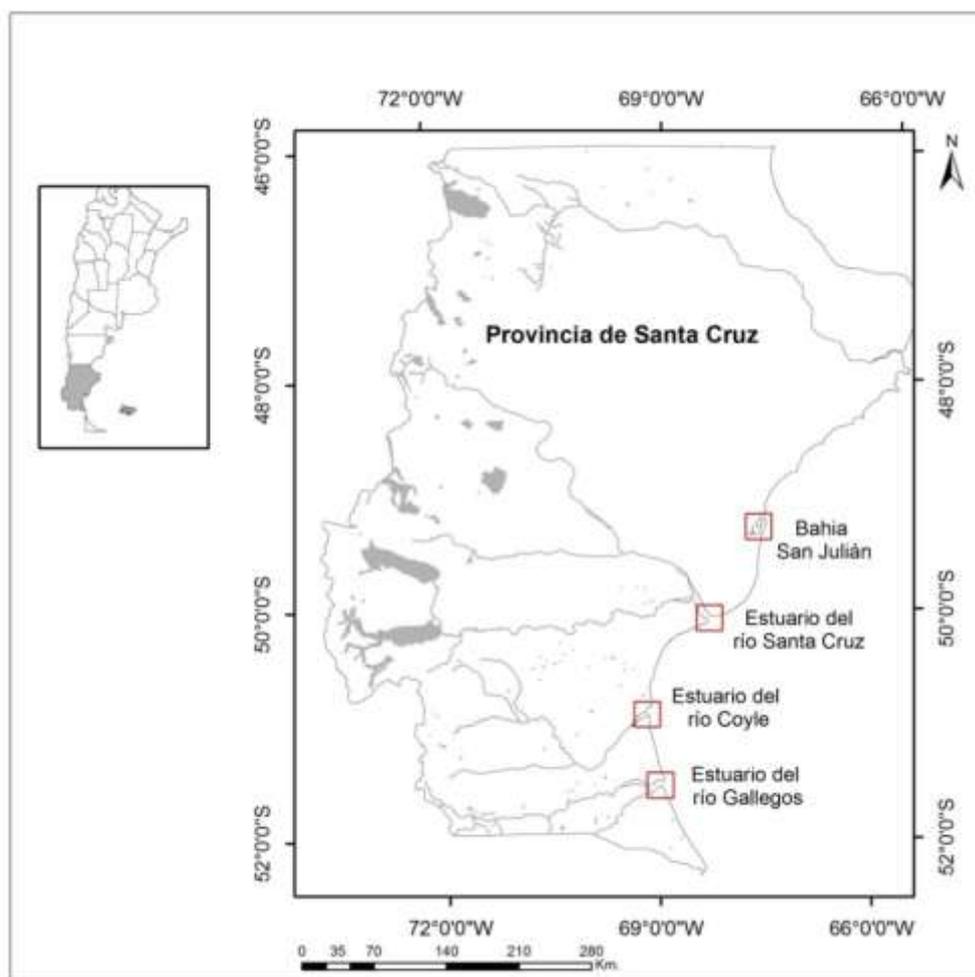
El presente trabajo, que abarcó cuatro sitios del sur de Santa Cruz, tuvo como objetivo caracterizar las marismas, identificando las principales asociaciones vegetales y analizando la variación de la biomasa vegetal en relación al nivel de marea y la época del año. Los resultados obtenidos son de interés por sus implicancias ecológicas y brindan a su vez información de relevancia que posibilitarán un adecuado manejo y conservación de estos ambientes costeros.

## 2. MATERIALES Y METODOS

### Área de estudio

El estudio se realizó en cuatro localidades costeras de la zona sur de Santa Cruz (Patagonia austral, Argentina), una de ellas, la Bahía San Julián (49°18'22"S, 67°41'02"O), sin influencia de agua dulce, y las otras tres ubicadas en la zona inferior de diferentes estuarios: Punta Quilla (50°05'08"S, 68°29'28"O) en el estuario del río Santa Cruz, Puerto Coig (50°58'49"S, 69°16'03"O) en el estuario del río Coyle y Punta Loyola (51°37'53"S y 69°02'31"O) en el estuario del río Gallegos (Fig. 1).

Desde el punto de vista oceanográfico, la costa de Santa Cruz recibe aguas frías de origen subantártico y salinidad relativamente baja (32.5 a 33.5) de la Corriente Costera Patagónica, una rama de la Corriente de las Malvinas. La temperatura varía entre 4°C (invierno) y 14°C (verano). El régimen de mareas es de tipo macromareal semidiurno, con una amplitud promedio de 6,18 m en Bahía San Julián y 8,37 m en Punta Loyola (Servicio de Hidrografía Naval de Argentina 2017).



**Fig. 1.** Sitios de muestreo en la provincia de Santa Cruz, Patagonia Austral, Argentina.

### Metodología de muestreo

Los muestreos se realizaron en primavera (noviembre 2015), verano (febrero 2016) e invierno (agosto de 2016), utilizando un diseño aleatorio estratificado, subdividiendo a la marisma en tres niveles: marisma alta, marisma media y marisma baja. En la marisma se tomaron seis muestras por nivel ( $0,25 \text{ m}^2$ ), se identificaron las especies vegetales, se determinó la cobertura (%) y se recolectó la biomasa aérea. La abundancia de las diferentes especies se determinó como biomasa en peso seco, luego de secar la biomasa aérea recolectada en estufa a  $70^\circ\text{C}$  hasta peso constante. Se tomaron dos muestras de sedimento en cada localidad y en cada nivel de la marisma, para determinar su granulometría y el contenido de materia orgánica. La salinidad del agua fue medida *in situ* utilizando una sonda (Horiba U-10).

