



## Praderas marinas en la costa suratlántica y la Directiva Marco de Agua

Juan J. Vergara

Dept. Biología Área Ecología.  
Universidad de Cádiz



### Funciones

- 1) Producción primaria
- 2) Incorporación y almacenamiento de nutrientes
- 3) Producción de oxígeno
- 4) Estructura física
- 5) Producción bentónica y epibentónica





## Islas de biodiversidad



## Parque Natural Bahía de Cádiz

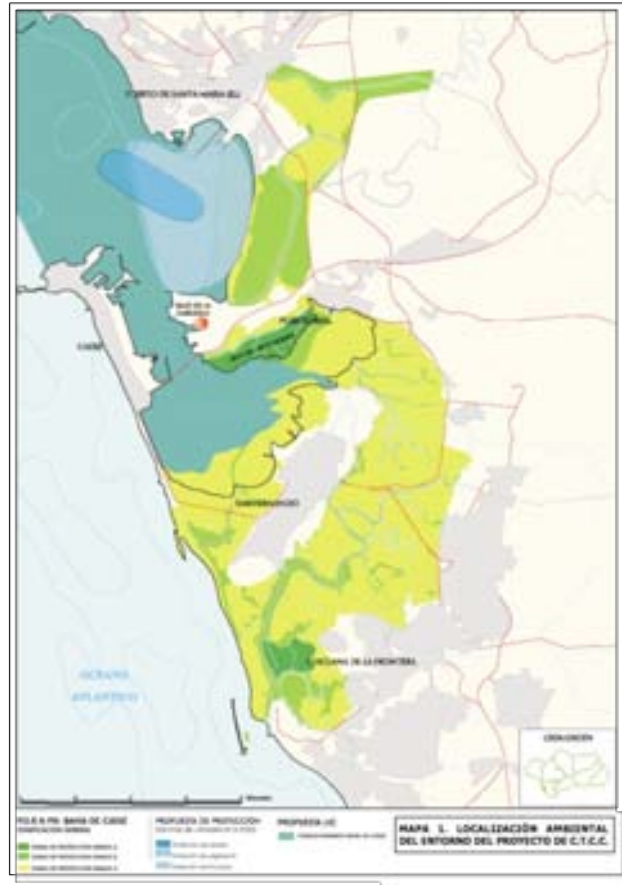




### Zona LIC

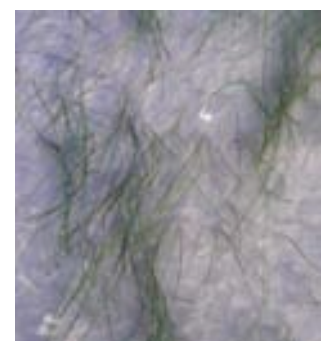
Decisión de la comisión de 19 de julio de 2006, por la que se adopta, de conformidad con la Directiva 92/43/CEE, la lista de lugares de importancia comunitaria de la región biogeográfica mediterránea.

ES0000140. Bahía de Cádiz  
10,400 ha



## Fanerógamas marinas de la bahía de Cádiz

- *Zostera noltii* (“pelillo”, “ceiba”)
  - Intermareal
  - Pequeño porte
  - Forma poblaciones muy densas







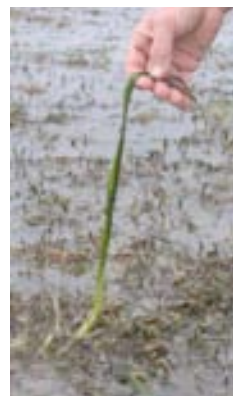
## Fanerógamas marinas de la bahía de Cádiz

- *Cymodocea nodosa* (“porreo”)
  - Intermareal y Submareal
  - Rizomas rosados con gran abundancia de rizomas verticales
  - Raíces gruesas y blancas (No más de 1 raíz por nudo)



## Fanerógamas marinas de la bahía de Cádiz

- *Zostera marina*
  - Intermareal (Submareal)
  - Ausencia de rizomas verticales, rizomas de color blanco-verdoso
  - Raíces en grupos (formando 2 penachos de 6 raíces por nudo)
  - ¿Especie reintroducida en la bahía?....





## *Caulerpa prolifera* (Clorofita)

Frondes y estolones



## Parque Natural Bahía de Cádiz..... "Santuario Marino"

Presentes 3 de las 4 especies de fanerógamas marinas europeas

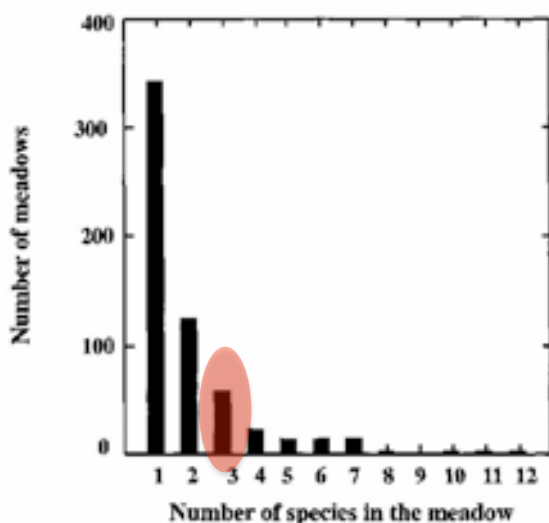


Fig. 1.3. The frequency distribution of the number of species present in 594 seagrass meadows reported in the literature. (Duarte, 2000.)

