

Efectos de la eutrofización sobre praderas marinas: el caso de *Cymodocea nodosa* en Canarias y la importancia de la calidad del agua



Fernando Tuya, Grupo en Biodiversidad y Conservación
Mayo 2013

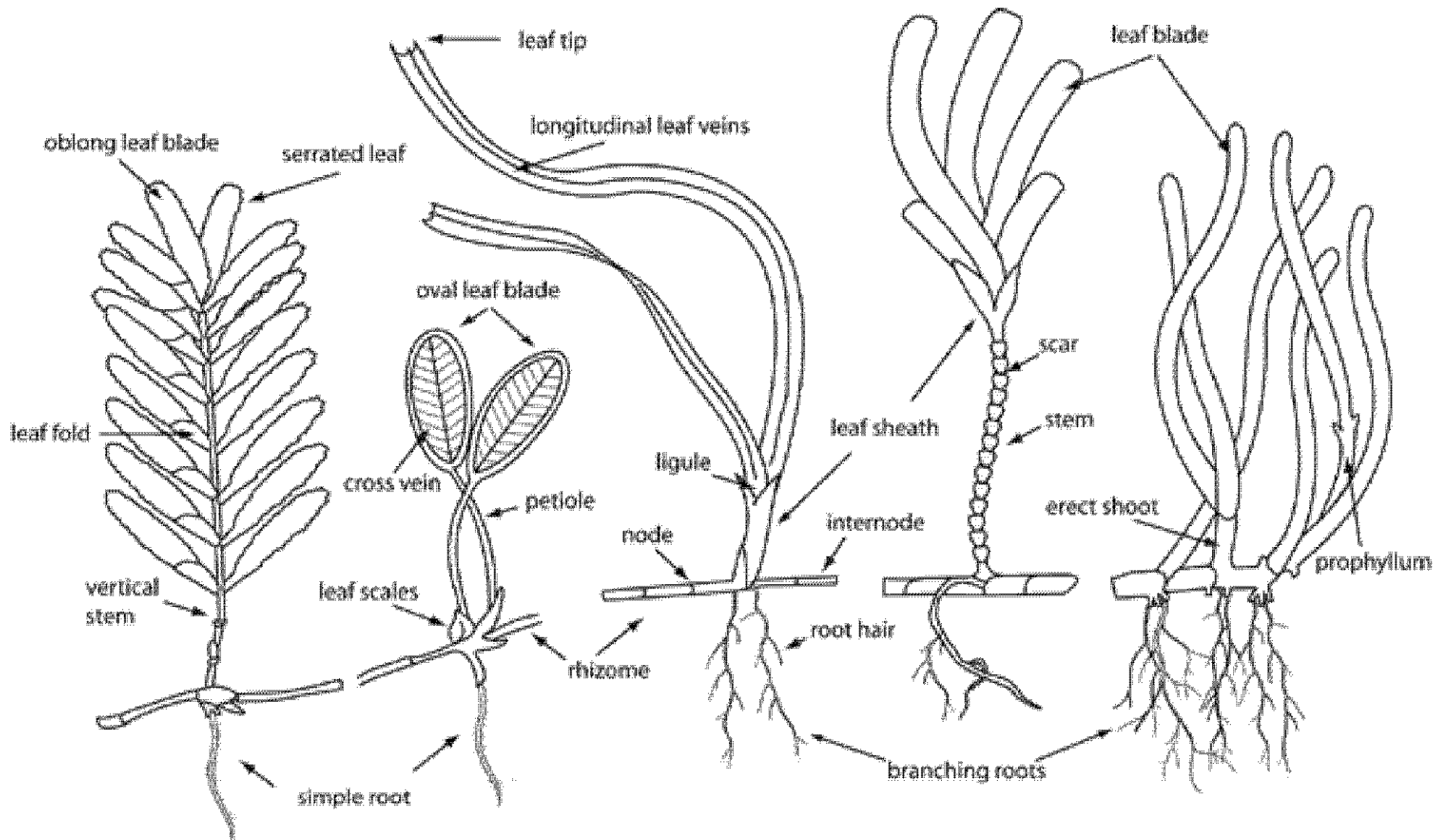
Estructura de la charla

- (1) **Introducción general a las fanerógamas marinas y *C. nodosa***, en particular, en Canarias
- (2) **¿Por qué son importantes?**
- (3) Tendencias: **¿Han disminuido los sebadales en Gran Canaria?**
- (4) Afecciones (**impactos**) sobre *C. nodosa*
- (5) **Eutrofización**



(1) Descripción general fanerógamas marinas

- Pertenecen al grupo de las **angiospermas**, = plantas superiores con tejidos vegetativos diferenciados: **raíces, tallo rizomatoso y hojas**
- **Plantas clonales** = “céspedes”, como “campo de fútbol” bajo el agua; individuo = parches
- **Sexualmente:** flores ♀ ♂ → polen → frutos → semillas → dispersión → plántulas
- **Asexualmente:** propagación vegetativa de haces → propagación de clones



Diversidad de angiospermas marinas

Existen 72 especies (12 géneros, 4 familias y 2 órdenes)

3 especies en Canarias “estrictamente marinas”:

Figuras de protección (Catálogo de especies protegidas de Canarias)



“especie en peligro de extinción”



“especie de interés especial para los ecosistemas canarios”



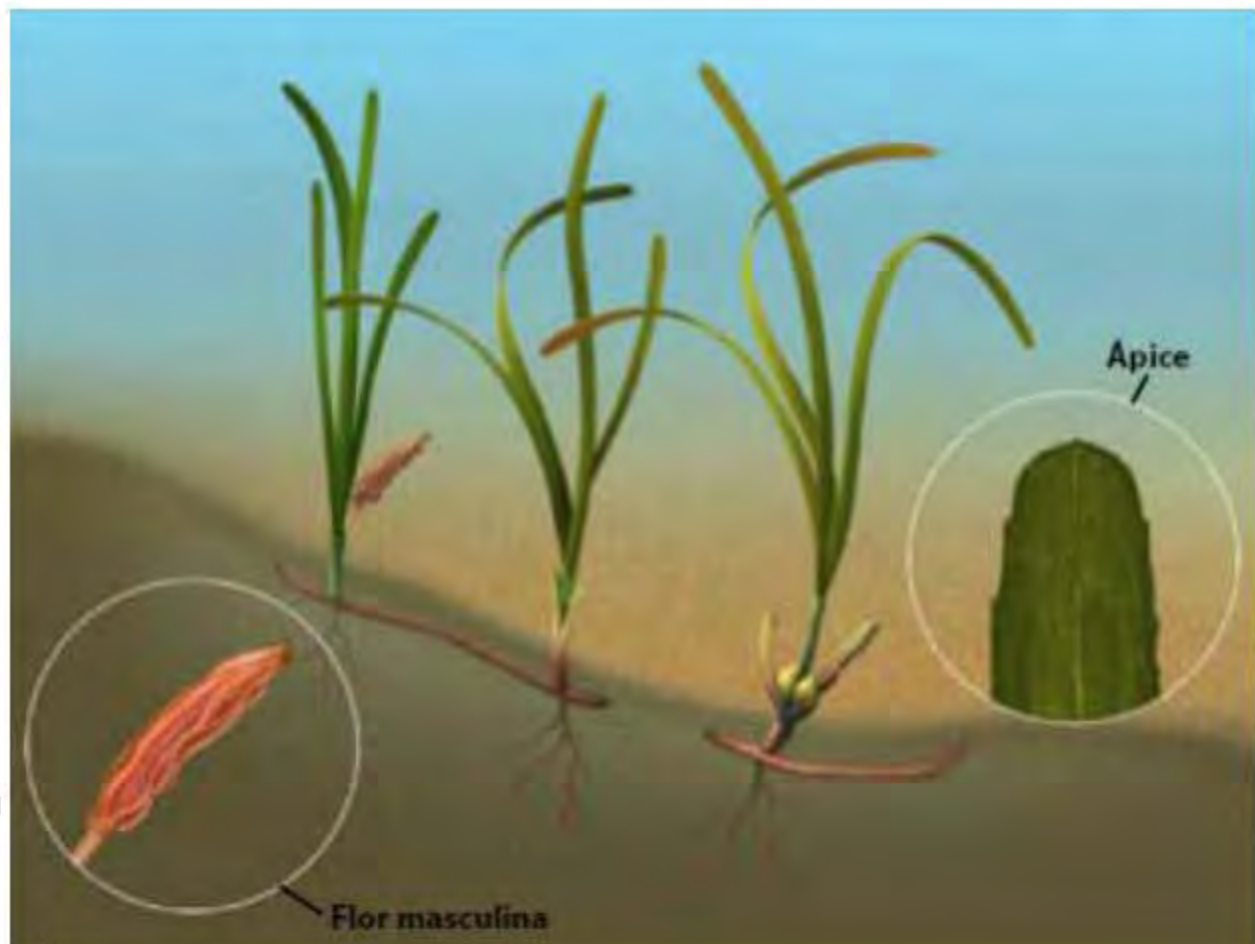
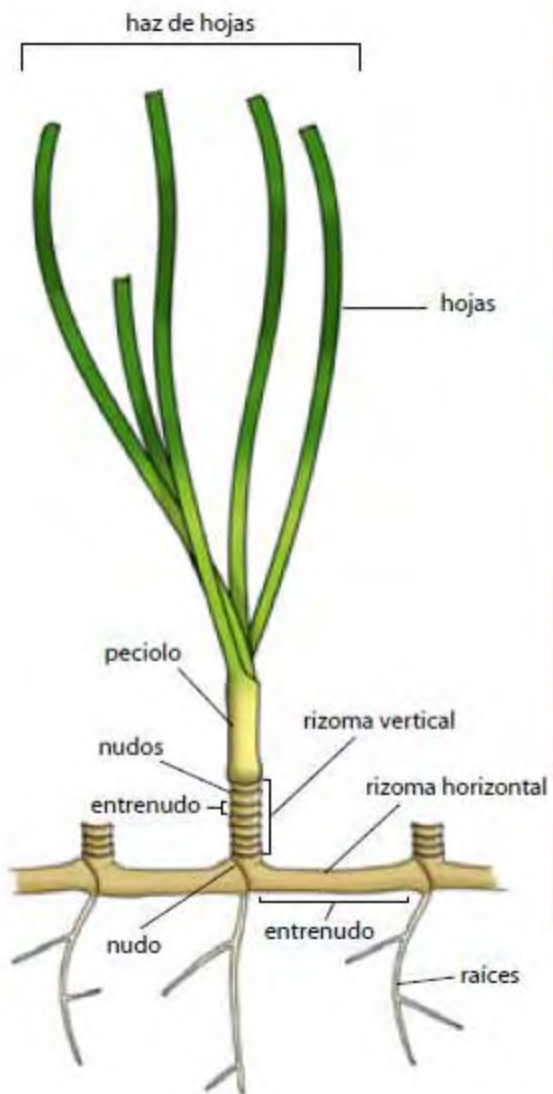
“especie sensible a la alteración del hábitat” → “de interés especial para los ecosistemas canarios”
(famosa “descatalogación” 2010)

Condiciones para el asentamiento de praderas

- **Sustratos blandos** donde les sea posible enterrar sus raíces y rizomas, y donde la competencia con otros macrófitos por el sustrato es mucho menor
- Zonas “**protegidas**” del oleaje → ‘bajo’ hidrodinamismo
- **Luz:** fotosíntesis
- **Nutrientes:** absorción por hojas y sobre todo raíces



Seba "Cymodocea nodosa"





Risco Verde, Arinaga, Gran Canaria

Distribución

- **Distribución geográfica:** Mediterráneo, costa atlántica del norte desde el S de Iberia hasta Senegal; Madeira y Canarias
- **Distribución en Canarias:** Todas las islas, si bien las praderas son reducidas en las islas occidentales, principalmente en las costas este, sudeste y sur
- **Distribución batimétrica:** entre los 2 y los 35 m de profundidad. En Lobos y Arinaga: charcos intermareales



Estacionalidad en su 'vitalidad'

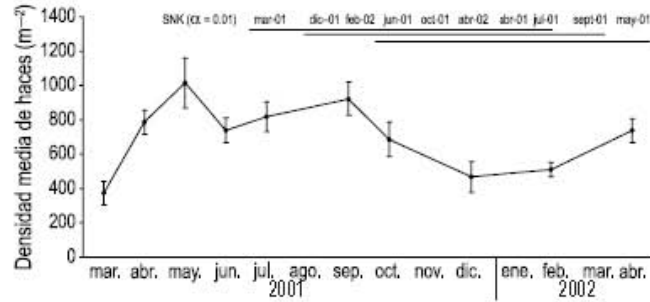


Figura 1. Ciclo estacional de la densidad de haces de *Cymodocea nodosa*. Las barras de error representan el error estándar de la media. Se muestran los contrastes *a posteriori* SNK para los distintos periodos de muestreo del estudio.

Figure 1. Seasonal cycle of *Cymodocea nodosa* shoot densities. Error bars represent the standard error of the mean. The SNK *a posteriori* contrasts for the different sampling periods are shown.

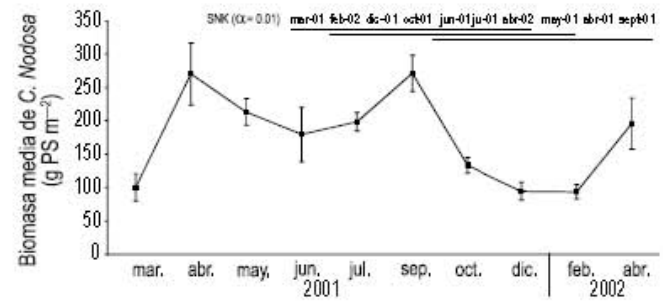
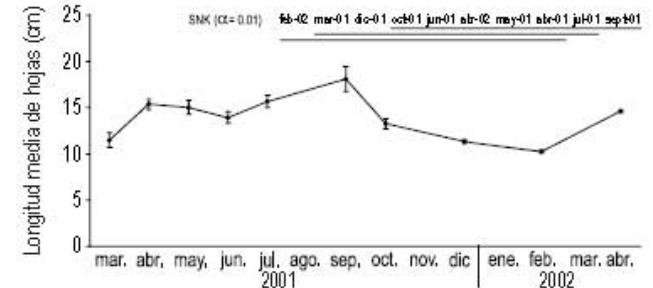
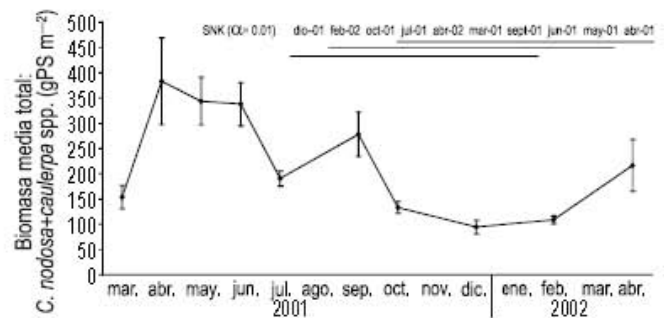


Figura 2. Ciclo estacional de la biomasa de *Cymodocea nodosa*. Las barras de error representan el error estándar de la media. Se muestran los contrastes *a posteriori* SNK para los distintos periodos de muestreo del estudio.