El sedimento se procesó mediante el método de tamizado en húmedo utilizando una columna de tamices, previo tratamiento de la muestra con una solución de hexametáfosfato sódico ( $6,2 \text{ g l}^{-1}$ ) para ayudar a la dispersión de las partículas de arcilla (Bale y Kenny, 2005). La muestra total se secó en estufa a  $70^\circ\text{C}$  hasta peso constante y se pesó antes del tamizado. Las diferentes fracciones de sedimento se expresaron como grava (4-2 mm), arena gruesa (2 a 0,5 mm), arena media (0,5 a 0,25 mm) y arena fina (0,25 a 0,062 mm). Las fracciones se secaron en estufa a  $70^\circ\text{C}$  hasta peso constante y se pesaron, y se expresaron como porcentaje del peso seco de la muestra total. La fracción de fango (limo+arcilla) se estimó como la diferencia entre el peso seco de la muestra total y la suma del peso seco de fracciones mayores de 0,062

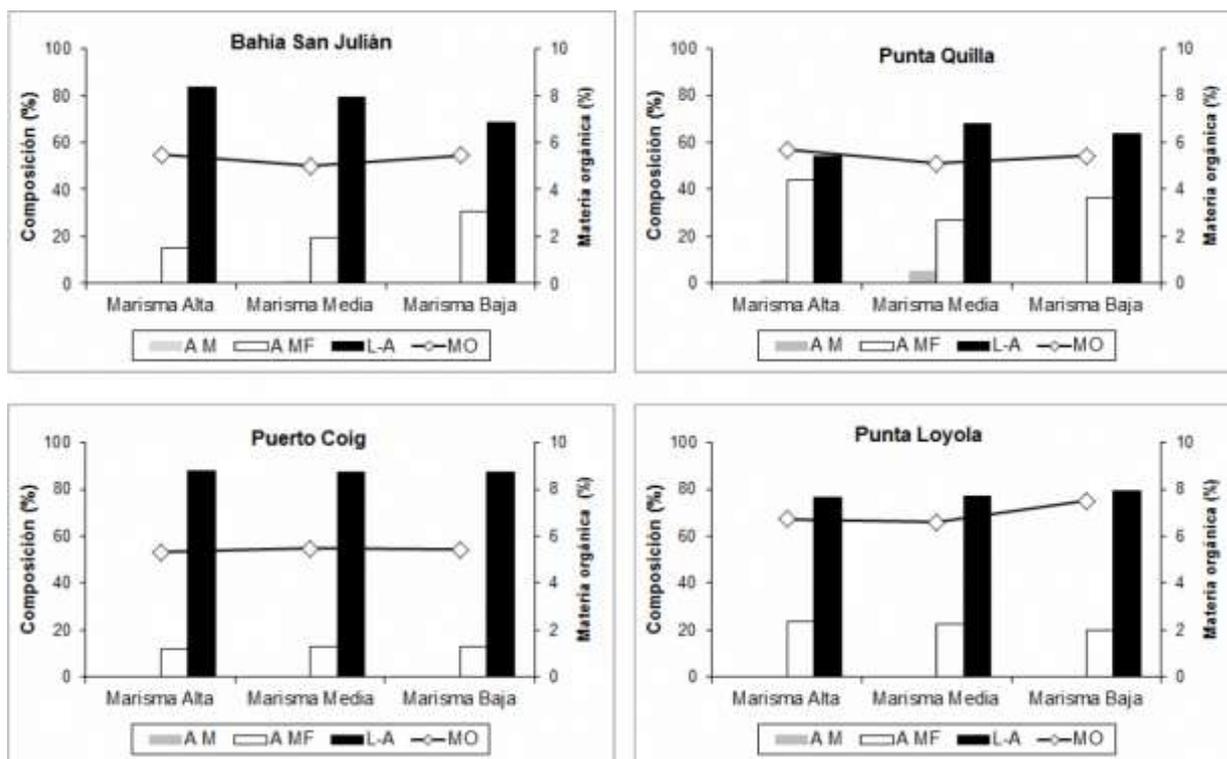
mm. El contenido de materia orgánica del sedimento se determinó mediante la técnica de pérdida de peso por combustión en mufla (450°C durante 6 h) (Bale y Kenny, 2005).

### **Análisis de datos**

Los datos de biomasa vegetal aérea total fueron analizados mediante ANOVA bifactorial, con transformación logarítmica de los datos y pruebas a posterior de Bonferroni empleando el programa InfoStat (Di Rienzo et al., 2015). La distribución normal de los datos se verificó mediante la prueba de Shapiro-Wilks; la homogeneidad de las varianzas se analizó usando la prueba de Levene (Zar, 1996). El nivel de significancia usado en todas las pruebas fue  $p < 0,05$ . La abundancia promedio en biomasa por nivel, por localidad y por estación del año de las diferentes especies se analizó mediante un análisis multivariado (Hierarchical Agglomerative Clustering, HAC) empleando el programa PRIMER versión 6.1 (Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research) (Clarke y Warwick, 2001). Los datos fueron previamente transformados empleando raíz cuarta, para reducir el peso en la muestra de las especies dominantes, y se aplicó el índice de similitud de Bray-Curtis. El análisis SIMPER (Similarity Percentages Routine) se empleó para identificar las especies vegetales que más contribuyeron a la conformación de los grupos de muestras (Clarke y Warwick, 2001).

## **3. RESULTADOS**

El sustrato de las marismas de todas las localidades y niveles estuvo constituido por altas proporciones de limos y arcillas (entre 54 y 88 %) y arena fina (entre 20 y 44 %). El porcentaje de materia orgánica total de los sedimentos varió entre 4,5 % y 7,1 % (Fig. 2). La salinidad registró valores constantes de 33 en la bahía San Julián, mientras que en Punta Quilla se encontró en el rango de entre 22,3 y 24,6, en Puerto Coig entre 27,3 y 28,2 y en Punta Loyola entre 31,2 y 31,4.