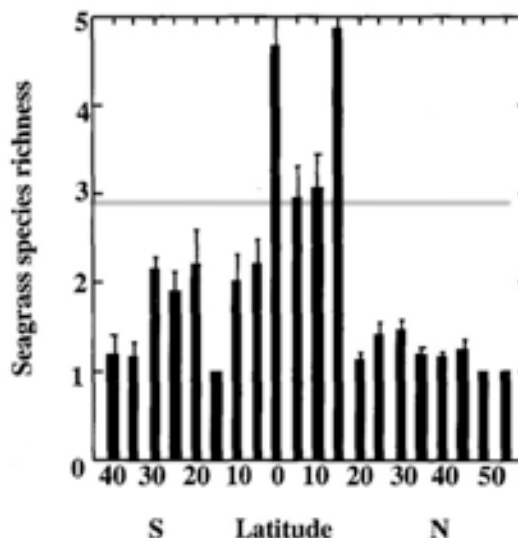


Fig. 1.5. The mean ( $\pm$  SE) angiosperm species richness in seagrass meadows growing at different latitudinal ranges. (Duarte, 2000.)

Hemminga y Duarte (2000)



Fanerógamas marinas en la bahía de Cádiz

## Río San Pedro



Fanerógamas marinas en la bahía de Cádiz