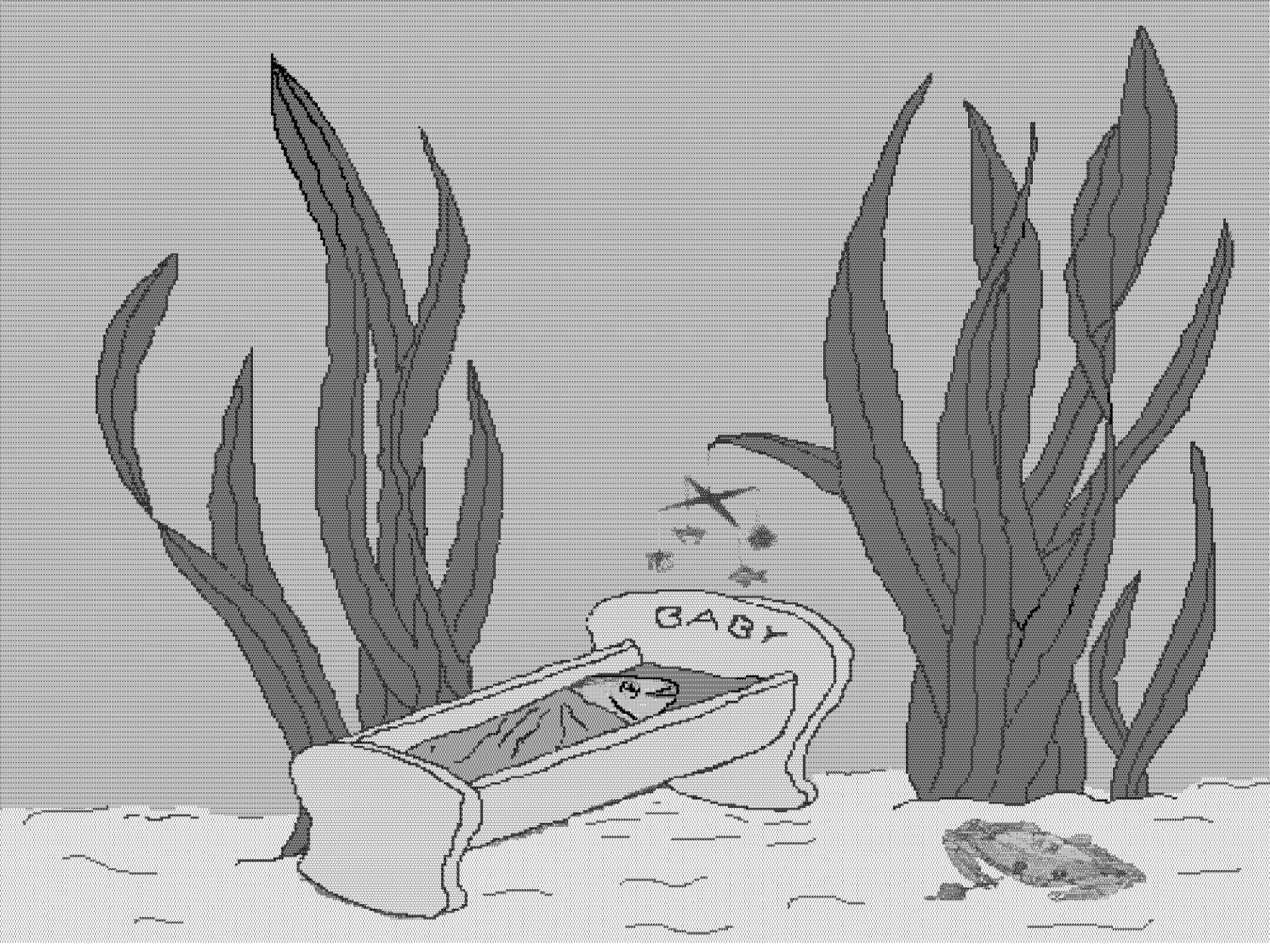
Figure 2. Seasonal cycle of *Cymodocea nodosa* biomass. Error bars represent the standard error of the mean. The SNK *a posteriori* contrasts for the different sampling periods are shown.

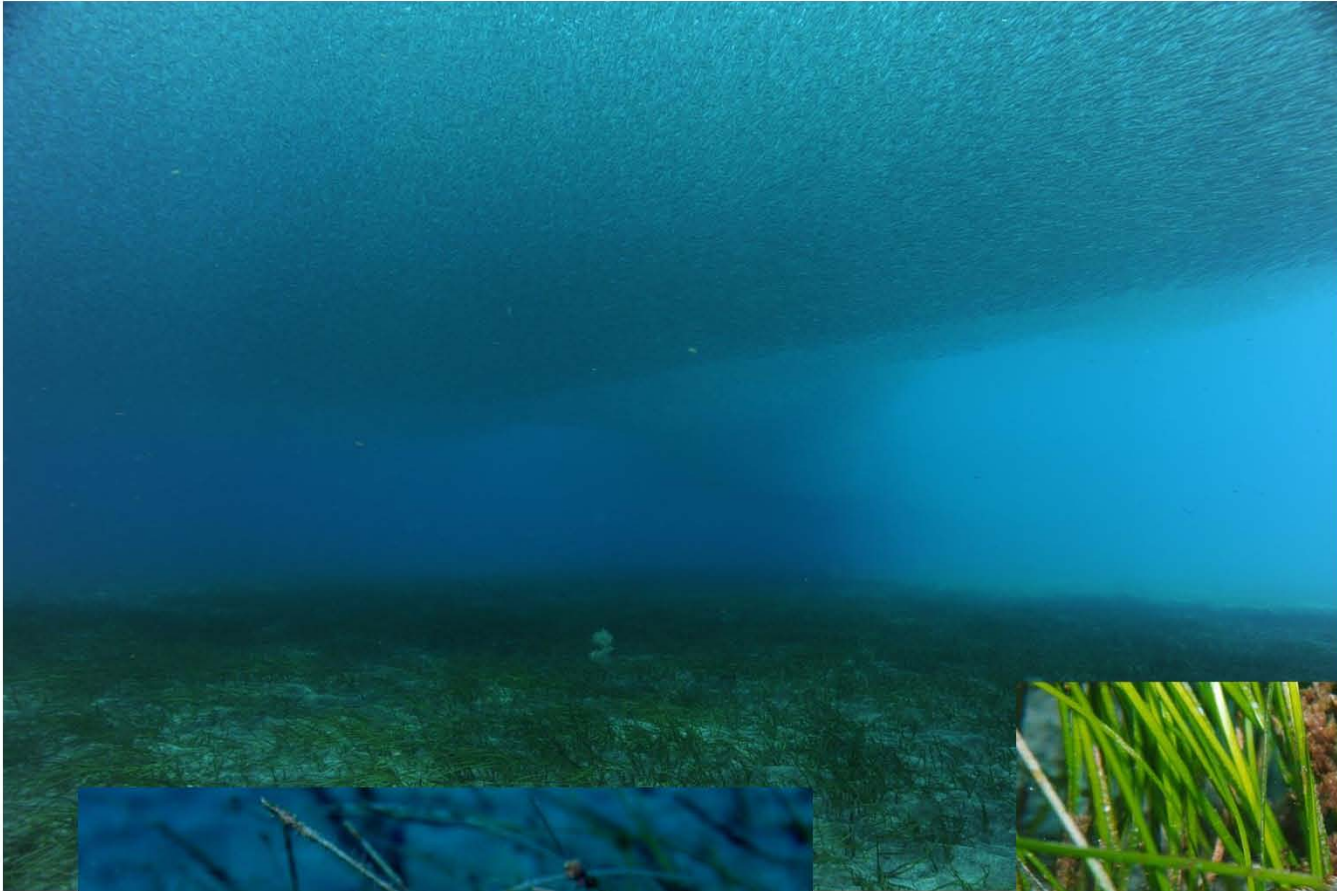


(2) ¿Pq son importantes las praderas de *Cymodocea nodosa*?

- **Producción Primaria:** aumentan la disponibilidad de O₂ (fotosíntesis); sumidero de C, subsidio de C a otros hábitats)
- **Estabilización sedimentaria** (protección de la costa)
- **Reciclaje de nutrientes;** aumento de la calidad del agua (p.e. reducción de turbidez)
- **Refugio y alimento para flora y fauna,** p.e. zonas de cría y alevinaje de peces



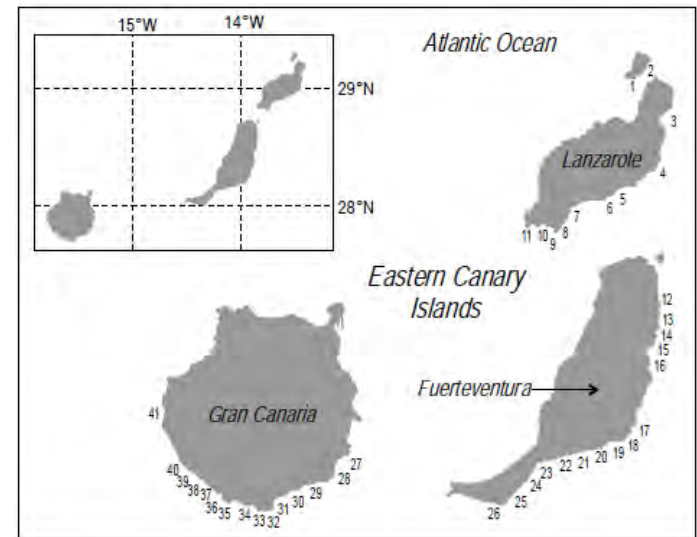




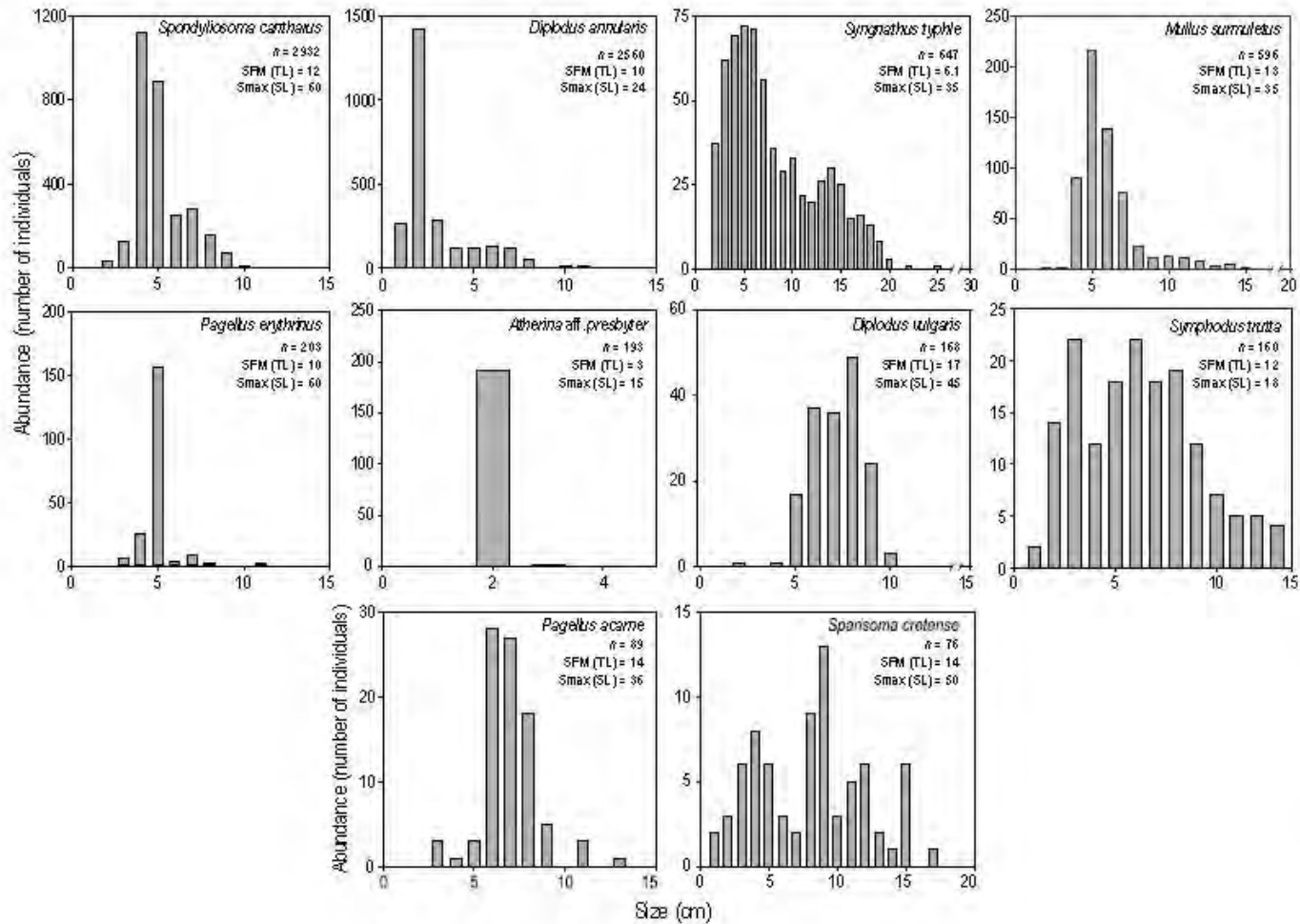
Riqueza de especies ícticas: 'Efecto guardería'