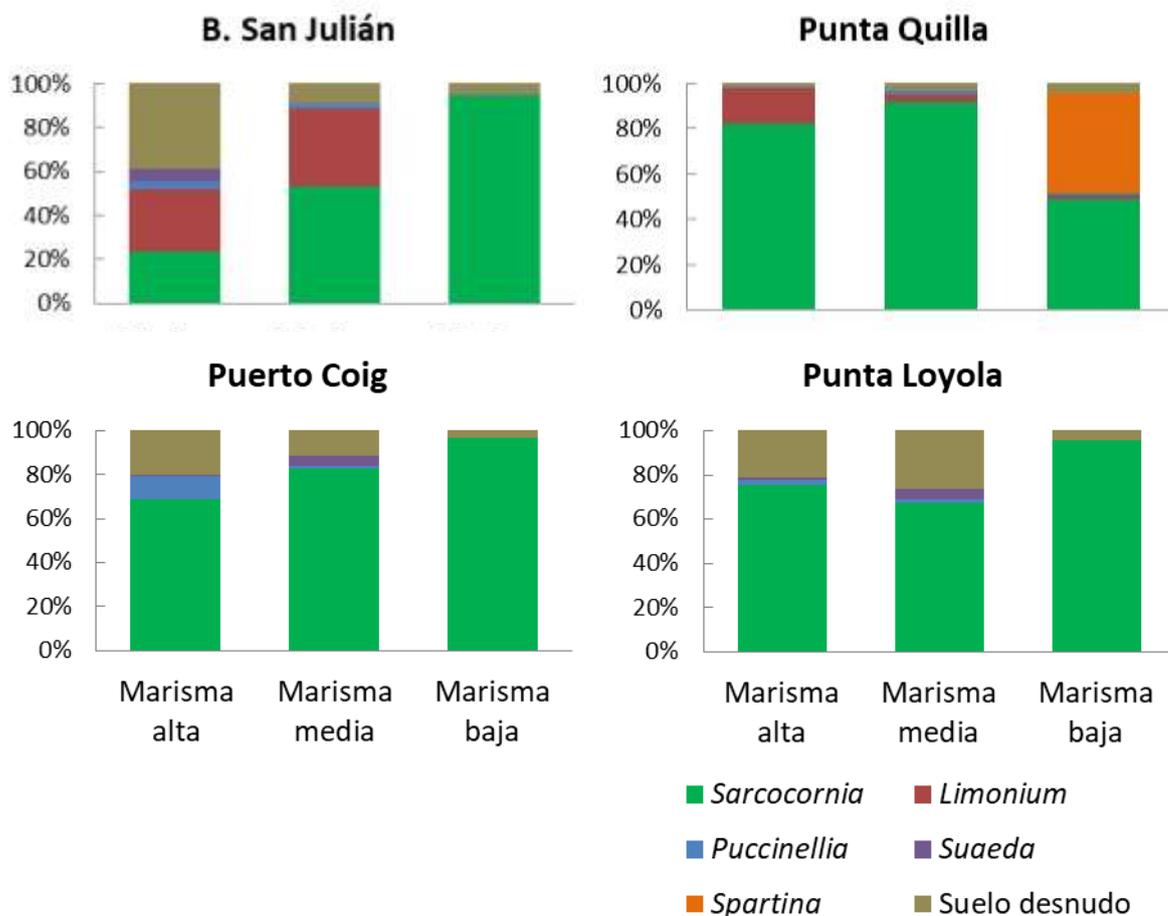


**Fig. 2.** Composición granulométrica y contenido de materia orgánica del sedimento de las marismas. Referencias: A M: arena media, AMF: arena fina, L-A: limos-arcillas, MO: materia orgánica.

Se registraron cinco especies vegetales en la marisma: *Sarcocornia perennis*, *Limonium brasiliense*, *Puccinellia glaucescens*, *Suaeda argentinensis* y *Spartina sp.*

*Sarcocornia perennis* presentó una cobertura promedio que varió entre 23 % y más del 95 %, según el nivel de marisma, y fue la especie que presentó mayor cobertura en casi todos los niveles y localidades. *Limonium brasiliense* fue la especie con mayor cobertura tanto en verano como en invierno en la marisma alta de Bahía San Julián, mientras que *Spartina sp.* se registró únicamente en la marisma baja del estuario del río Santa Cruz, con una cobertura promedio de 44,5 % en verano y 37 % en invierno (Fig. 3).

El análisis de la cobertura mostró mayor riqueza de especies en la marisma alta de todas las localidades, que fue disminuyendo hacia la marisma baja, donde la comunidad vegetal se convierte en un tapiz monoespecífico dominado exclusivamente por *Sarcocornia perennis* en casi todas las localidades, con excepción de Punta Quilla, donde *S. perennis* compartió el sustrato con *Spartina sp.* (Fig. 3).