## Bajo de la Cabezuela







## Marisma de Santibañez (saco interno de la bahía)

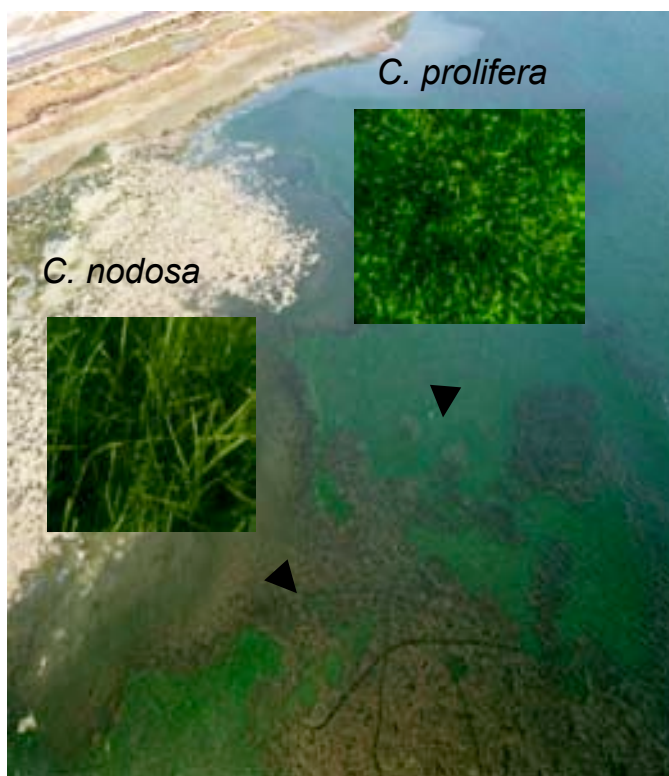


## *Zostera noltii* intermareal





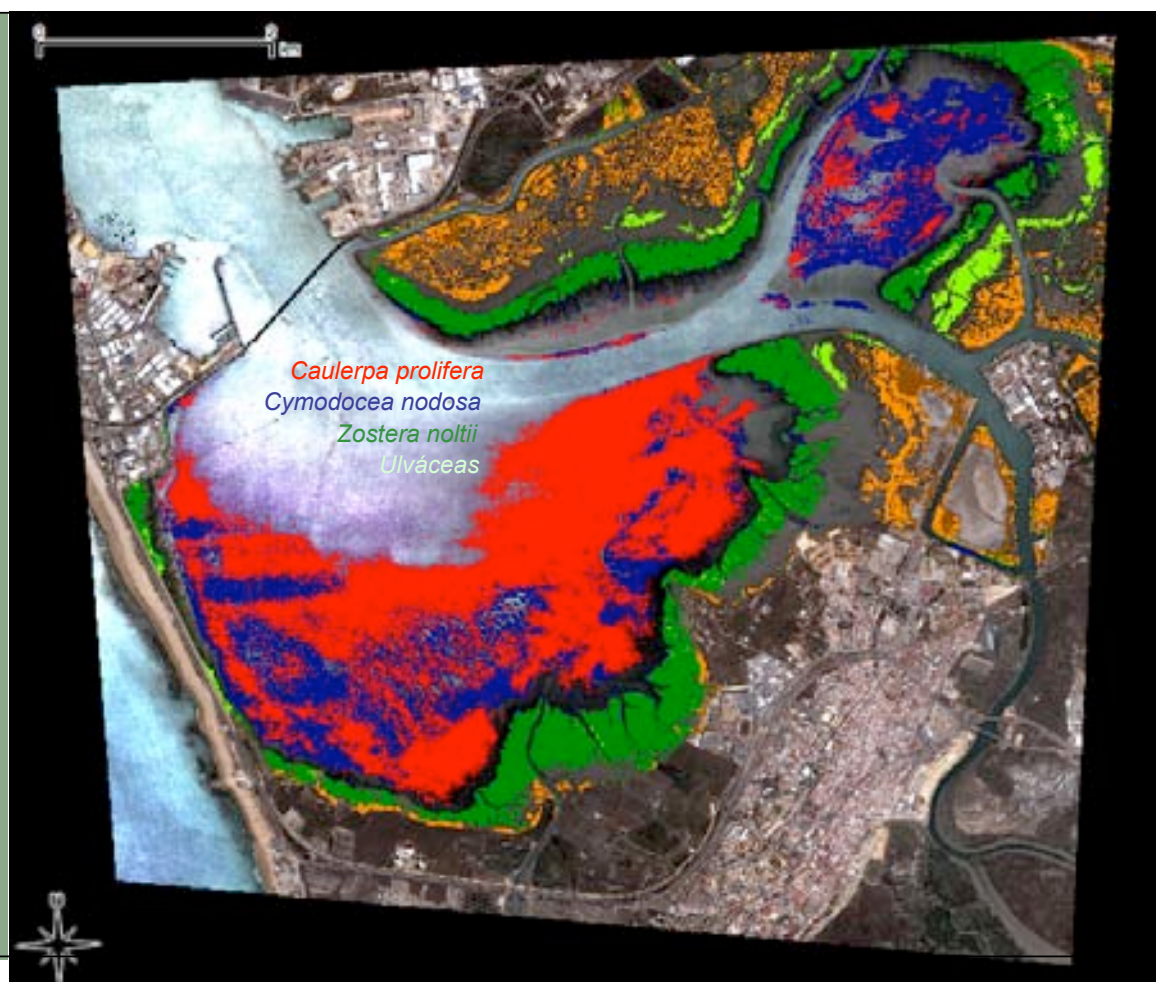
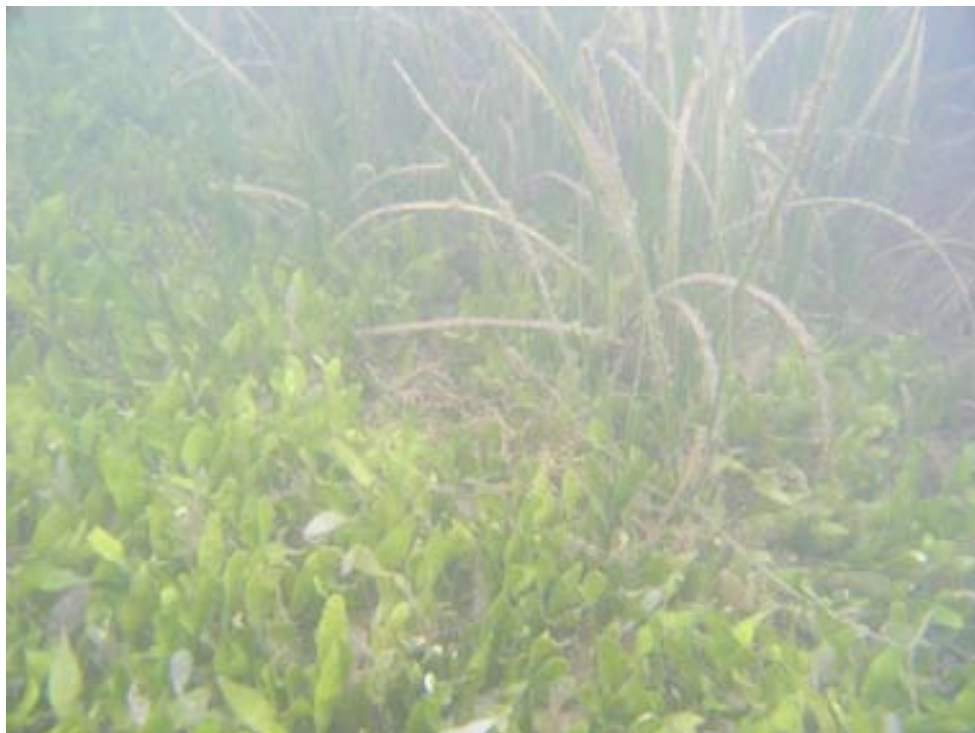
## *Cymodocea nodosa*