Familia	Especie	F	A	T	min	max	
→	Atherinidae	Atherina aff. presbyter*	1.19	2.30 ± 0.01	2.16 ± 0.01	1.6	3.5
	Aulostomidae	Aulostomus strigosus	1.19	0.01 ± 2.30	49.00 ± 0.00	49	49
	Bothidae	Bothus podas*	13.10	0.26 ± 0.01	9.36 ± 0.24	4.8	13
	Dasyatidae	Dasyatis pastinaca*	2.38	0.02 ± 0.15	35.00 ± 0.77	30	40
	Gobiesocidae	Opeatogenys cadenati	1.19	0.02 ± 0.09	1.00 ± 0.00	1	1
	Gobiidae	Gobius niger	16.67	0.60 ± 0.03	4.03 ± 0.20	1.9	8.7
→	Haemulidae	Parapristipoma octolineatum*	1.19	0.07 ± 0.04	7.43 ± 0.06	6.9	8.1
		Pomadasys incisus*	1.19	0.01 ± 0.02	11.00 ± 0.00	11	11
	Labridae	Coris julis	5.95	0.08 ± 0.14	7.96 ± 0.48	1.5	14
		Symphodus mediterraneus	3.57	0.08 ± 8.73	3.00 ± 0.13	1.7	5.1
→		Symphodus trutta*	29.76	1.90 ± 0.61	6.29 ± 0.31	1	13.5
		Thalassoma pavo*	2.38	0.04 ± 0.21	15.30 ± 0.32	13.3	18.6
		Xyrichtys novacula*	17.86	0.24 ± 0.01	13.70 ± 0.28	10.2	19
→	Monacanthidae	Stephanolepis hispidus*	22.62	0.37 ± 1.48	5.20 ± 0.31	1	10.3
→	Mullidae	Mullus surmuletus*	57.14	7.10 ± 0.02	6.03 ± 0.20	2.3	14.7
	Ophichthidae	Myrichthys pardalis	1.19	0.02 ± 0.11	47.50 ± 0.39	45	50
	Pomacentridae	Abudefduf luridus	1.19	0.01 ± 0.02	6.00 ± 0.00	6	6
→	Scaridae	Sparisoma cretense*	28.57	0.90 ± 0.02	8.16 ± 0.43	1	17.2
	Scorpaenidae	Scorpaena maderensis	1.19	0.01 ± 0.69	15.00 ± 0.00	15	15
→		Scorpaena porcus*	5.95	0.06 ± 1.96	22.20 ± 0.40	18	28
→	Serranidae	Serranus atricauda*	3.57	0.04 ± 0.30	12.23 ± 0.26	10.8	15
→		Serranus cabrilla*	5.95	0.07 ± 0.07	11.67 ± 0.45	6.5	15.5
→		Serranus scriba*	7.14	0.08 ± 0.01	12.80 ± 0.29	8	15.7
→	Sparidae	Boops boops*	4.76	0.23 ± 0.01	8.05 ± 0.10	6.6	9.6
→		Dentex dentex*	13.10	0.37 ± 0.03	5.78 ± 0.32	2.3	13.2
→		Diplodus annularis*	66.67	30.49 ± 0.02	3.00 ± 0.22	1	15
→		Diplodus vulgaris*	25.00	2.00 ± 0.03	7.25 ± 0.14	2.5	10.1
→		Lithognathus mormyrus*	1.19	0.01 ± 0.03	12.00 ± 0.00	12	12
→		Oblada melanura*	2.38	0.02 ± 0.28	1.60 ± 0.09	1	2.2
→		Pagellus acarne*	8.33	1.06 ± 0.07	7.01 ± 0.17	3	13.1
→		Pagellus erythrinus*	9.52	2.42 ± 7.53	4.96 ± 0.10	3.1	11
→		Pagrus pagrus*	15.48	0.80 ± 0.01	8.54 ± 0.15	4.3	13
→		Spondyliosoma cantharus*	64.29	34.90 ± 0.11	5.13 ± 0.15	1.5	12.2
→	Squatinae	Squatina squatina*	1.19	0.01 ± 0.06	24.30 ± 0.00	24.3	24.3
→	Syngnathidae	Nerophis ophidion	32.14	0.56 ± 0.55	16.61 ± 0.38	1.9	22
		Syngnathus acus	17.86	0.27 ± 0.08	9.55 ± 0.72	2.1	21
		Syngnathus typhle	89.29	7.70 ± 0.87	8.15 ± 0.51	1.9	24.9
→	Synodontidae	Synodus saurus*	11.90	0.23 ± 0.09	14.29 ± 1.00	2	28.5
		Synodus synodus*	5.95	0.11 ± 0.06	15.73 ± 0.34	12.4	21
→	Tetraodontidae	Canthigaster capistrata	2.38	0.04 ± 0.03	8.90 ± 0.31	6.2	11.9
		Sphoeroides marmoratus	26.19	0.32 ± 0.01	9.63 ± 0.55	1.3	17
→	Uranoscopidae	Uranoscopus scaber	1.19	0.01 ± 0.06	33.50 ± 0.00	33.5	33.5

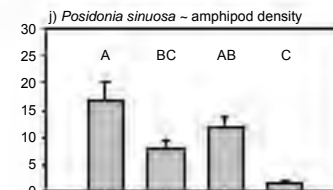
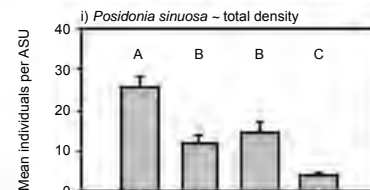
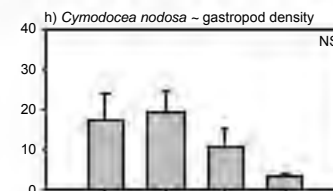
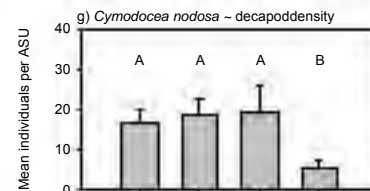
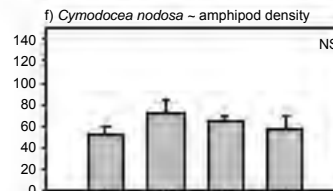
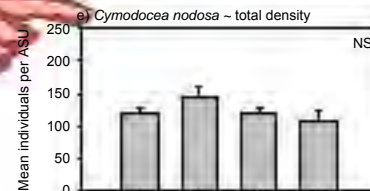
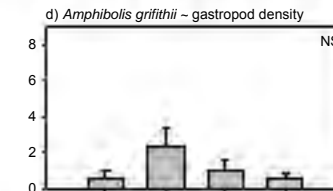
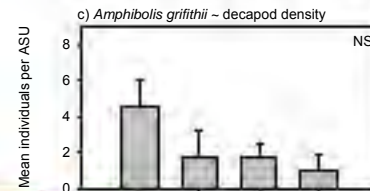
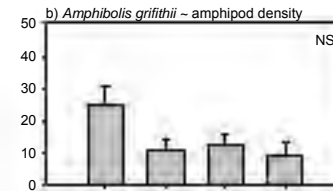
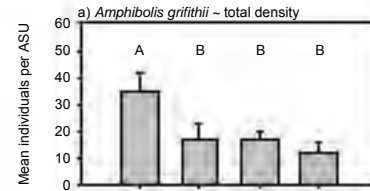
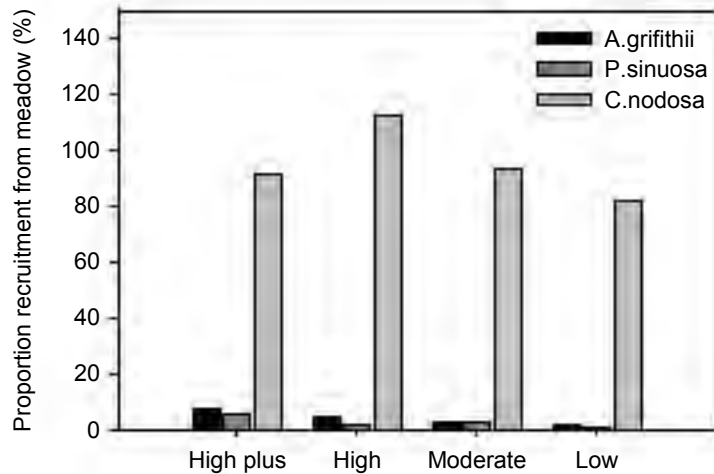
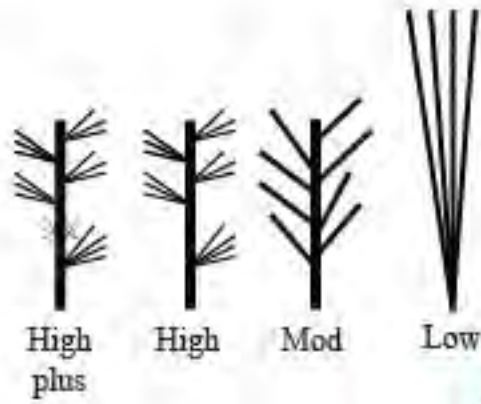
**43 especies, 18 interés pes.,
14 reclutan como alevines**



'Efecto guardería'



Cymodocea nodosa: hábitat para epifauna



Gartner, Tuya et al. (2013), J. Exp. Mar. Biol. Ecol 439

Protección: normativa europea

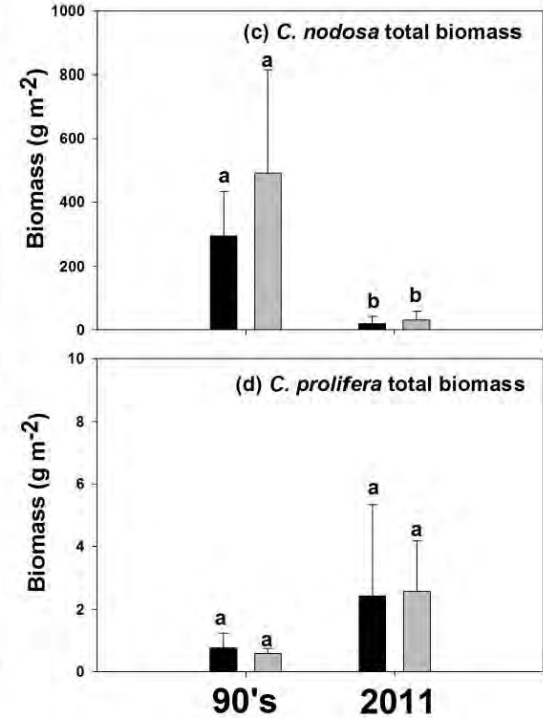
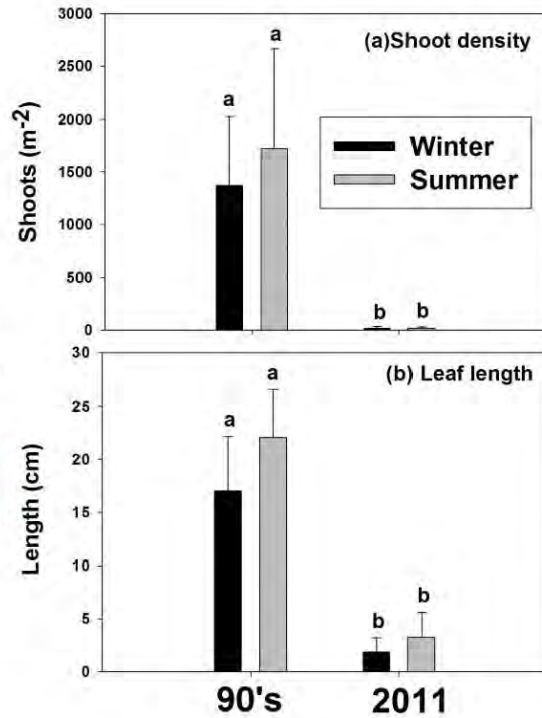
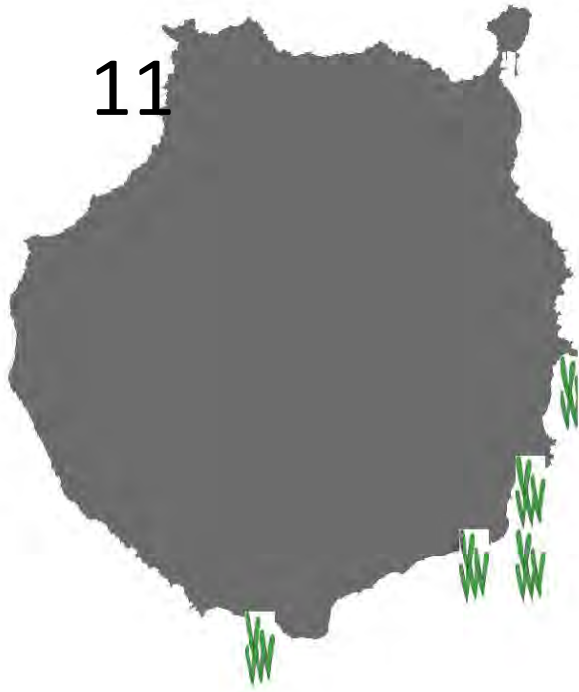
- **Zonas ZEC** (antiguos LICs). Figura europea para la protección de determinados hábitats (**Red Natura 2000**).
- **8 ZECs por “sebadales”**
- “Sebadales de Playa del Inglés”; “Franja marina de Mogán”, “Playa del Cabrón”, “Güi-güi”, “Antequera”, “Sebadales de La Graciosa”, “Sebadales de Guasimeta”, “Sebadales de Corralejo”

(3) ¿Han disminuido los sebadales en Gran canaria?

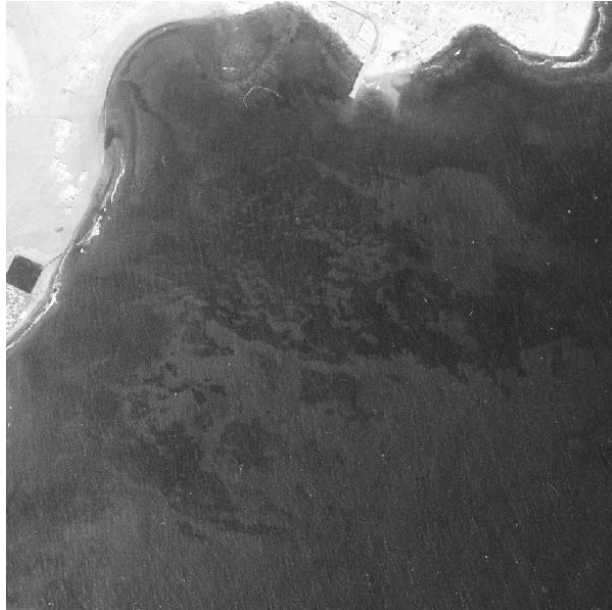
3 comparativas

- Diferencias en densidad, biomasa y longitud de hoja de *C. nodosa* de 5 praderas entre los 90s y 2011
- Diferencias en densidad, cobertura y longitud de hoja de *C. nodosa* de 19 praderas entre los 2003 y 2012
- Diferencias en la cobertura (área) de *C. nodosa* en Gran Canaria entre los 80s, 2003 y 2011

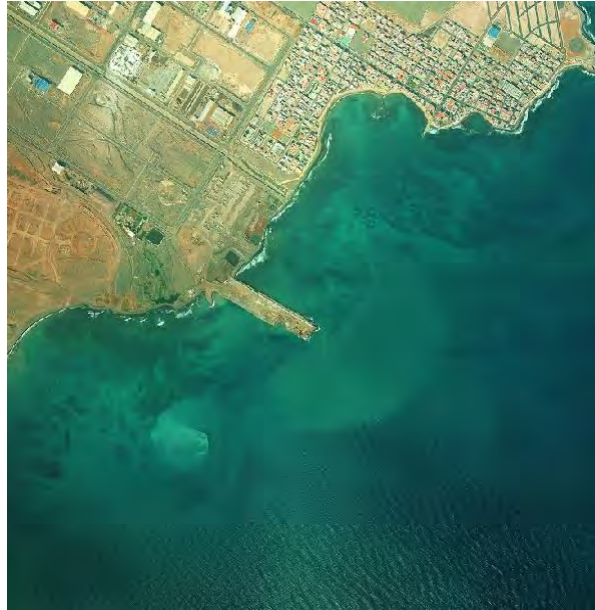
(i) Diferencias en densidad, biomasa y longitud de hoja de *C. nodosa* de 5 praderas entre los 90s y 2011



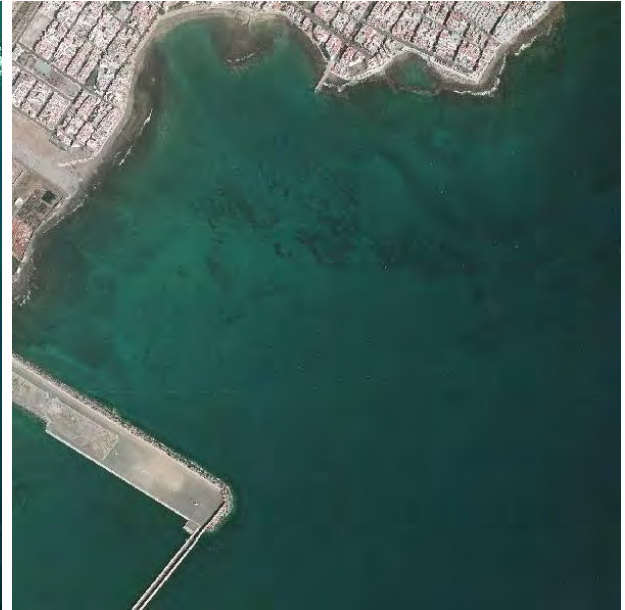
Sesgo...