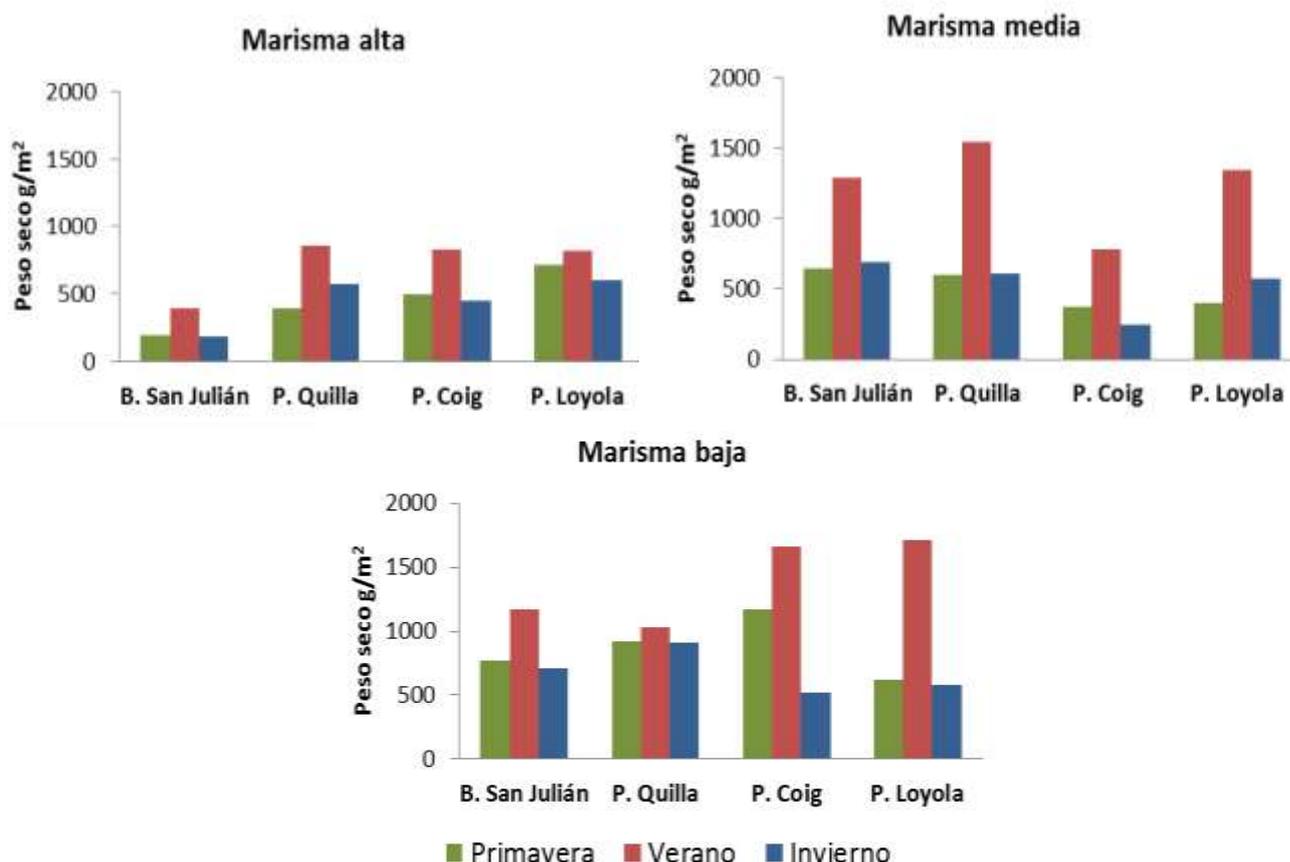
**Fig. 3.** Porcentaje de cobertura vegetal en verano, comparando los niveles de la marisma por localidad.

*Sarcocornia perennis* fue la especie más abundante en biomasa en la marisma media y la marisma baja de casi todos los sitios (Tabla 1). La biomasa máxima de esta especie, con un valor de 429 g (peso seco/muestra) se registró en la marisma baja del estuario del río Gallegos, y la biomasa mínima en la marisma alta de Bahía San Julián durante el invierno (15 g de peso seco/muestra). *Limonium brasiliense* fue la especie más abundante en la marisma alta de la Bahía San Julián durante todo el período de estudio, y la más abundante en la marisma media de Bahía San Julián en invierno.

**Tabla 1.** Biomasa promedio (peso seco en g/muestra) ( $\pm$ d.s.) de cada especie en los diferentes niveles y localidades.

Localidad	Nivel de marisma	<i>Sarcocornia perennis</i>	<i>Limonium brasiliense</i>	<i>Suaeda argentinensis</i>	<i>Puccinellia glaucescens</i>	<i>Spartina sp.</i>
<b>B. San Julián</b>	M. alta	16,29 ( $\pm$ 8,7)	37,89 ( $\pm$ 16,24)	6,37 ( $\pm$ 6,48)	1,85 ( $\pm$ 1,3)	0
	M. media	141,44 ( $\pm$ 118,49)	76,28 ( $\pm$ 45,33)	0	0,86 ( $\pm$ 0,45)	0
	M. baja	219,96 ( $\pm$ 62,67)	0,29 ( $\pm$ 0,19)	0	0,23 ( $\pm$ 0,18)	0
<b>P. Quilla</b>	M. alta	102,78 ( $\pm$ 72,99)	54,23 ( $\pm$ 22,51)	22,05 ( $\pm$ 37,75)	0,44 ( $\pm$ 0,56)	0
	M. media	226,87 ( $\pm$ 131,61)	11,17 ( $\pm$ 19,34)	0	0,83 ( $\pm$ 1,04)	0
	M. baja	138,49 ( $\pm$ 14,08)	18,10 ( $\pm$ 22,50)	0	5,10 ( $\pm$ 5,75)	93,35 ( $\pm$ 33,54)
<b>P. Coig</b>	M. alta	123,58 ( $\pm$ 64,83)	14,82 ( $\pm$ 20,77)	11,31 ( $\pm$ 14,74)	4,68 ( $\pm$ 4,18)	0
	M. media	103,27 ( $\pm$ 55,47)	0	9,78 ( $\pm$ 16,95)	3,02 ( $\pm$ 5,12)	0
	M. baja	277,08 ( $\pm$ 140,65)	0	0,65 ( $\pm$ 1,13)	1,67 ( $\pm$ 2,89)	0
<b>P. Loyola</b>	M. alta	162,56 ( $\pm$ 23,90)	0	13,06 ( $\pm$ 1,36)	1,84 ( $\pm$ 1,44)	0
	M. media	178,46 ( $\pm$ 122,02)	0	12,83 ( $\pm$ 13,54)	1,88 ( $\pm$ 2,10)	0
	M. baja	242,77 ( $\pm$ 161,48)	0	0,27 ( $\pm$ 0,46)	0	0

La biomasa aérea total de la marisma presentó su valor más alto en la marisma baja de Punta Loyola durante el verano, con un valor promedio de  $1700 \text{ g m}^{-2}$  (peso seco) (Fig. 4). Esta biomasa correspondió en su totalidad a *Sarcocornia perennis*. El valor más bajo de biomasa aérea total se registró en la marisma alta de Bahía San Julián, de sólo  $187 \text{ g m}^{-2}$  durante la primavera y  $177 \text{ g m}^{-2}$  en invierno, y correspondió principalmente a *Limonium brasiliense* y sólo en un 17,8% (primavera) y 33,8% (invierno) a *S. perennis*.