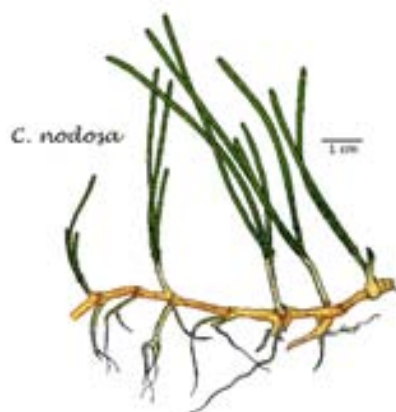


## *Caulerpa prolifera* mezclada con *Cymodocea nodosa*





## Praderas de *Cymodocea nodosa*, 7 años de seguimiento multianual.



## Praderas de *Cymodocea nodosa*, 7 años de seguimiento multianual.

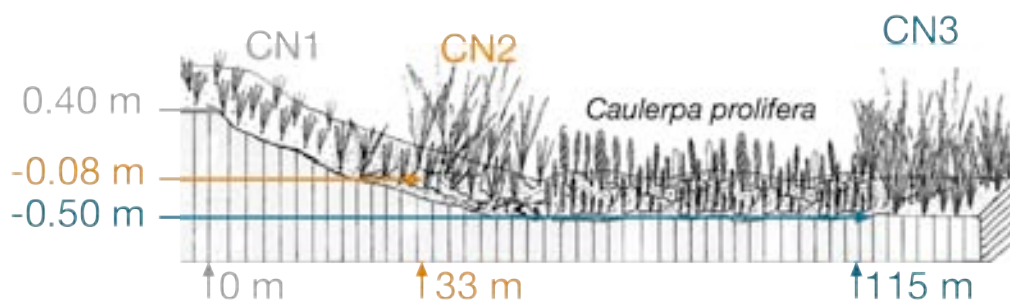
- La zona de estudio





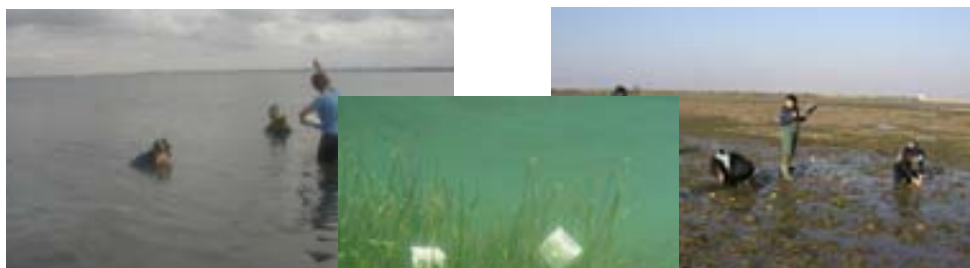
## Praderas de *Cymodocea nodosa*, 7 años de seguimiento multianual.

- La zona de estudio

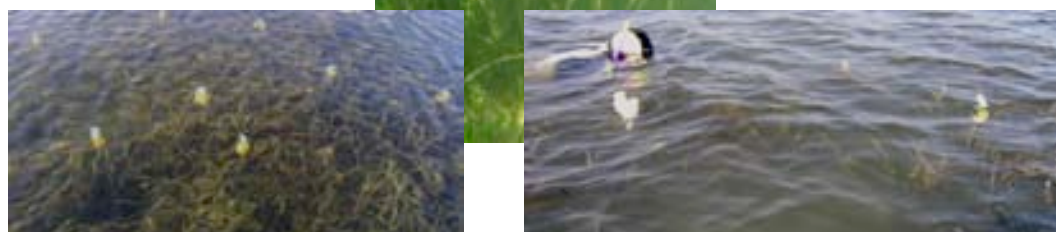


## Seguimiento Estacional

- Muestreo Marcado



- Muestreo recogida







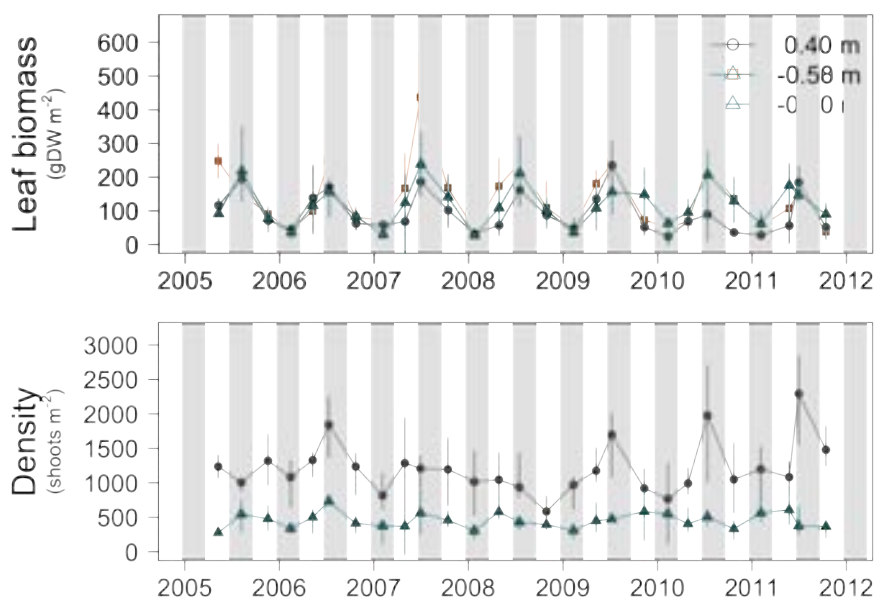
# Recolección de las plantas marcadas en el campo