1963

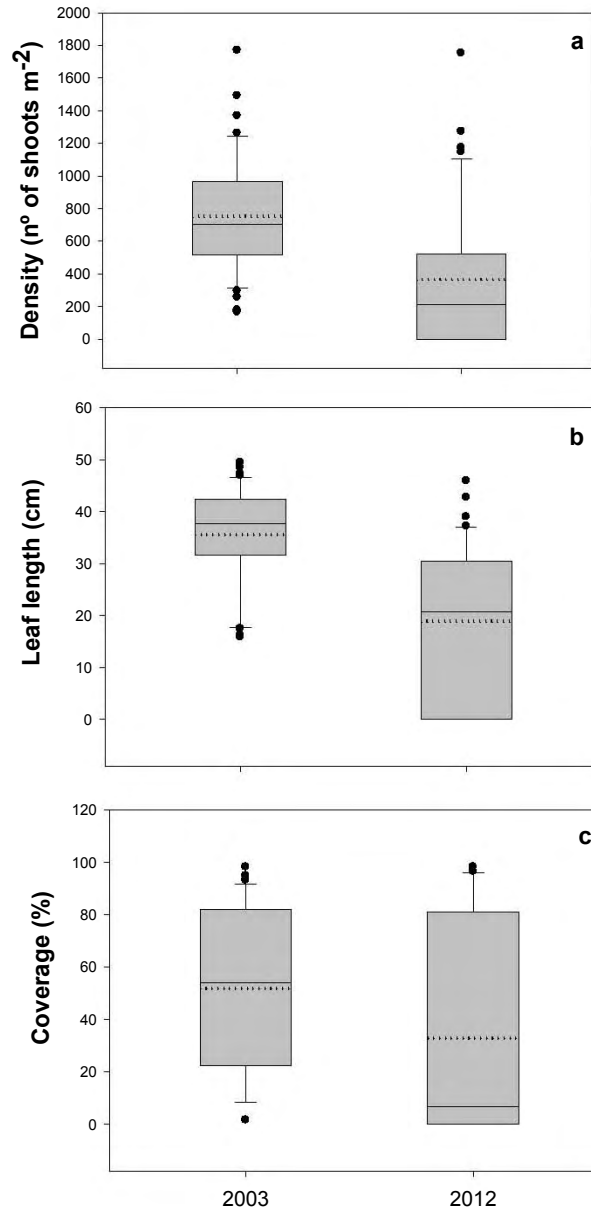


1998

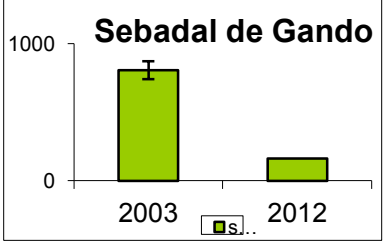
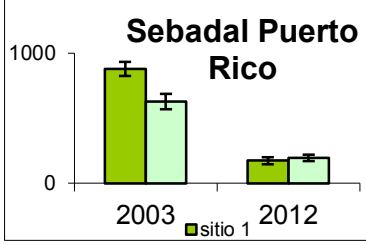
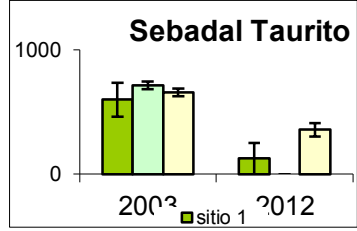
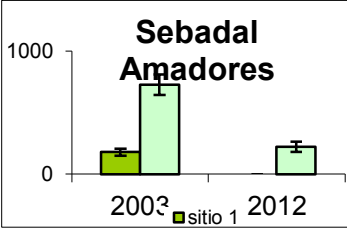
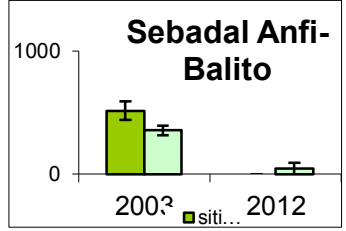
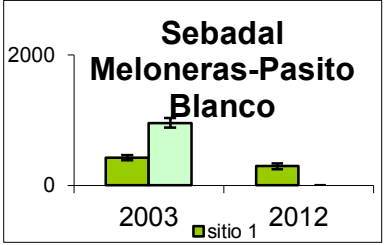
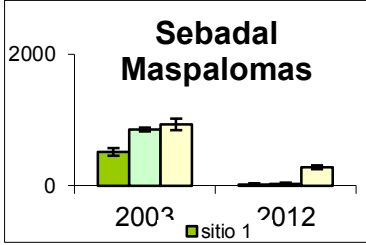
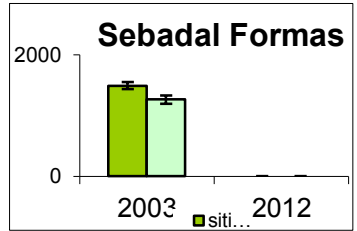
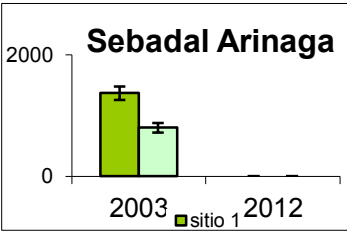
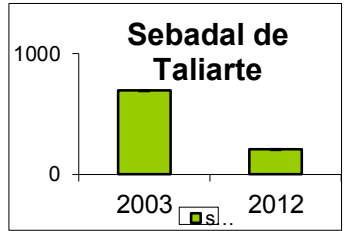
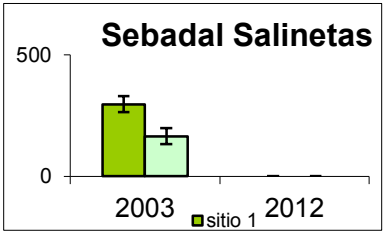
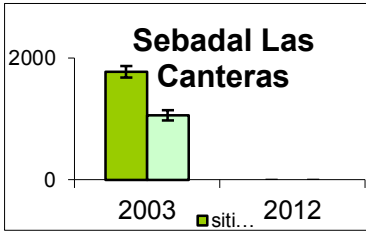


2004

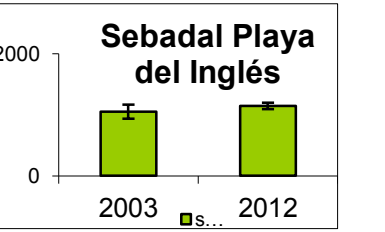
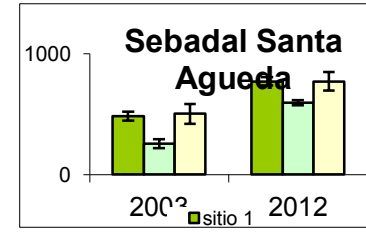
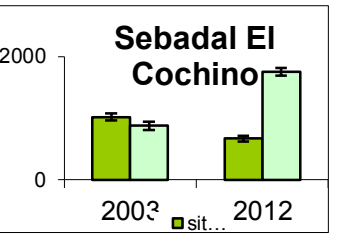
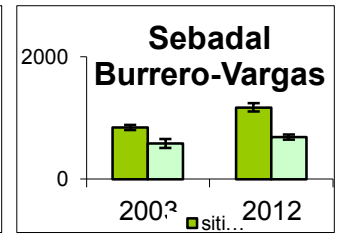
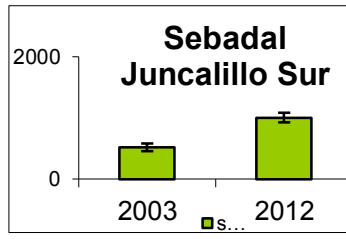
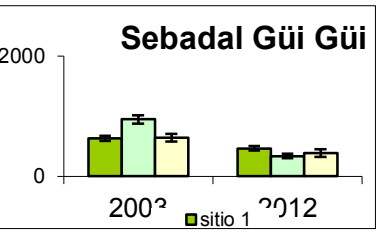
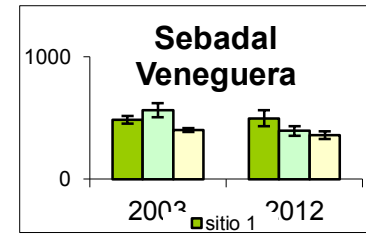
(ii) Diferencias en densidad, cobertura y longitud de hoja de *C. nodosa* en 19 praderas entre 2003 y 2012



Espino, Tuya & Haroun (datos no publicados)



12 en regresión

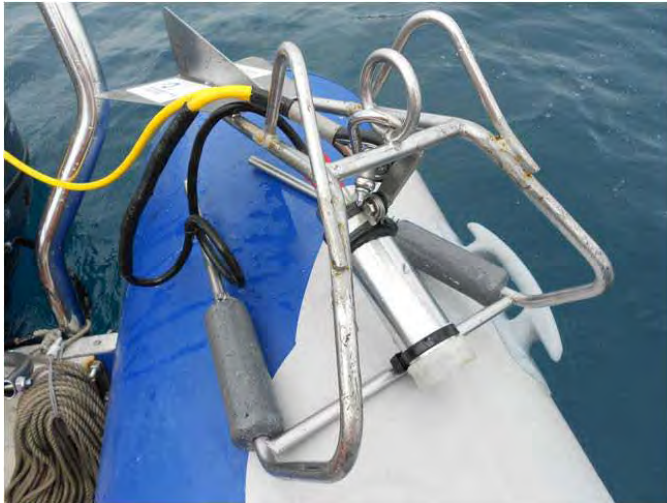


7 estables (5 dentro de algún ENP)



(iii) Cambios históricos en la cobertura de *C. nodosa* en Gran Canaria

- Comparativa entre 2011 y cartografías anteriores disponibles (1980s, 2003, 2006); Martínez & Haroun (datos no publicados); tesina Martínez - ACCEDA



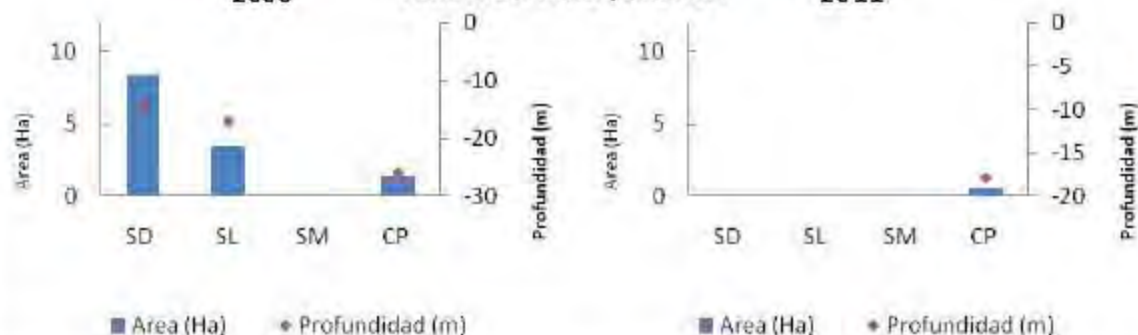
Franja marina de Las Palmas de Gran Canaria



2006

Profundidad media y cobertura

2011



Legenda

Comunidades vegetales

- Sebadal
- Sebadal laxo
- Sebadal mixto
- Caulerpal

Comunidades vegetales 2011

- Falta información
- Haces dispersos
- Caulerpa dispersa

- Batimetría
- ZEC

Análisis espacio-temporal de las praderas de *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson en la isla de Gran Canaria
 Jordi Martínez-Samper
 Máster en Gestión Costera-Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

OrtoExpress de Canarias 2009-2011
 Catálogo de servicios de la IDE de GRAFCAN-Gobierno de Canarias

Franja marina de Telde



Leyenda

Comunidades vegetales

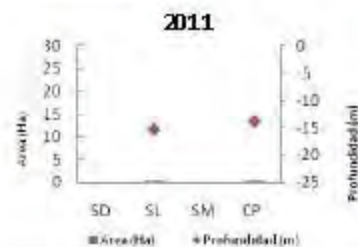
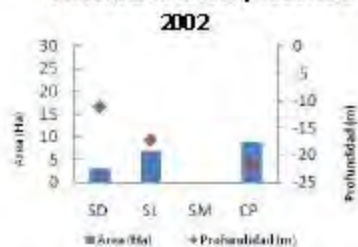
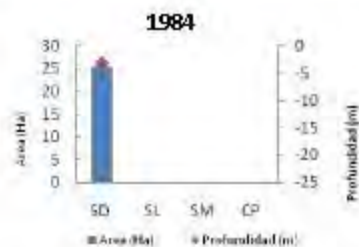
- Sebadal
- Sebadal laxo
- Sebadal mixto
- Caulerpal