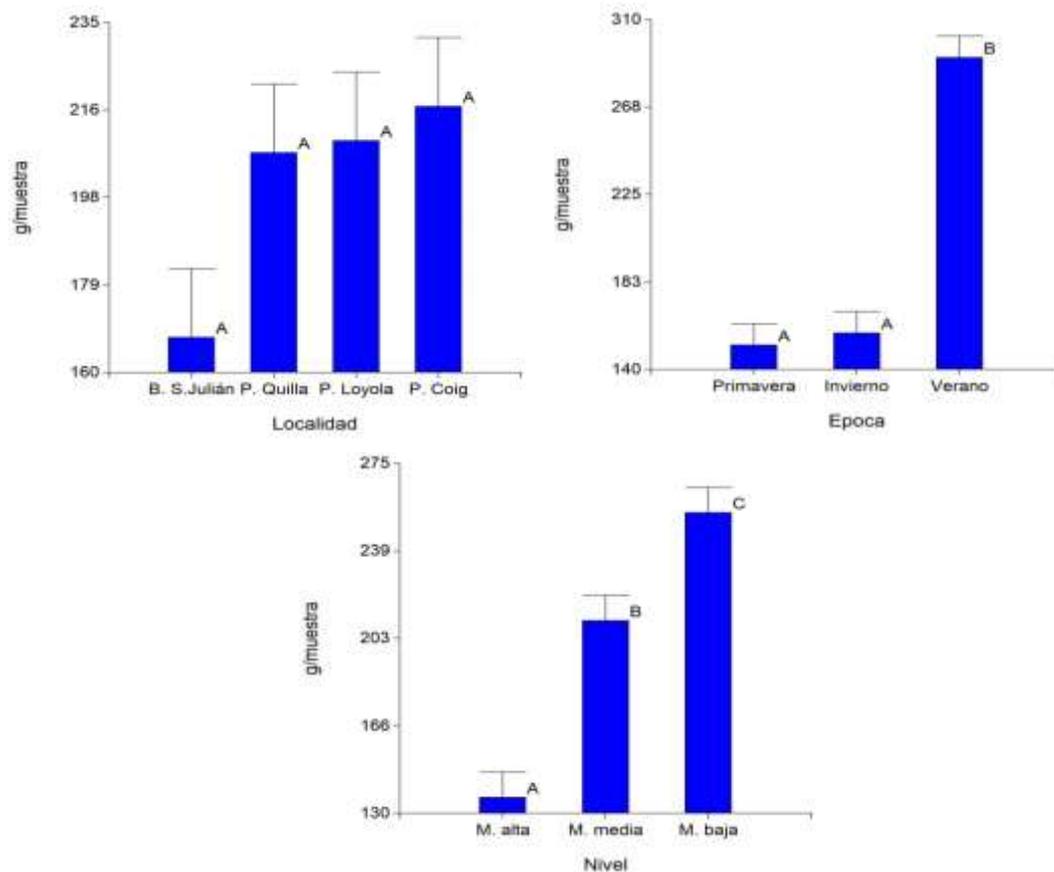


**Fig. 4.** Biomasa aérea total en cada localidad y nivel para cada época.

El análisis de la varianza mostró diferencias significativas en la biomasa aérea total entre niveles de la marisma y entre épocas del año, sin embargo no se observaron diferencias significativas entre localidades (Tabla 2). La biomasa total fue significativamente más alta durante el verano; presentó su valor más elevado en la marisma baja y su valor más bajo en la marisma alta (Fig. 5).

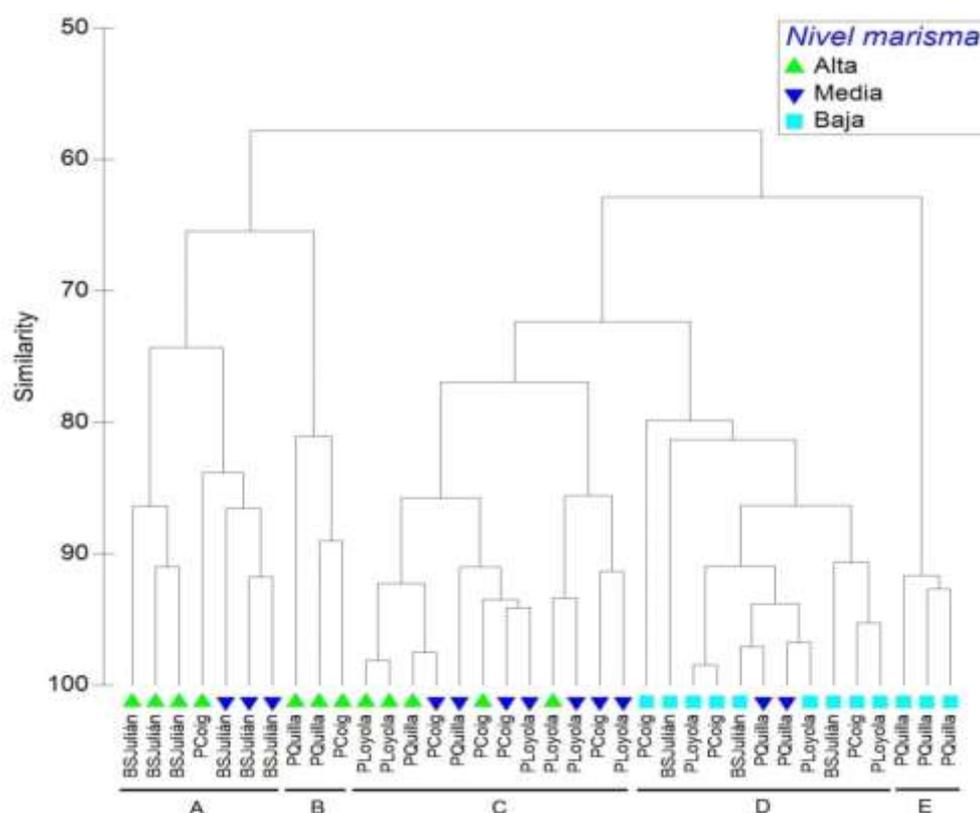
**Tabla 2.** Análisis de ANOVA bifactorial comparando la biomasa media aérea total entre localidades, entre niveles de la marisma entre épocas del año y sus interacciones.