- 2 días
  - a los 15 días *Zostera noltii*
  - a los 30 días *Cymodocea nodosa*
- Datos tomados durante la recolección
  - Plantas marcadas
  - Áreas biomasa
  - Luz



## Praderas de *Cymodocea nodosa*, 7 años de seguimiento multianual.

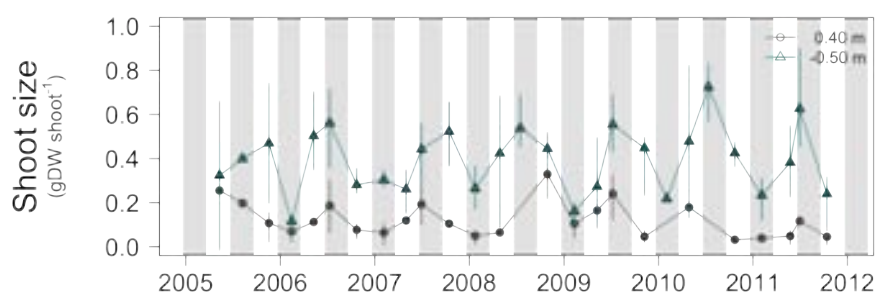
### • DEMOGRAFÍA





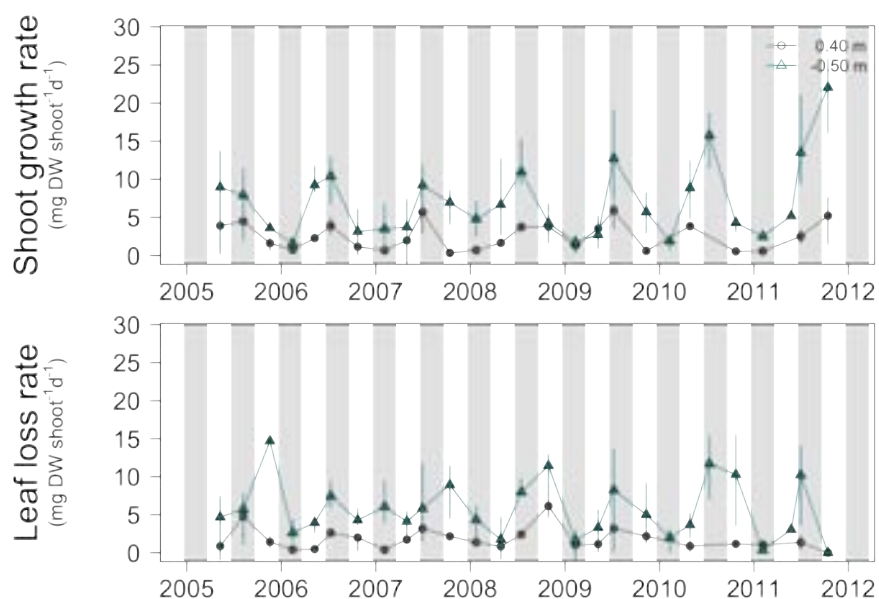
## Praderas de *Cymodocea nodosa*, 7 años de seguimiento multianual.

- TAMAÑO DE HAZ FOLIAR



## Praderas de *Cymodocea nodosa*, 7 años de seguimiento multianual.

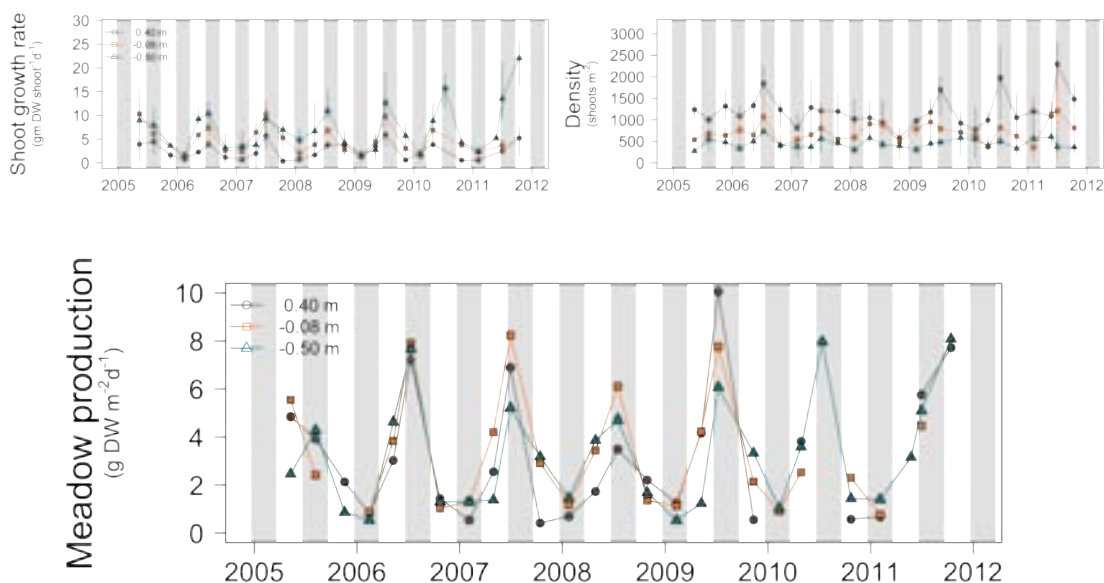
- CRECIMIENTO Y PÉRDIDAS FOLIARES A NIVEL DE HAZ