Comunidades vegetales 2011

- Falta información
- Haces dispersos
- Caulerpa dispersa

- Batimetría
- ZEC

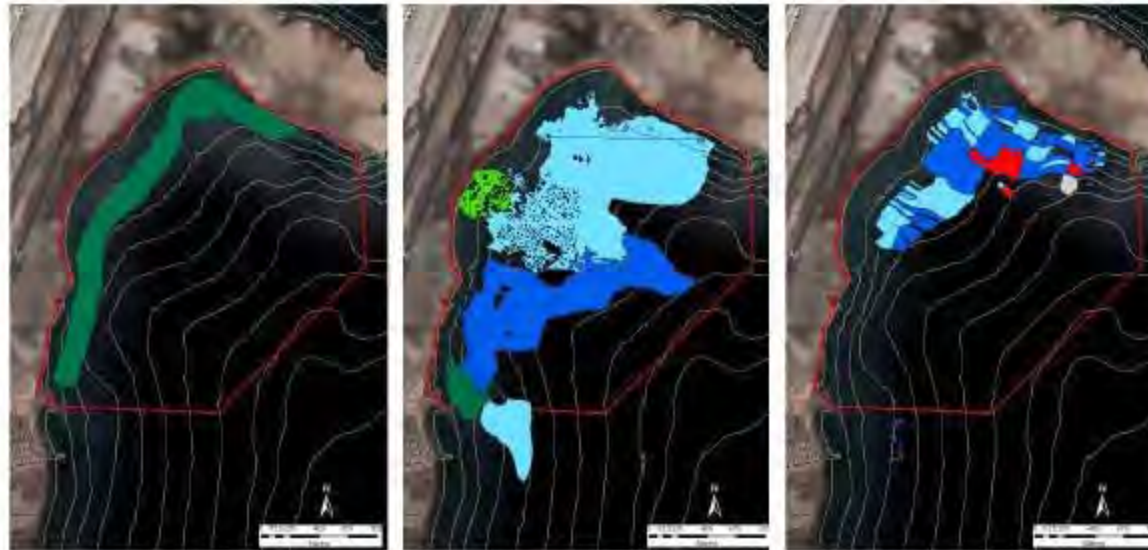
Profundidad media y cobertura



Análisis espacio-temporal de las praderas de *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson en la isla de Gran Canaria
 Jordi Martínez-Samper
 Máster en Gestión Costera-Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

OrtoExpress de Canarias 2009-2011
 Catálogo de servicios de la IDE de GRAFCAN-Gobierno de Canarias

ZEC Bahía de Gando

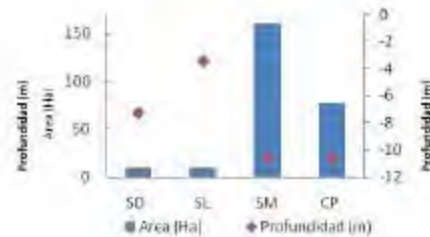
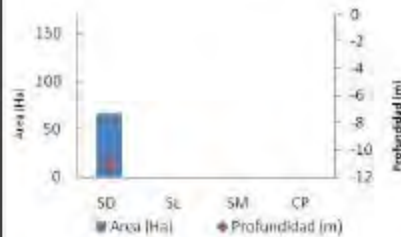


Profundidad media y cobertura

1984

2002

2011



Leyenda

Comunidades vegetales

- Sebadal
- Sebadal laxo
- Sebadal mixto
- Caulerpal

Comunidades vegetales 2011

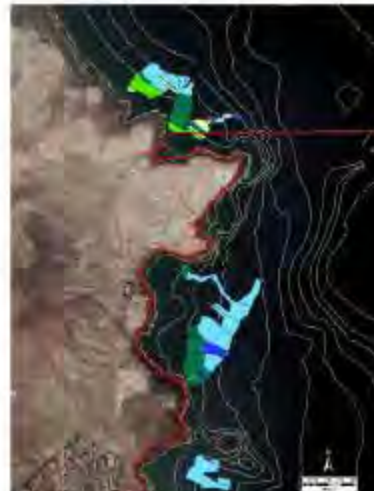
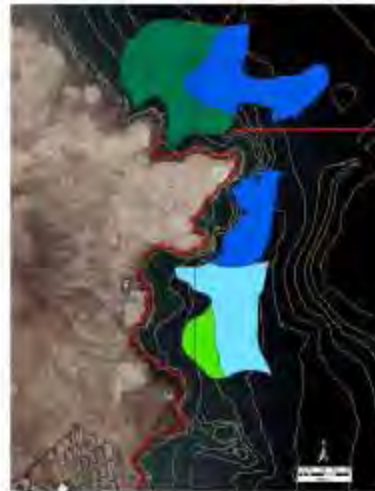
- Falta información
- Haces dispersos
- Caulerpa dispersa

- Batimetría
- ZEC

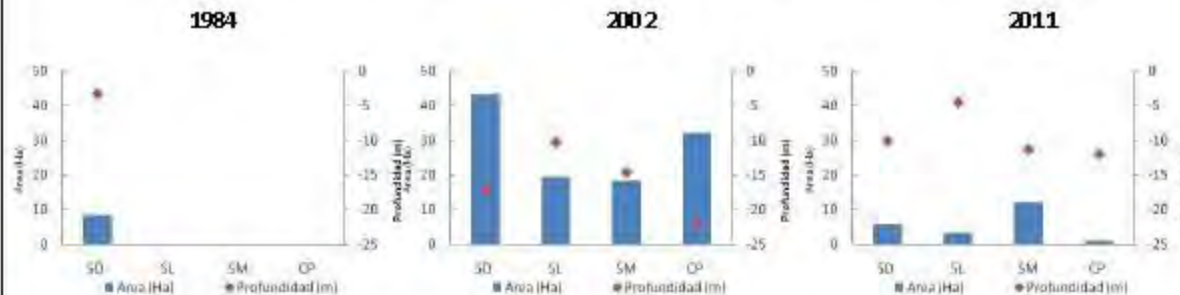
Análisis espacio-temporal de las praderas de *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson en la isla de Gran Canaria
 Jordi Martínez-Samper
 Máster en Gestión Costera-Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

OrtoExpress de Canarias 2009-2011
 Catálogo de servicios de la IDE de GRAFCAN-Gobierno de Canarias

ZEC Playa del Cabrón



Profundidad media y cobertura



Leyenda

Comunidades vegetales

- Sebadal
- Sebadal laxo
- Sebadal mixto
- Caulerpal

Comunidades vegetales 2011

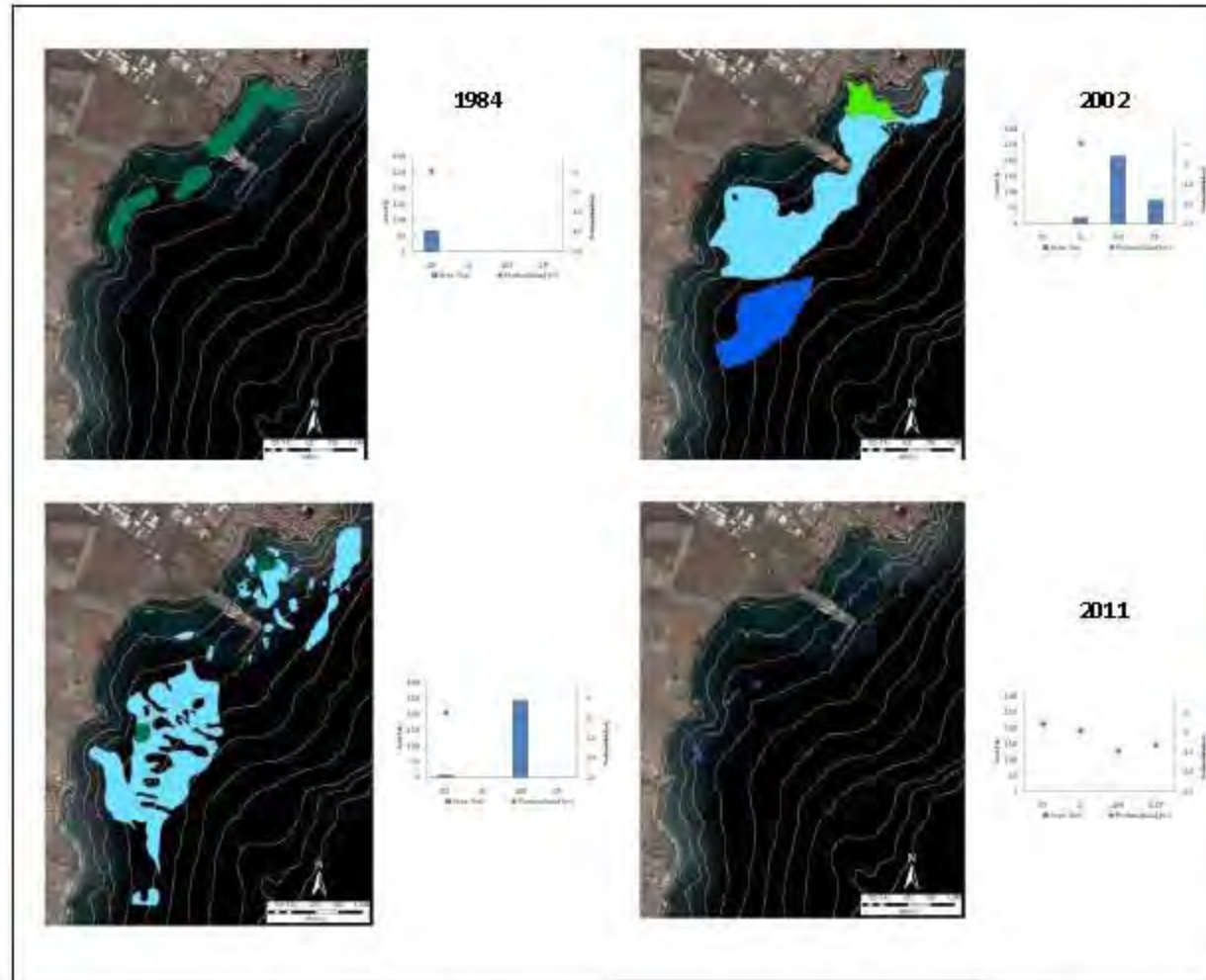
- Falta información
- Haces dispersos
- Caulerpa dispersa

- Batimetría
- ZEC

Análisis espacio-temporal de las praderas de *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson en la isla de Gran Canaria
 Jordi Martínez-Samper
 Máster en Gestión Costera-Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

OrtoExpress de Canarias 2009-2011
 Catálogo de servicios de la IDE de GRAFCAN-Gobierno de Canarias

Arinaga



Legenda

Comunidades vegetales

- Sebadal
- Sebadal laxo
- Sebadal mixto
- Caulerpal

Comunidades vegetales 2011

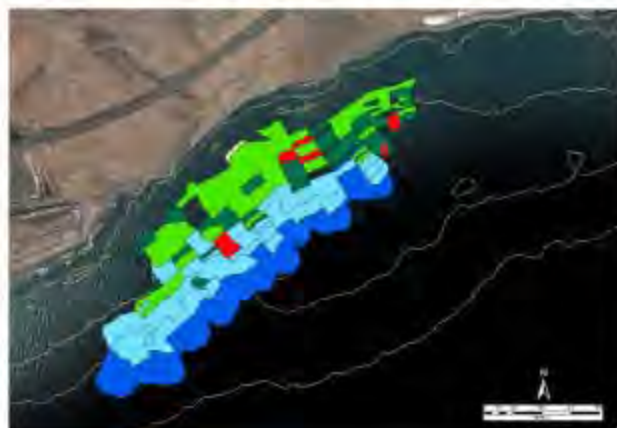
- Falta información
- Haces dispersos
- Caulerpa dispersa

- Batimetría
- ZEC

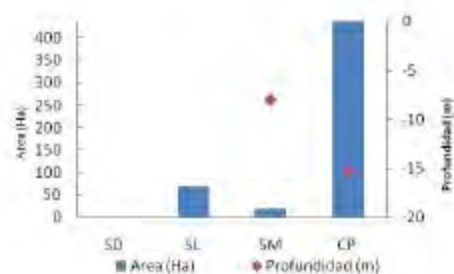
Análisis espacio-temporal de las praderas de *Cymodocea nodosa* (Ucria)
 Ascherson en la isla de Gran Canaria
 Jordi Martínez-Samper
 Máster en Gestión Costera-Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

OrtoExpress de Canarias 2009-2011
 Catálogo de servicios de la IDE de
 GRAFCAN-Gobierno de Canarias

Juncalillo del Sur

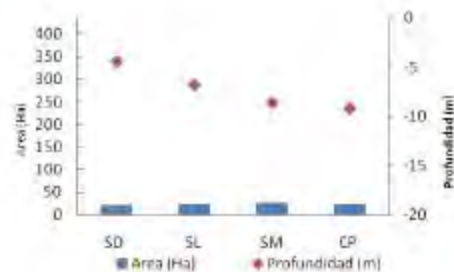


2002



Profundidad media y cobertura

2011



Legenda

Comunidades vegetales

- Sebadal
- Sebadal laxo
- Sebadal mixto
- Caulerpal

Comunidades vegetales 2011

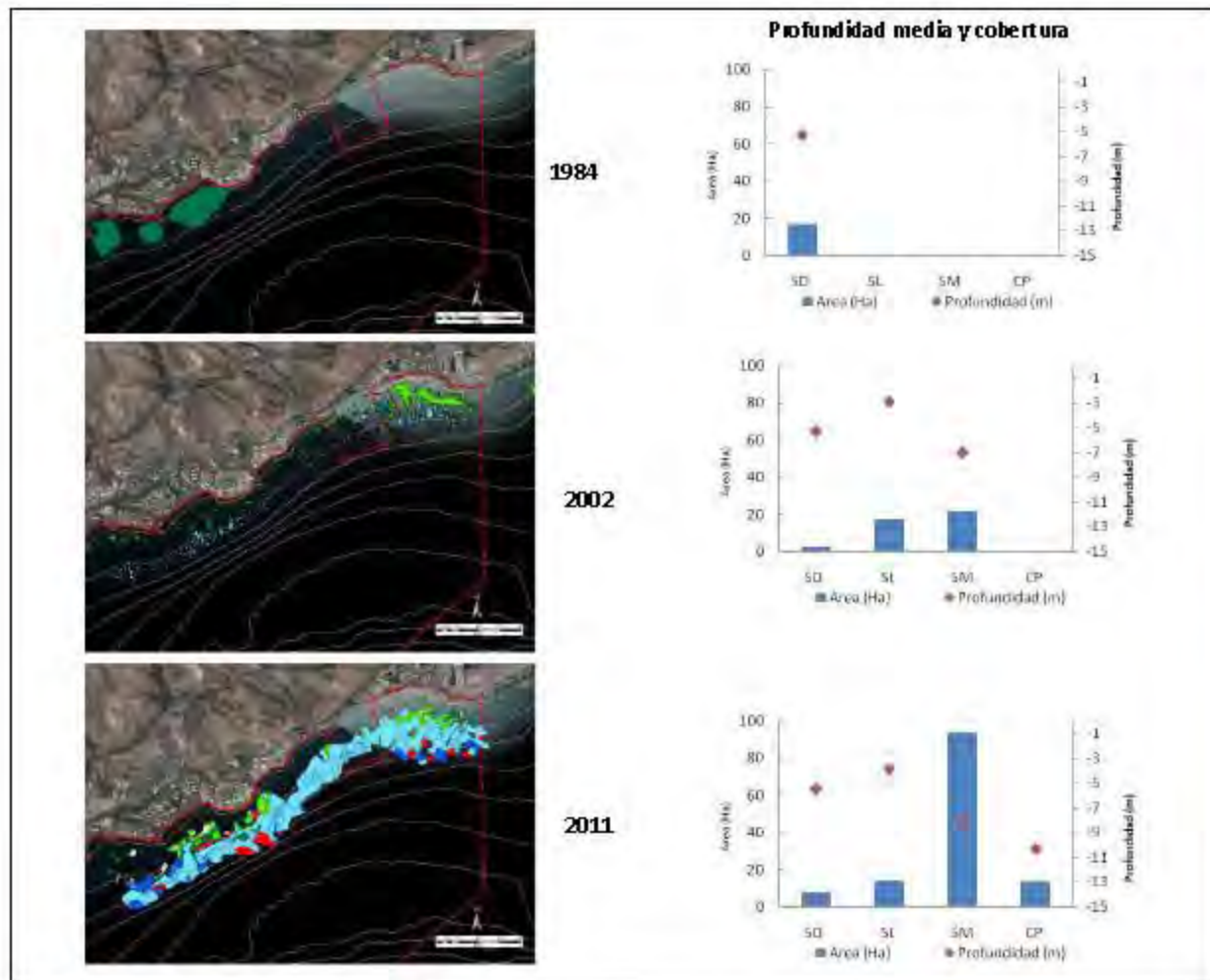
- Falta información
- Haces dispersos
- Caulerpa dispersa