Factor	gl	F	P
Nivel	2	33,28	<0,0001
Epoca	2	58,55	<0,0001
Localidad	3	2,27	0,081
Nivel x Epoca	4	4,27	0,002
Nivel x Localidad	6	1,88	0,086
Epoca x Localidad	6	0,58	0,747



**Fig. 5.** Comparación de la biomasa aérea total entre localidades, entre épocas del año y entre niveles de marisma. Medias con una letra en común no fueron significativamente diferentes, prueba *post-hoc* de Bonferroni  $p > 0,05$ .

El análisis multivariado utilizando la abundancia promedio en biomasa aérea de las diferentes especies vegetales para cada localidad, nivel y estación del año ( $n = 36$ ) determinó una elevada similitud entre las muestras ( $> 55\%$ ). A un nivel de similitud del 75 % se reconocieron cinco agrupamientos de muestras ( $P_i = 1,25$ ,  $P < 0,001$ ) (Fig. 5). El análisis SIMPER permitió identificar las especies que contribuyeron más a la similitud entre las muestras y que caracterizaron a la asociación vegetal en cada uno de estos agrupamientos (Tabla 3): Grupo A, integrado por las muestras de la marisma alta y la marisma media de bahía San Julián, caracterizada por la asociación dominada por *Limonium brasiliense* y *Sarcocornia perennis*; Grupo B, correspondiente a las muestras de la marisma alta de Punta Quilla y Puerto Coig (primavera), caracterizadas por la asociación dominada por *S. perennis* y *Suaeda argentinensis*; Grupo C, integrado por muestras de la marisma alta y la marisma media de las localidades estuariales, caracterizadas por la asociación dominada por *S. perennis* y acompañada por *Puccinellia glaucescens*; Grupo E, que incluye a la marisma baja de todas las localidades excepto la de Punta Quilla y que se caracterizó por la dominancia casi exclusiva de *S. perennis*; Grupo D, integrado únicamente por las muestras de la marisma baja de Punta Quilla, caracterizada por la asociación de *S. perennis* y *Spartina* sp.



**Fig. 5.** Dendrograma de agrupamiento (HAC) de muestras empleando la biomasa promedio por época (transformación raíz cuarta, índice de similitud de Bray-Curtis y ligamiento promedio).

**Tabla 3.** Resultado del análisis SIMPER mostrando las especies que contribuyeron más a la similitud entre los grupos de muestras. Datos de biomasa transformados ( $\sqrt{\sqrt{\cdot}}$ ), índice de similitud de Bray-Curtis. Cum. Contrib. %: porcentaje acumulado de contribución a la similitud entre muestras hasta el 75%.

	<b>Biomasa transf.</b>	<b>Contribución (%)</b>	<b>Cum. contrib. (%)</b>
<b>Grupo A</b>			
<i>Limonium brasiliense</i>	2,63	44,74	44,74
<i>Sarcocornia perennis</i>	2,7	40,83	85,57
<b>Grupo B</b>			
<i>Sarcocornia perennis</i>	2,85	45,64	45,64
<i>Suaeda argentinensis</i>	2,56	39,16	84,8
<b>Grupo C</b>			
<i>Sarcocornia perennis</i>	3,69	65,09	65,09
<i>Puccinellia glaucescens</i>	1,41	21,35	86,44
<b>Grupo D</b>			
<i>Sarcocornia perennis</i>	3,67	96,43	96,43
<b>Grupo E</b>			
<i>Sarcocornia perennis</i>	3,43	41,54	41,54
<i>Spartina sp.</i>	3,08	35,82	77,37

#### 4. DISCUSION

En la costa argentina se ha registrado la presencia de marismas tanto en sustratos blandos (limosos o limo-arenosos) como rocosos; sin embargo, las marismas fangosas con dominancia de *Spartina* y/o *Sarcocornia* son las más abundantes (Bortolus, 2006, Bortolus et al., 2009). En el presente estudio, que incluye un ambiente marino, la Bahía San Julián, y los estuarios de los ríos Coyle, Santa Cruz y Gallegos, las marismas se desarrollaron en ambientes con sustratos predominantemente limo-arcillosos con un porcentaje de materia orgánica que varía entre 5 y 7,5 %.

Se registraron cinco especies de halófitas: *Sarcocornia perennis*, *Puccinellia glaucescens*, *Suaeda argentinensis*, *Limonium brasiliense* y *Spartina* sp., que se encontraron presentes en casi todas las localidades estudiadas, tanto en verano como en invierno y primavera, con excepción de *Spartina* sp., que se encontró presente únicamente en el estuario del río Santa Cruz. La riqueza de especies vegetales fue en general baja y disminuyó desde la marisma alta hacia la marisma baja donde, en casi todas las localidades, dominó *S. perennis*.

Las marismas patagónicas presentan dos fisonomías principales basadas en su composición botánica dominante: marismas de *Spartina* y marismas de *Sarcocornia*. Las primeras son más frecuentes y más extensas en latitudes más bajas de 42°S, mientras que las de *Sarcocornia* predominan en latitudes más altas (Bortolus et al., 2009). *Sarcocornia perennis* es una especie halófila distribuida a nivel mundial, que se encuentra en Europa, África y América (Davy et al., 2006). En nuestras costas, se distribuye desde el estuario de Bahía Blanca hasta Tierra del Fuego, donde forma extensos rodales monoespecíficos sometidos a condiciones meso y macromareales (Bortolus et al., 2009). *Spartina* sp. se encontró únicamente en la marisma baja del estuario del río Santa Cruz, constituyendo el registro más austral para esta halófila en las costas de Argentina. La presencia de *Spartina* sp. fue señalada para otras localidades de Patagonia ubicadas más al norte, donde ocupa el nivel más bajo de la marisma (Isacch et al., 2006, Bortolus et al., 2009, Idaskin et al., 2011), al igual que lo observado en este estudio.