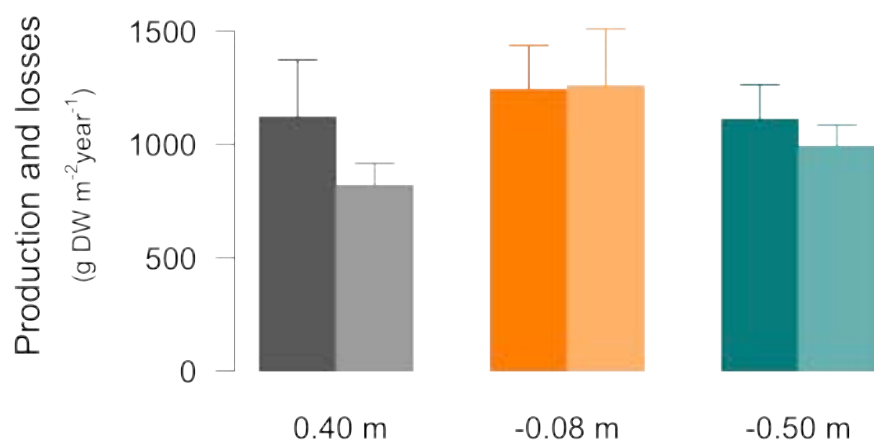


## Praderas de *Cymodocea nodosa*, 7 años de seguimiento multianual.

### • PRODUCCIÓN A NIVEL DE PRADERA



## Praderas de *Cymodocea nodosa*, 7 años de seguimiento multianual.



Barras de error 95% intervalo de confianza

Production =  $1158.4 \pm 99.0$  g DW m<sup>-2</sup> y<sup>-1</sup>  
Losses =  $1023.0 \pm 114.2$  g DW m<sup>-2</sup> y<sup>-1</sup>





## Praderas de *Cymodocea nodosa*, 7 años de seguimiento multianual.

1. Las praderas de *C. nodosa* de la bahía de Cádiz tienen una marcada estacionalidad con máximos veraniegos y mínimos invernales en propiedades demográficas, morfométricas y dinámicas.
2. La variabilidad interanual en producción es menos acentuada que la estacional, no observándose ninguna tendencia en periodo de estudio considerado.
3. La biomasa (y la producción) de estas praderas es similar en el rango de profundidades del saco interno de la bahía, reduciendo las dificultades de extrapolar algunos de los resultados obtenidos a una escala espacial mayor.
4. La producción y las pérdidas de estas praderas no muestran diferencias significativas a escala anual, sugiriendo que las praderas de *C. nodosa* se encuentran en estado estacionario (en equilibrio dinámico).



## PRINCIPALES EFECTOS ANTRÓPICOS EN LAS PRADERAS

▲  
AUMENTO EN LA CARGA DE  
NUTRIENTES (EUTROFIZACIÓN)