- Batimetría
- ZEC

Análisis espacio-temporal de las praderas de *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson en la isla de Gran Canaria
 Jordi Martínez-Samper
 Máster en Gestión Costera-Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

OrtoExpress de Canarias 2009-2011
 Catálogo de servicios de la IDE de
 GRAFCAN-Gobierno de Canarias

ZEC Sebadales del Inglés (Bahía Feliz-San Agustín)



Legenda

Comunidades vegetales

- Sebadal
- Sebadal laxo
- Sebadal mixto
- Caulerpal

Comunidades vegetales 2011

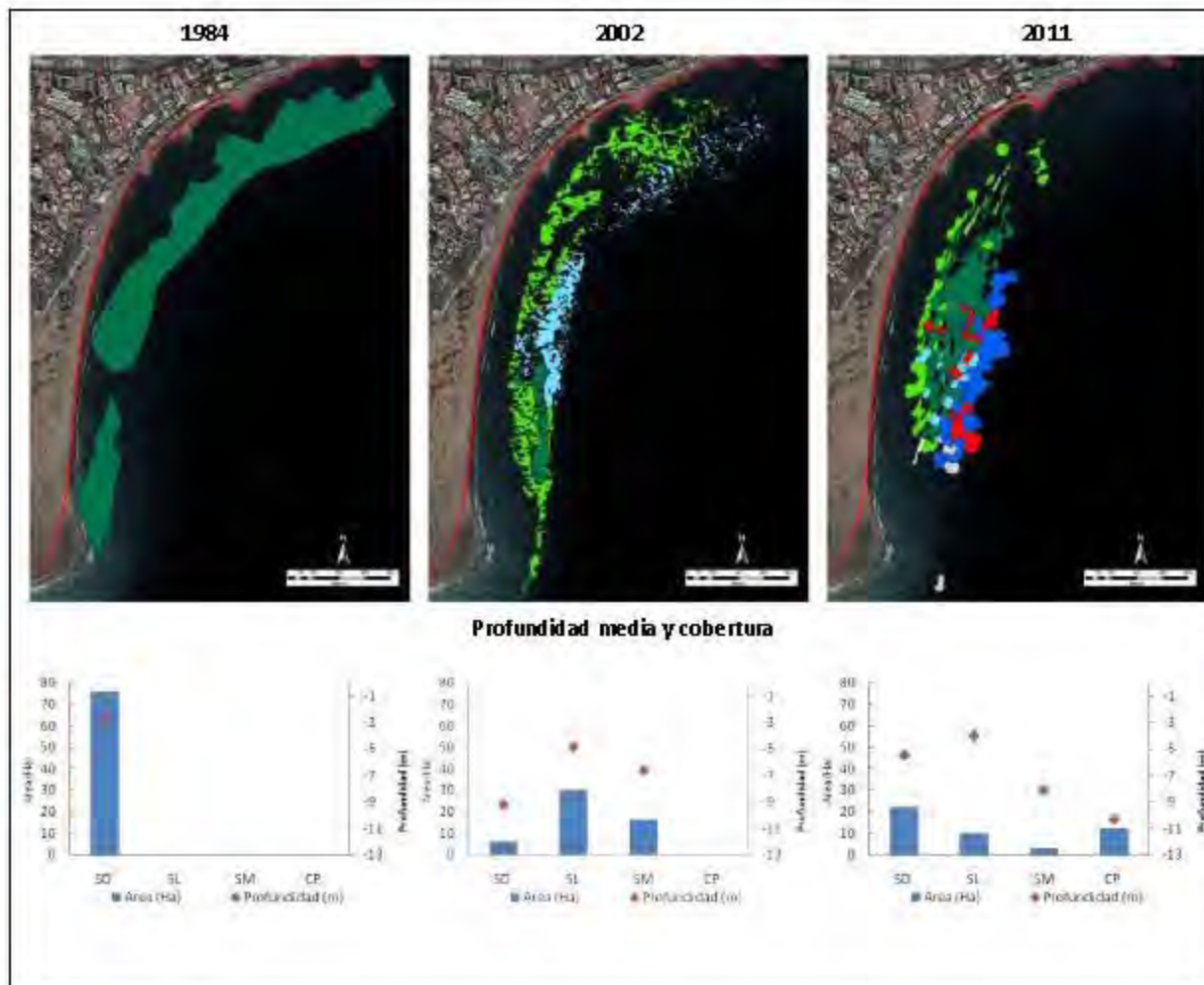
- Falta información
- Haces dispersos
- Caulerpa dispersa

- Batimetría
- ZEC

Análisis espacio-temporal de las praderas de *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson en la isla de Gran Canaria
 Jordi Martínez-Samper
 Máster en Gestión Costera-Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

OrtoExpress de Canarias 2009-2011
 Catálogo de servicios de la IDE de GRAFCAN-Gobierno de Canarias

ZEC Sebadales del Inglés (Playa del Inglés)



Leyenda

Comunidades vegetales

- Sebadal
- Sebadal laxo
- Sebadal mixto
- Caulerpal

Comunidades vegetales 2011

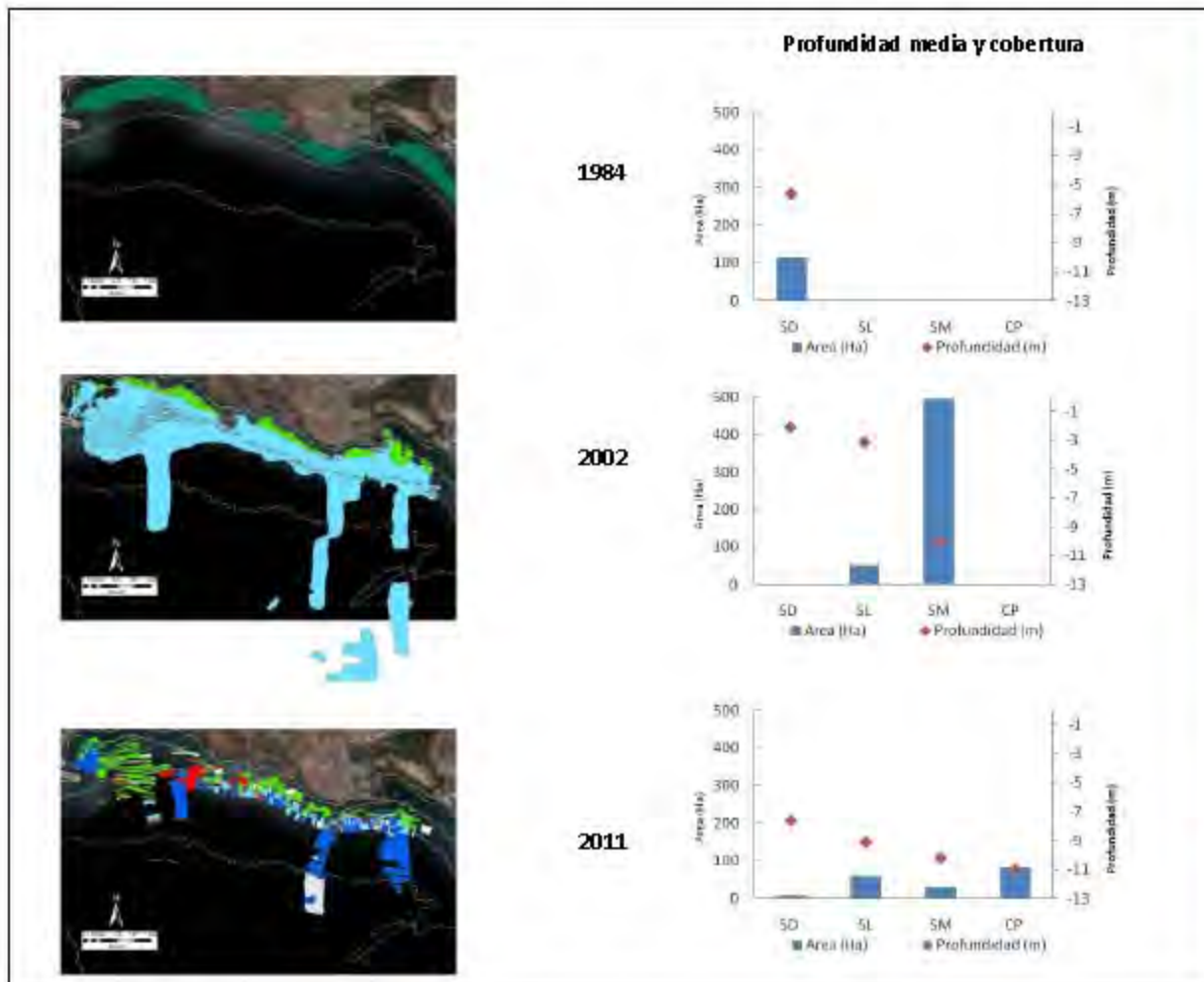
- Falta información
- Hazes dispersos
- Caulerpa dispersa

- Batimetría
- ZEC

Análisis espacio-temporal de las praderas de *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson en la isla de Gran Canaria
 Jordi Martínez-Samper
 Máster en Gestión Costera-Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

OrtoExpress de Canarias 2009-2011
 Catálogo de servicios de la IDE de GRAFCAN-Gobierno de Canarias

ZEC Franja marina de Mogán



Legenda

Comunidades vegetales

- Sebadal
- Sebadal laxo
- Sebadal mixto
- Caulerpal

Comunidades vegetales 2011

- Falta información
- Haces dispersos
- Caulerpa dispersa

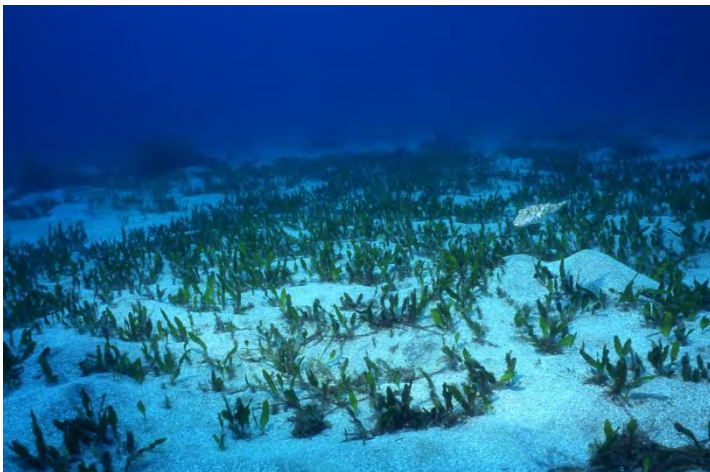
- Batimetría
- ZEC

Análisis espacio-temporal de las praderas de *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson en la isla de Gran Canaria
 Jordi Martínez-Samper
 Máster en Gestión Costera-Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

OrtoExpress de Canarias 2009-2011
 Catálogo de servicios de la IDE de GRAFCAN-Gobierno de Canarias

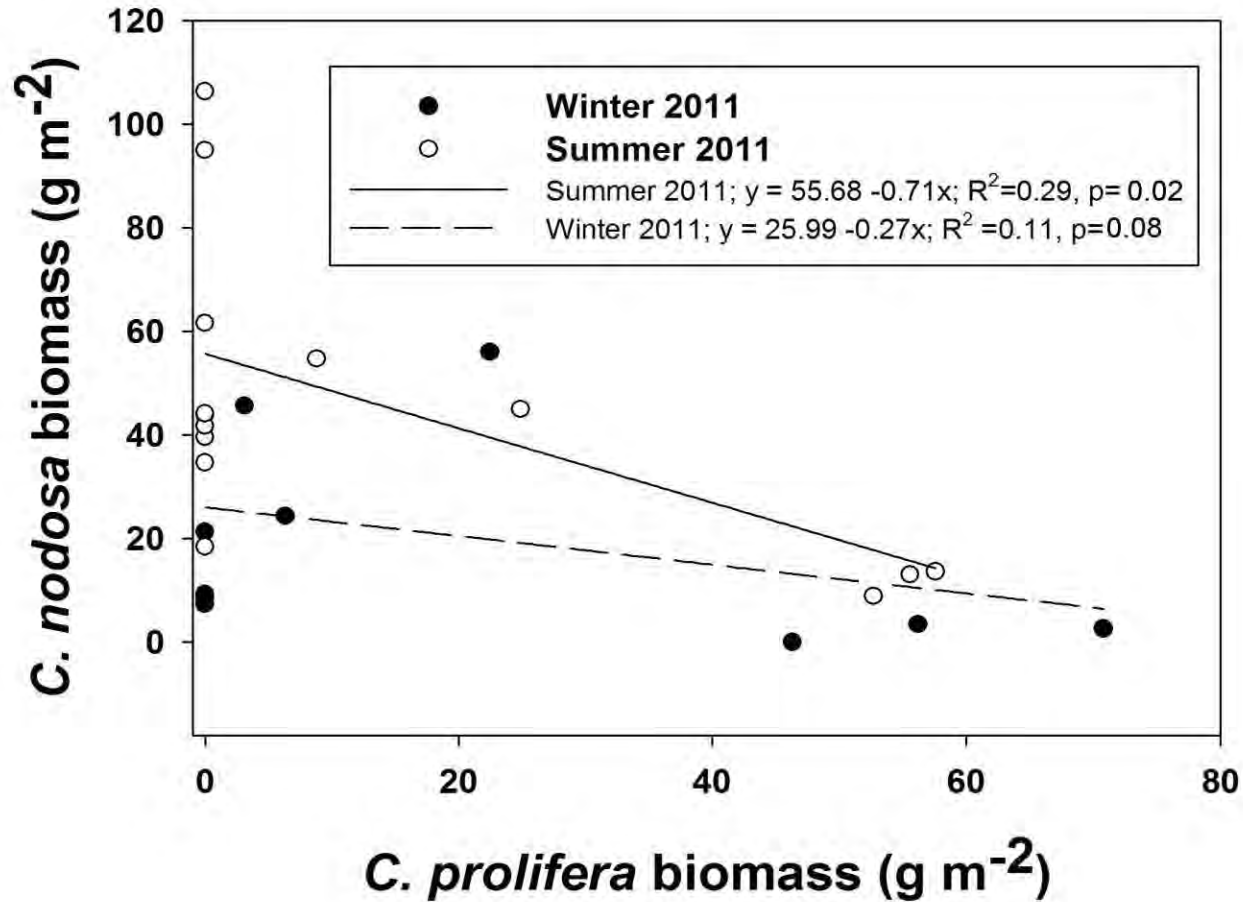
¿Conclusiones de estos 3 estudios?