Las marismas constituyen un rasgo característico de los ambientes intermareales protegidos de las regiones templadas y subpolares, donde la vegetación halófila se establece en el intermareal superior y parte del intermareal medio. La comunidad vegetal en estos sitios muestra una clara zonación, desde el nivel más alto al más bajo de la marisma, y las diferentes especies de halófitas se distribuyen en franjas paralelas a la costa (Bertness, 1991, Pennings y Callaway, 1992, McLusky y Elliot, 2004). Los factores físicos relacionados con la inmersión en el agua salada, que ocurre con cada ciclo de marea, constituyen los principales limitantes en la distribución de las especies hacia los niveles inferiores de la playa, mientras que la distribución hacia los niveles superiores se encontraría controlado principalmente por interacciones biológicas, como la competencia con otras especies (Bertness, 1991, Pennings y Callaway, 1992, Little, 2000).

En las marismas del sur de Santa Cruz se identificaron diferentes asociaciones vegetales, que determinan una clara zonación relacionada con el gradiente de altura en el intermareal. La zona superior involucró a la marisma alta y la marisma media de nuestro estudio, donde la diversidad vegetal fue mayor y donde *Sarcocornia perennis* compartió el sustrato con otras especies de halófitas. Las especies que acompañaron a *S. perennis* en la marisma alta y la marisma media variaron de una localidad a otra, pero en todos los casos existió un alto grado de similitud entre las muestras, que no permitió una clara diferenciación entre ambos niveles de muestreo. De esta manera, se pudo distinguir una asociación de *S. perennis* y *Limonium brasiliense* en la marisma alta y la marisma media de Bahía San Julián, y una asociación de *S. perennis* y *Puccinellia glaucescens* que caracterizó la comunidad vegetal en la marisma alta y la marisma media de las localidades estuariales.

Por otra parte, se pudo distinguir una zona inferior de la marisma, representada por la marisma baja de nuestro diseño de muestreo y que constituyó una entidad bien diferenciada en el sur de Santa Cruz. Esta zona se caracterizó en casi todas las localidades por la amplia dominancia de *Sarcocornia perennis*, que en muchos casos constituyó un tapiz monoespecífico. La única excepción se observó en el estuario del río Santa Cruz, donde la marisma baja se caracterizó por la codominancia de *S. perennis* y *Spartina* sp. Bortolus et al. (2009) también distinguen solo dos zonas claramente diferenciables para las marismas dominadas por *S. perennis* de la Patagonia.

La biomasa vegetal aérea total varió entre niveles de la marisma y entre estaciones del año, siendo en verano significativamente mayor que la registrada en primavera e invierno, principalmente en la marisma baja de todas las localidades. La biomasa promedio de *Sarcocornia perennis* fue en general mayor que la reportada por Negrin et al. (2015) para la marisma de Bahía Blanca, excepto la registrada en la marisma alta de Bahía San Julián que fue más baja. Un factor importante en la variabilidad de la producción de las marismas entre diferentes áreas geográficas es la amplitud de las mareas, encontrándose que la producción neta de biomasa se ve incrementada al aumentar la amplitud del rango de mareas, aparentemente debido a un aumento en la disponibilidad de nitrógeno (McLusky y Elliot, 2004).

Los valores más bajos de biomasa registrados en Bahía San Julián con respecto a las localidades estuariales podrían estar relacionados a la mayor salinidad, como fuera observado para el estuario de Bahía Blanca (Negrin et al., 2012) y para otros ambientes estuariales del mundo (Curcó et al., 2002; Scarton et al., 2002). Los valores máximos de biomasa en peso seco registrados durante el verano en la marisma baja del estuario del río Gallegos son comparables a los observados por Bianciotto et al. (2009) para *S. magellanica* durante el mes de enero en las marismas de Tierra del Fuego.

## 5. CONCLUSIONES

Se registraron cinco especies vegetales en la marisma del sur de Santa Cruz: *Sarcocornia perennis*, *Limonium brasiliense*, *Puccinellia glaucescens*, *Suaeda argentinensis* y *Spartina* sp. que conformaron diferentes asociaciones vegetales relacionadas con el nivel intermareal y con la localidad estudiada.

*Spartina* sp. se encontró presente únicamente en la marisma baja del estuario del río Santa Cruz, constituyendo el registro más austral para esta halófila en las costas de Argentina.

Las marismas estudiadas se caracterizaron por la dominancia de *Sarcocornia perennis* en casi todas las localidades y niveles. Se pudo reconocer una zonación con dos niveles diferenciables: la marisma media y alta, con mayor diversidad vegetal donde *S. perennis* comparte el sustrato con otras especies, y la marisma baja, ocupada casi exclusivamente por *S. perennis*.

En el estuario del río Santa Cruz únicamente, la marisma baja se caracterizó por la codominancia de *Sarcocornia perennis* y *Spartina* sp.

La biomasa vegetal aérea total alcanzó su valor máximo durante el verano en la marisma baja del estuario del río Gallegos y correspondió en su totalidad a *Sarcocornia perennis*.

La biomasa vegetal aérea total alcanzó su valor más bajo durante el invierno en la marisma alta de la Bahía San Julián, y correspondió en un 33,8% a *Sarcocornia perennis*.

## AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo ha sido financiado por la Universidad Nacional de la Patagonia Austral (Proyecto 29/A333).