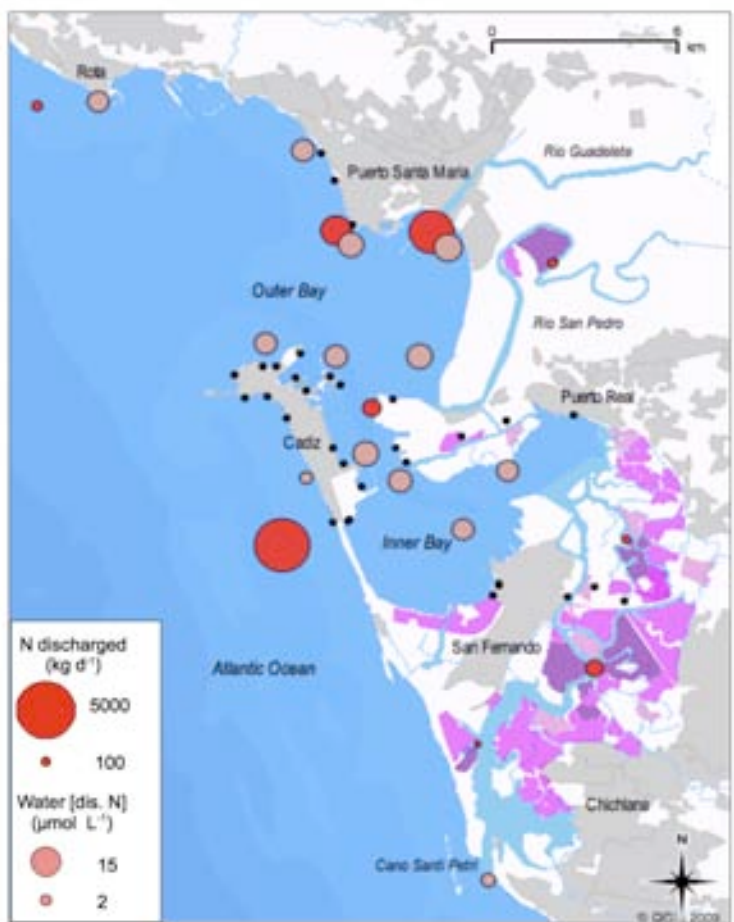
▲  
MARISQUEO



▼  
CAMBIO CLIMÁTICO



Mapa de descargas de N,  
y concentración de  
nitrógeno inorgánico  
disuelto (DIN) en el agua



Proliferación primaveral de *Ulva* spp. sobre  
praderas intermareales. Mareas verdes.

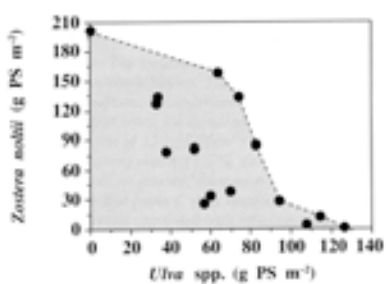






Final de los 80s  
(Palmones, Algeciras)

Mediados de los 90s



## Efectos antrópicos



## Marisqueo







## Efectos antrópicos

Estrés mecánico directo más “bioturbación” de sedimentos....  
Removilización de nutrientes y aumento de la turbidez



Una imagen vale más que mil palabras.....





## Efectos antrópicos

### Parque intermareal de cultivo de almejas



### Evaluación de la calidad de las praderas de fanerógamas marinas en Andalucía según la Directiva Marco de Agua

- DMA. Alcanzar el estado ecológico de “bueno” para 2015 en aguas costeras y de transición en Europa.
- Diversos indicadores biológicos: macroalgas, invertebrados....
- Para fanerógamas marinas, más desarrollado MED-GIG que el NEA-GIG. Andalucía particular, dos zonas.
- Los índices para la evaluación de la calidad de las praderas se basan en variables a distintos niveles de organización (comunidad, población, individuo, y fisiología)
- Para la formulación de los índices los valores de las variables se integran en análisis estadísticos multivariantes como el análisis de componentes principales
- Obtención de valores de calidad de la pradera con el índice en una escala entre 0 y 1, y se establecen las clases correspondientes según los requerimientos de la DMA



## Evaluación de la calidad de las praderas de fanerógamas marinas en Andalucía según la Directiva Marco de Agua

### Antecedentes

- 2007 Romero *et al.* → POMI (índice para *Posidonia oceanica*)
- 2009 Gobert *et al.*, López y Royo *et al.* → PREI, BiPO (otros índices para *Posidonia oceanica*)
- 2011 Oliva *et al.* → CYMOX (índice para *Cymodocea nodosa*)
- ¿¿¿ *Zostera noltii*, *Zostera marina*???



## Evaluación de la calidad de las praderas de fanerógamas marinas en Andalucía según la Directiva Marco de Agua

### Variables utilizadas

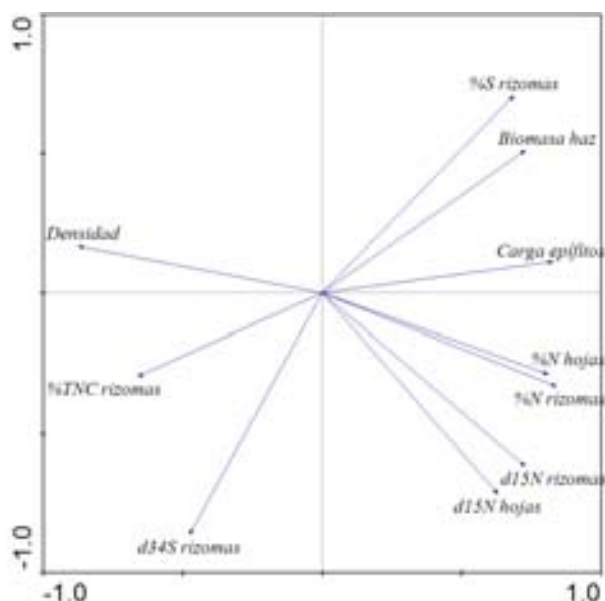
- Cobertura
- Densidad de haces
- Grado enterramiento
- Biomasa aérea y subterránea
- Superficie foliar del haz
- Biomasa del haz
- % Hojas rotas
- % Hojas con necrosis
- % Hojas con marcas de herbívoros
- Carga de epífitos
- Contenido en Sacarosa – Almidón
- Contenido en % N -  $\delta^{15}\text{N}$
- Contenido en % S -  $\delta^{34}\text{S}$