(i) Tendencia regresiva, menos acusada en ENP (ZECs)



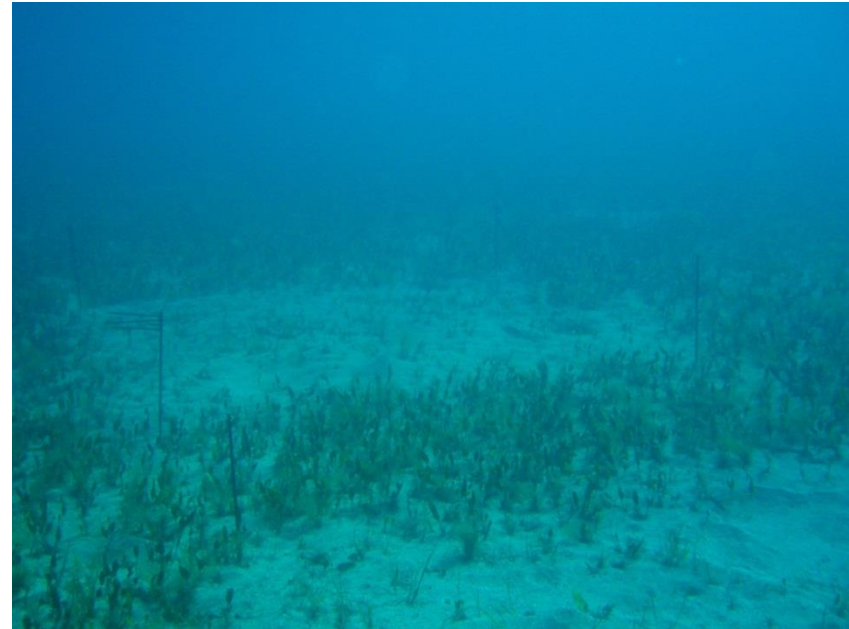
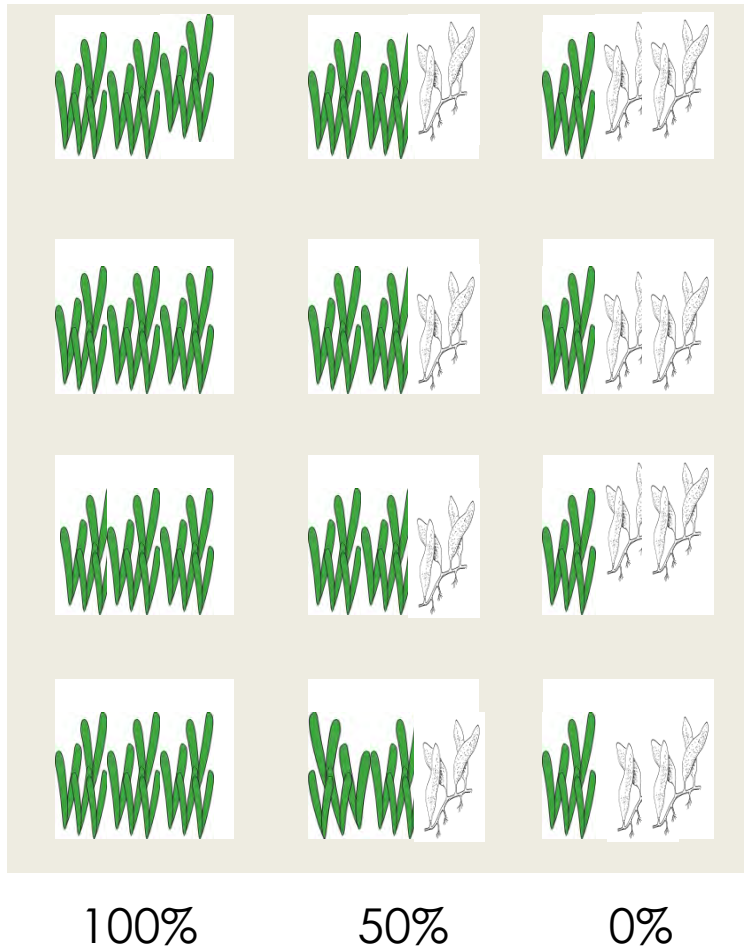
(ii) Aumento de la presencia del alga verde *C. prolifera*

Correlativamente



16 praderas de GC; Tuya et al. 2013, Aq. Bot (in press)

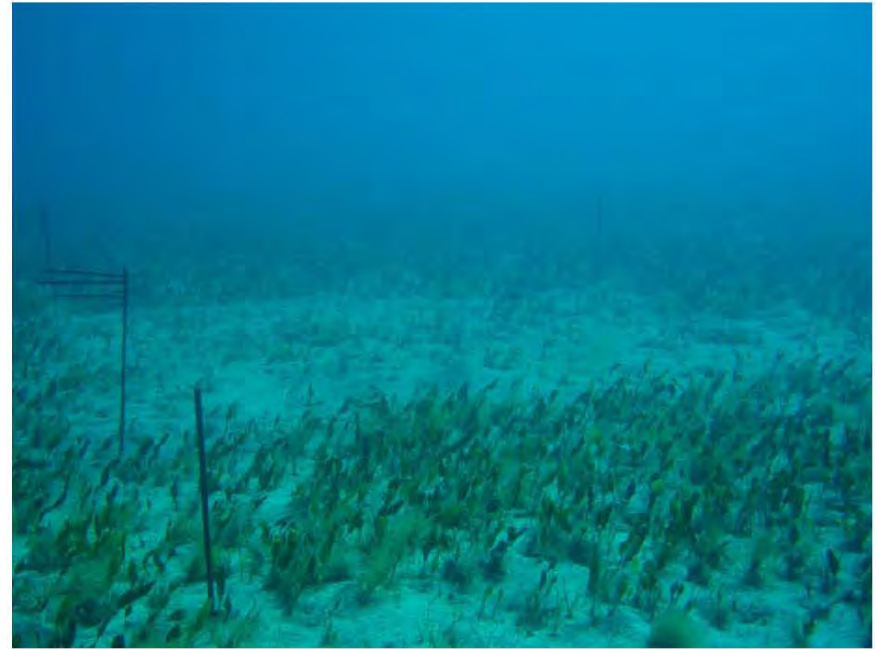
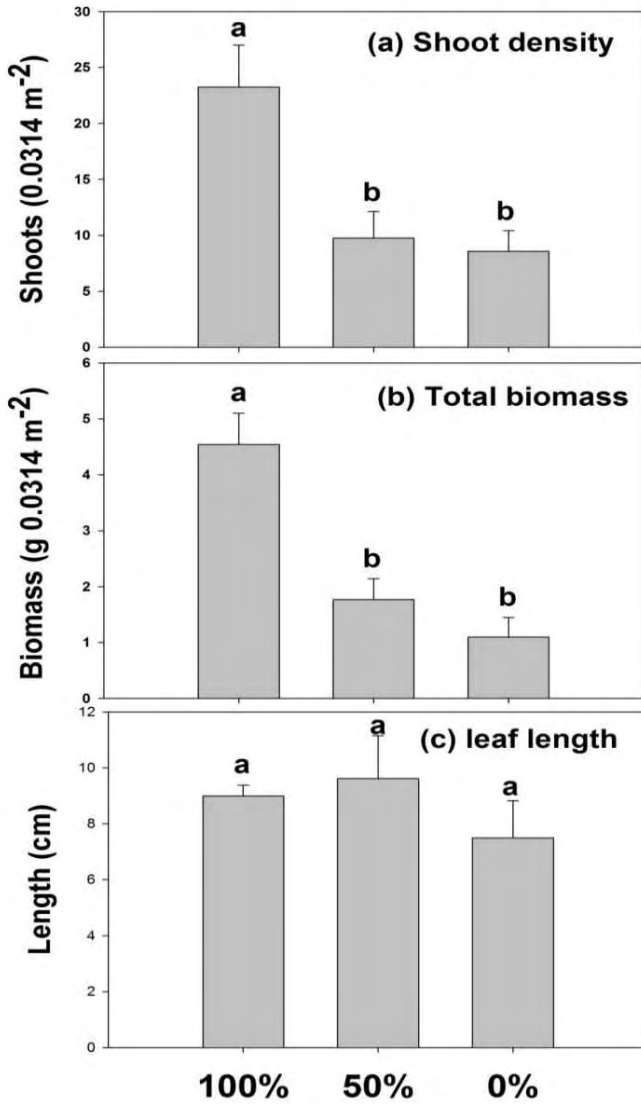
Experimentalmente