## 6. BIBLIOGRAFIA

- ADAM, P. (1990). Saltmarsh Ecology. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- ADAM, P. (2002). Saltmarshes in a time of change. *Environmental conservation* 29: 39-61.
- BALE, A.J. y A.J. KENNY (2005). Chapter 2: Sediment analysis and seabed characterisation. In: Eleftheriou A and McIntyre A (eds) *Methods for the study of marine benthos*. Blackwell Science Ltd., Oxford, pp 43-86. <https://doi.org/10.1002/9780470995129.ch2>
- BERTNESS, M.D. (1991). Zonation of *Spartina patens* and *Spartina alterniflora* in New England salt marsh. *Ecology* 72: 138-48. <https://doi.org/10.2307/1938909>
- BERTNESS, M.D. (1999). *The ecology of Atlantic shorelines*. Sinauer Associates Publishers, Sunderland.
- BIANCIOOTTO, O., A. BLESSIO y G. VATER (2009). Puesta en valor de marismas en Tierra del Fuego, Argentina: Riego con agua de mar para cultivo de halófitas nativas. VII Jornadas Nacionales de Ciencias del Mar, Bahía Blanca. <https://doi.org/10.21615/cesp.9.2.7>
- BORTOLUS, A. (2006). The austral cordgrass *Spartina densiflora* Brong.: its taxonomy, biogeography and natural history. *Journal of Biogeography* 33:158–68. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2005.01380.x>
- BORTOLUS, A., E. SCHWINDT, P. BOUZA, y Y. IDASZKIN (2009). A characterization of patagonian salt marshes. *Wetlands* 29 (2), 772–780. <https://doi.org/10.1672/07-195.1>
- BRUNO, J., T.A. RAND, N.C. EMERY y M.D. BERTNESS (2017). Facilitative and competitive interaction components among New England salt marsh plants. *PeerJ* 5: e4049, DOI 10.7717/peerj.4049. <https://doi.org/10.7287/peerj.preprints.3129v1>
- CLARKE, K.R. y R.M. WARWICK (2001). *Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. PRIMER-E, Plymouth.
- CURCÓ, A., C. IBAÑEZ, J. DAY y N. PRAT (2002). Net primary production and decomposition of salt marshes of the Ebre Delta (Catalonia, Spain). *Estuaries* 25 (3): 309–324. <https://doi.org/10.1007/bf02695976>
- DAVY, A.J., G.F. BISHOP, H. MOSSMAN, S. REDONDO-GÓMEZ, J.M. CASTILLO, E.M. CASTELLANOS, T. LUQUE, M.E. FIGUEROA y A.J. SCOTT (2006). Biological flora of the British Isles: *Sarcocornia perennis* (Miller). *J. Ecol.* 94, 1035–1048. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2006.01156.x>
- DI RIENZO, J.A., CASANOVES F., BALZARINI M.G., GONZÁLEZ L., TABLADA M. y C.W. ROBLEDO (2015). InfoStat versión 2015. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.
- DYER, K.R., CHRISTIE M.C. y E.W. WRIGHT (2000). The classification of intertidal mudflats. *Cont Shelf Res* 20(10). 1039-1060. [https://doi.org/10.1016/s0278-4343\(00\)00011-x](https://doi.org/10.1016/s0278-4343(00)00011-x)
- FOSTER, N.M., M.D. HUDSON, S. BRAY y R.J. NICHOLLS (2013). Intertidal mudflat and saltmarsh conservation and sustainable use in the UK: A review. *J Environ Manage* 126, 96-104. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.04.015>
- IDASZKIN, Y.L., A. BORTOLUS y P.J. BOUZA (2011). Ecological processes shaping Central Patagonian salt marsh landscapes. *Austral Ecology*: 36: 59–67. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.2010.02117.x>

- ISACCH, J.P., M. ESCAPA; E. FANJUL y O. IRIBARNE (2011). Valoración ecológica de bienes y servicios ecosistémicos en marismas del Atlántico sudoccidental. En: P. Laterra, E. Jobbagy y J. Paruelo (Ed.). Valoración de Servicios Ecosistémicos. Conceptos, Herramientas y Aplicaciones para el Ordenamiento Territorial. Ed. INTA Buenos Aires, p. 529-551. <https://doi.org/10.17345/1648>
- LITTLE, C. (2000). The biology of soft shores and estuaries. Oxford University Press, Oxford.
- MC CANN, S.B. (1980). Classification of tidal environments. En: McCann SB (ed) Sedimentary Processes and Animal Sediment Relationships in Tidal Environments, Short Course Notes, Vol. 1. Geological Association Canada, St. Johns, Newfoundland, pp 1-124.
- MC LUSKY, D., M. ELLIOTT (2004). The estuarine ecosystem: Ecology, threats and management. Oxford University Press, Oxford.
- NEGRIN, V.L., A.E. DE VILLALOBOS, G. GONZÁLEZ TRILLA, S.E. BOTTÉ Y J.E. MARCOVECCHIO (2012). Above and belowground biomass and nutrient pools of *Spartina alterniflora* (smooth cordgrass) in a South American salt marsh. Chem. Ecol. 28 (4): 391–404. <https://doi.org/10.1080/02757540.2012.666529>
- NEGRIN, V.L., P.D. PRATOLONGO, A.E. DE VILLALOBOS, S.E. BOTTÉ y J.E. MARCOVECCHIO (2015). Biomass, decomposition and nutrient cycling in a SW Atlantic *Sarcocornia perennis* marsh. Journal of Sea Research 97: 50–55. <https://doi.org/10.1016/j.seares.2014.12.001>
- PENNINGS, S. y R.M. CALLAWAY (1992). Salt marsh plant zonation: the relative importance of competition and physical factors. Ecology 73, 681–90. <https://doi.org/10.2307/1940774>
- PENNINGS, S., M.B. GRANT y M.D. BERTNESS (2005). Plant zonation in low-latitude salt marshes: disentangling the roles of flooding, salinity and competition. J. Ecol. 93, 159-167. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2004.00959.x>
- REISE, K. (1985). Tidal Flat Ecology. An Experimental Approach to Species Interactions. Ecol Stud 54, 191 pp. Springer-Verlag Berlin
- REISE, K. (1991). Macrofauna in mud and sand of tropical and temperate tidal flats. En: Elliott M y Ducrotoy J (eds) Estuaries and Coasts: Spatial and Temporal Intercomparisons. Olsen and Olsen, Fredensborg, pp 211–216. <https://doi.org/10.1017/s0025315400053613>
- SCARTON, F., J. DAY Y A. RISMUNDO (2002). Primary production and decomposition of *Sarcocornia fruticosa* (L.) Scott and *Phragmites australis* Trin. Ex Steudel in the Po Delta, Italy. Estuaries 25 (3): 325–336. <https://doi.org/10.1007/bf02695977>
- Servicio de Hidrografía Naval (2017). Tabla de Mareas 2017. [http://www.hidro.gov.ar/oceanografia/tmareas/form\\_tmareas.asp](http://www.hidro.gov.ar/oceanografia/tmareas/form_tmareas.asp)
- ZAR, J.H. 1996. Biostatistical analysis. Prentice Hall, New Jersey.