## Evaluación de la calidad de las praderas de fanerógamas marinas en Andalucía según la Directiva Marco de Agua

### Integración de variables



### Cálculo del valor de calidad según la Directiva Marco de Agua

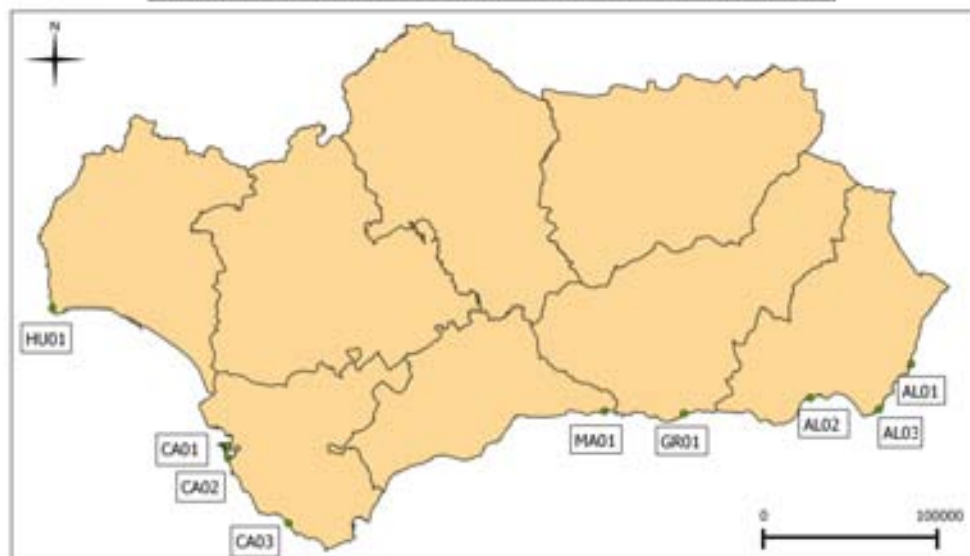
$$EQR = \frac{\text{Factor Eje I PCA} - \text{Pésimo}}{\text{Óptimo} - \text{Pésimo}}$$

EQR	EQS
1-0,8	Alto
0,79-0,6	Bueno
0,59-0,4	Moderado
0,39-0,2	Pobre
0,19-0	Malo



## Evaluación de la calidad de las praderas de fanerógamas marinas en Andalucía según la Directiva Marco de Agua

Estaciones de muestreo de fanerógamas marinas en Andalucía



- Aplicación del POMI –datos no publicados-  
(*Posidonia oceanica* multivariate index)

- Aplicación del CYMOX (*Cymodocea nodosa*)

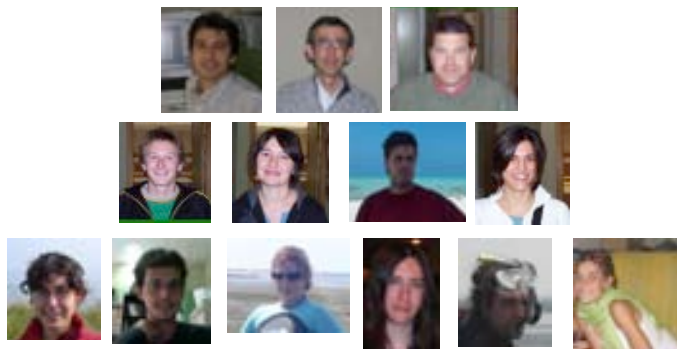
- Elaboración de un índice para *Zostera noltii* en la zona suratlántica de la península en colaboración con Faro (Portugal)

Resultados en proceso..... (aún no publicados).

	Código sitio	Factor PCA	EQR	EQS
Ejemplo de sitios y aplicación de análisis multivariante	A1	1,9721	0,16	Pobre
	A2	0,2023	0,44	Moderado
	A3	0,2541	0,43	Moderado
	A4	0,6783	0,37	Moderado
	A5	-1,3118	0,68	Bueno
	A6	-0,6389	0,58	Bueno



## Dpto. Biología - Área Ecología – Macrófitos marinos



### Proyectos del grupo de investigación en la Bahía de Cádiz:

Gestión mediambiental de zonas laguneras con vocación acuícola (ECOLAGUNES).  
Interreg. Espacio SUDOE (SOE1/p2/F153)

Interacciones entre la hidrodinámica y las praderas de macrófitos marinos: desde el organismo al ecosistema (Imachydro). CTM2008-00012/MAR

Retroalimentaciones y trade-offs en praderas de fanerógamas marinas: el coste de vivir en ecosistemas acuáticos. CTM2011-24482,

Balance de carbono en la bahía de Cádiz: interacción con el mar abierto, el sedimento y la atmósfera. Junta de Andalucía. P06-RNM-01637

Funciones de la diversidad de macrófitos marinos bentónicos: mecanismos de control en el ciclo de nutrientes de zonas costeras someras (FUNDIV). Junta de Andalucía. P07-RNM-02516

Papel de las angiospermas marinas en la biodiversidad: importancia de las interacciones entre las características del dosel de la vegetación y las condiciones hidrodinámicas en el suministro de recursos. (PAMBIO). Junta de Andalucía. P08-RNM-3783