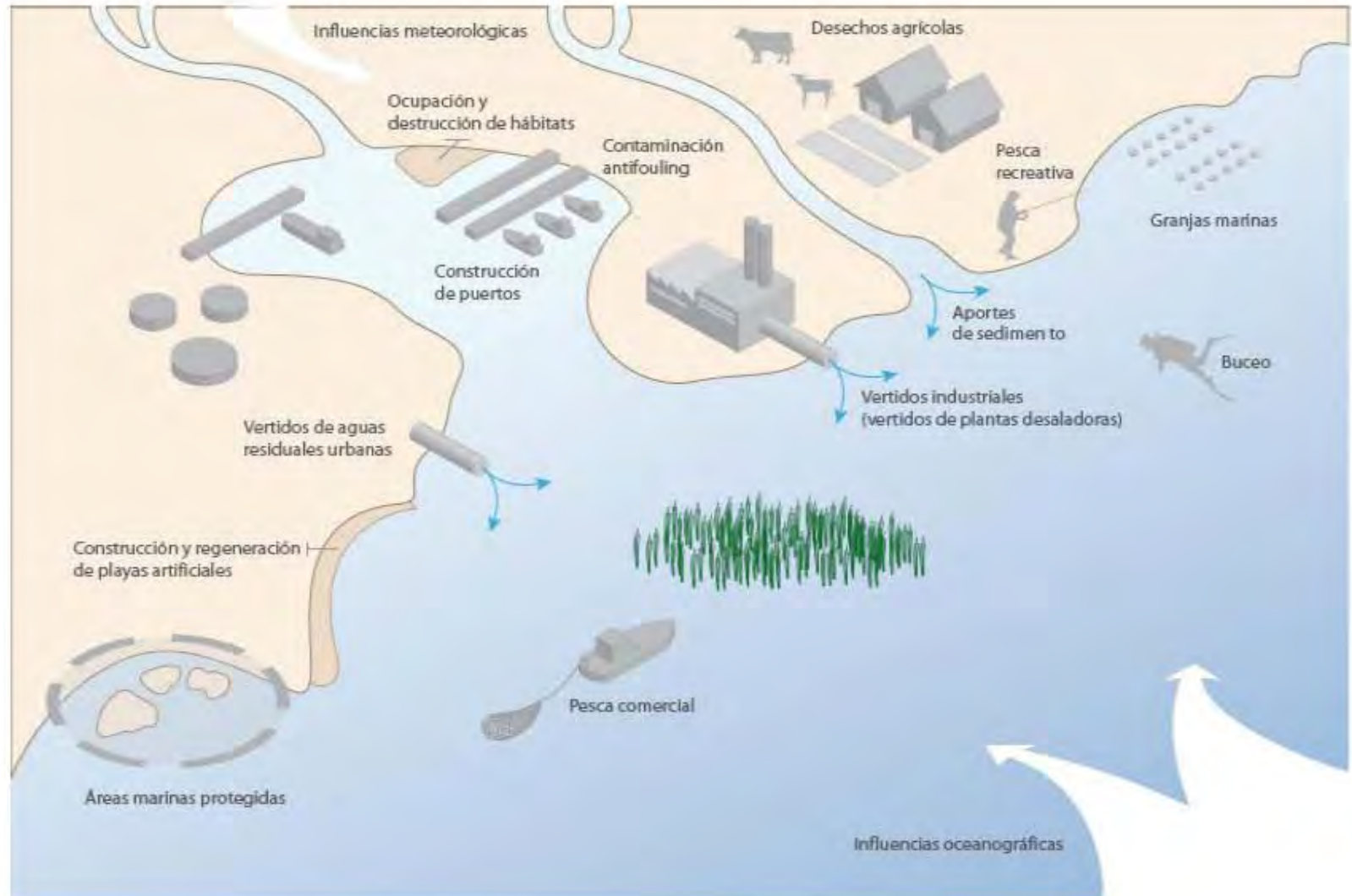
Cymodocea nodosa



Caulerpa prolifera



(4) Afecciones (impactos) sobre praderas de *C. nodosa*

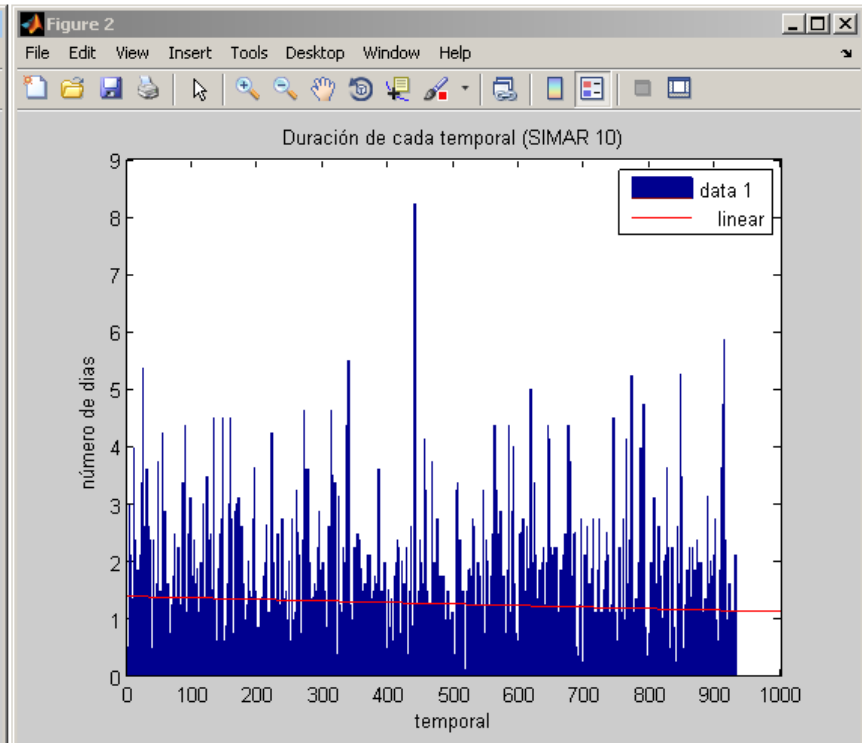
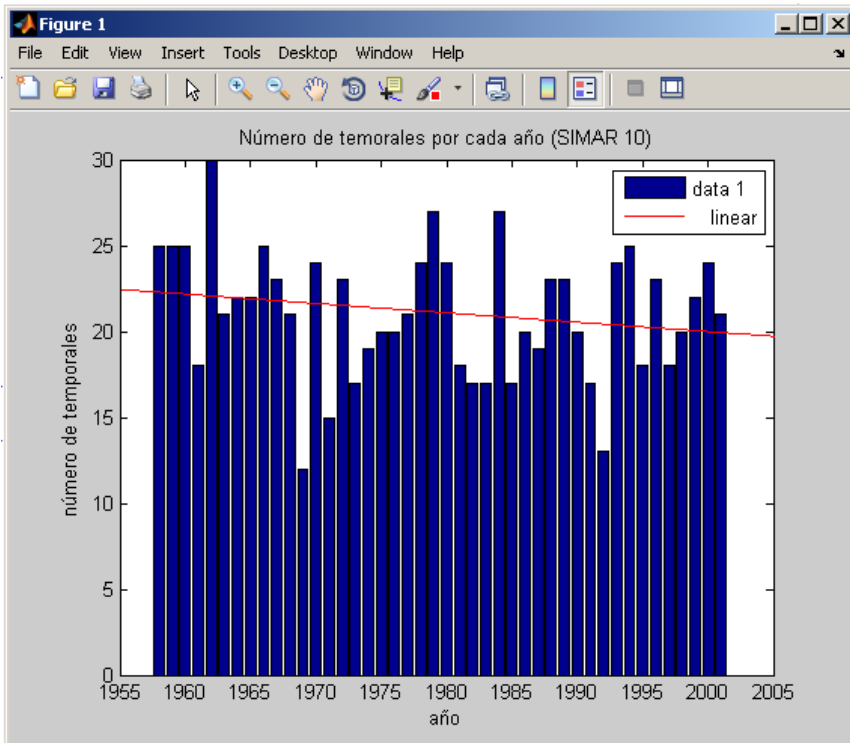


Impactos antrópicos

- **Obras marítimas:** destrucción directa del hábitat, pero además pueden causar:
- **Cambios en la dinámica sedimentaria:** enterramiento
- **↑ Turbidez del agua y reducción lumínica,** además causados por otras afecciones:
- **Jaulas de engorde** de acuicultura: eutrofización
- **Vertidos de aguas residuales:** eutrofización
- **Vertidos de salmuera:** acidificación + toxicidad de productos asociados (2-metil sulfito)
- **Fondeos de embarcaciones**
- Cambio global: **calentamiento** del agua/introducción de **especies exóticas**

Impactos naturales

- Tormentas/temporales/mar de fondo
- Escorrentías
- Herbivoría
- Competencia con otros vegetales (siempre bajo escenarios ambientales “naturales”)

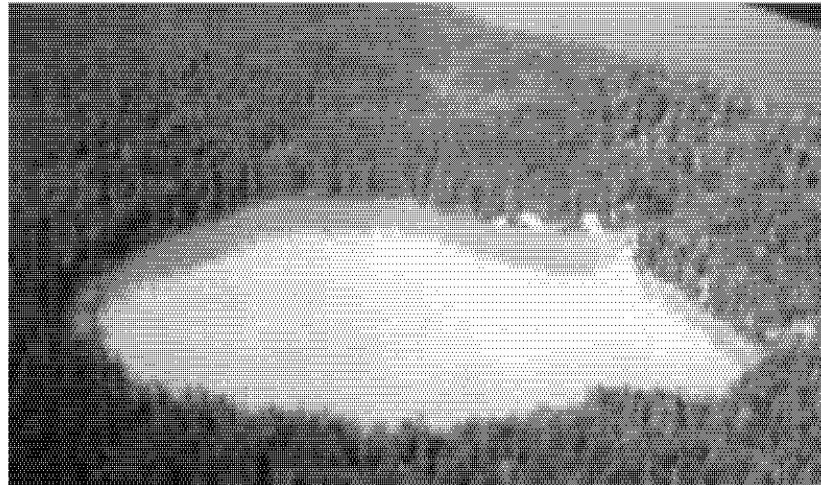


Eutrofización/fertilización: reducción en la calidad del agua

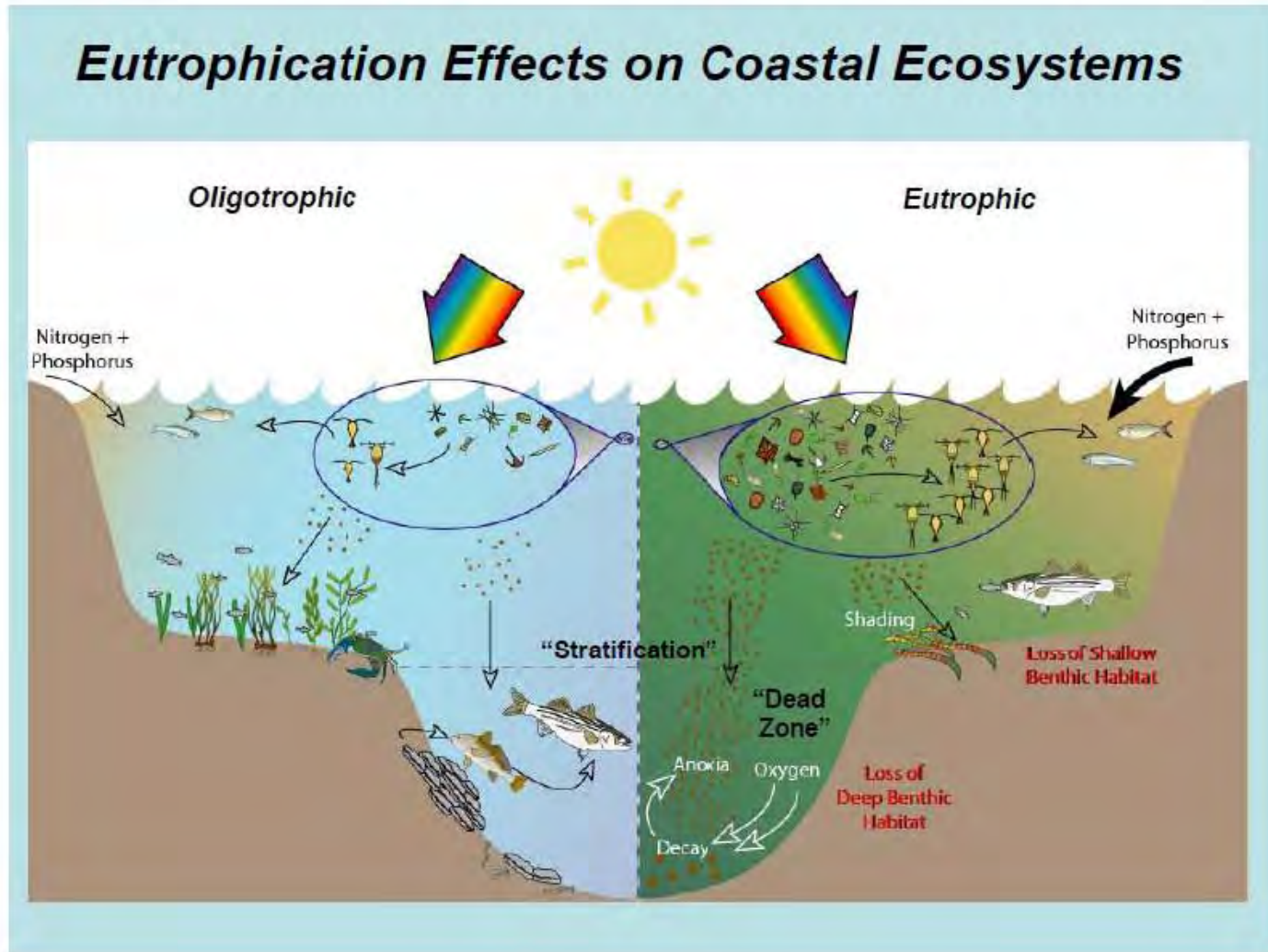
Before Eutrophication



After Eutrophication

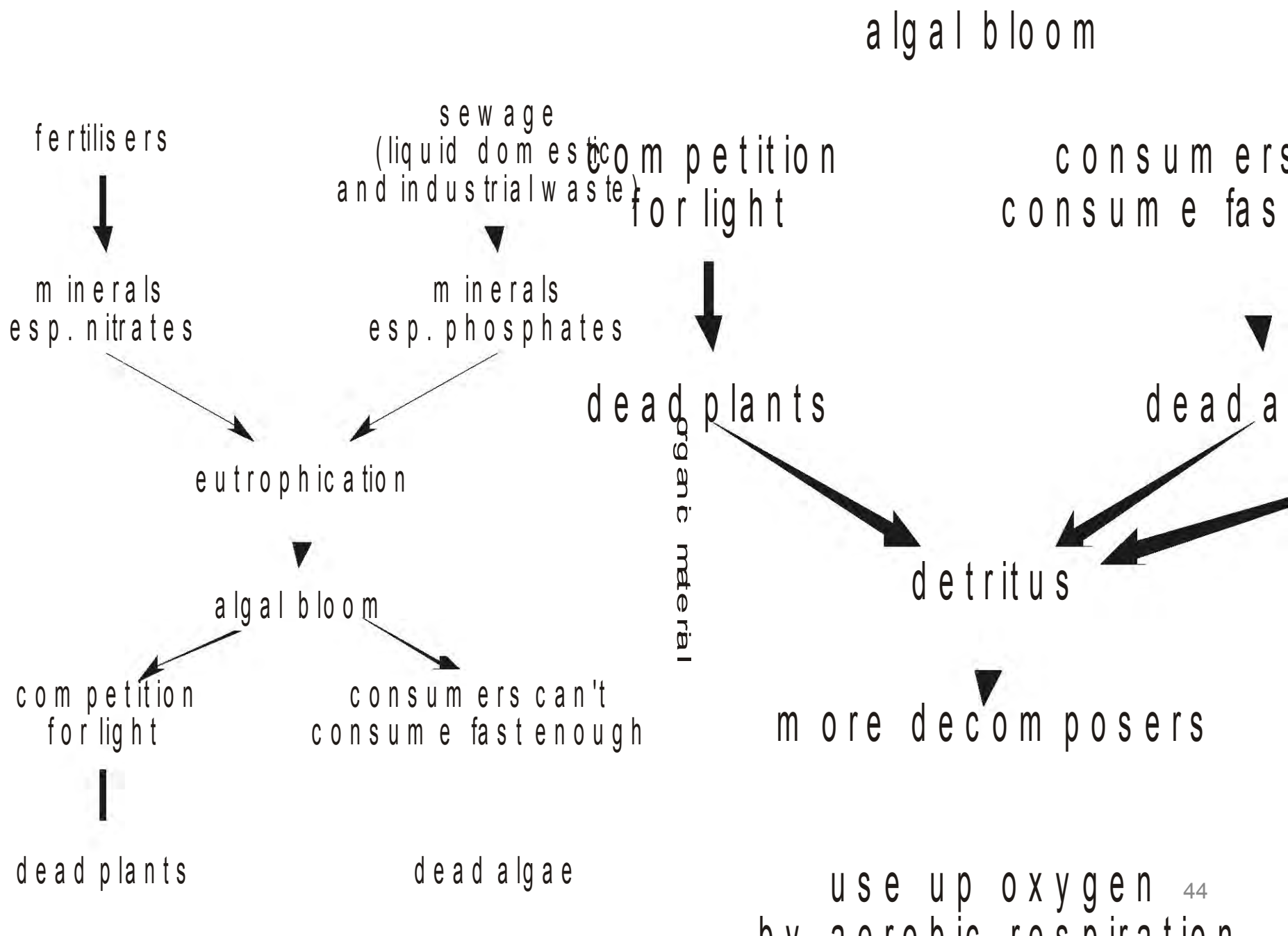


Eutrofización/fertilización: aumento en nutrientes (degradación en la calidad del agua)



Emisarios, descargas industriales (puertos), escorrentía (natural y antrópica, incluyendo productos agrícolas), deposición atmosférica, etc.

Eutrofización/fertilización: sucesión de eventos



**Desde pequeñas lagunas de forma natural o antrópica
(p.e. charca Maspalomas) a mares...**



Mar de Azov



Firefox | Un vertido de aguas fecales provoca el cierre...

www.laprovincia.es/gran-canaria/2013/04/26/vertido-aguas-fecales-provoca-cierre-bano-parte-playa-ingles/227835.html

www.laprovincia.es

LA PROVINCIA

DIARIO DE LAS PALMAS

Islas Actualidad Deportes Economía Opinión Ocio Vida y Estilo Comunidad Multimedia Servicios

Las Palmas 23 / 13° Arrecife 22 / 13° P. Rosario 22 / 13°

Tus clientes potenciales te están buscando

Un vertido de aguas fecales provoca el cierre al baño de parte de Playa del Inglés

La rotura de la red que lleva los residuos hacia el Suroeste obliga a usar el emisario de la prisión de Juan Grande

20/04/2013 | 02:00

ML Pino Pérez El Ayuntamiento de San Bartolomé de Tirajana se vio obligado ayer a cerrar un tramo de Playa de Inglés tras aparecer vertidos fecales en el mar. La zona en la que desde las cinco y media de la tarde quedó prohibido el baño de forma preventiva, es la que va desde el kiosco número cinco hasta la misma punta de Maspalomas, y vienen a significar unos seiscientos metros lineales, según señaló el concejal de Cuidado del Litoral de este municipio, José Carlos Alemo.

Ver Galería

Un vertido de aguas fecales provoca el cierre al baño de parte de Playa del Inglés

www.laprovincia.es

LA PROVINCIA

DIARIO DE LAS PALMAS

Síguenos en: f t p g+

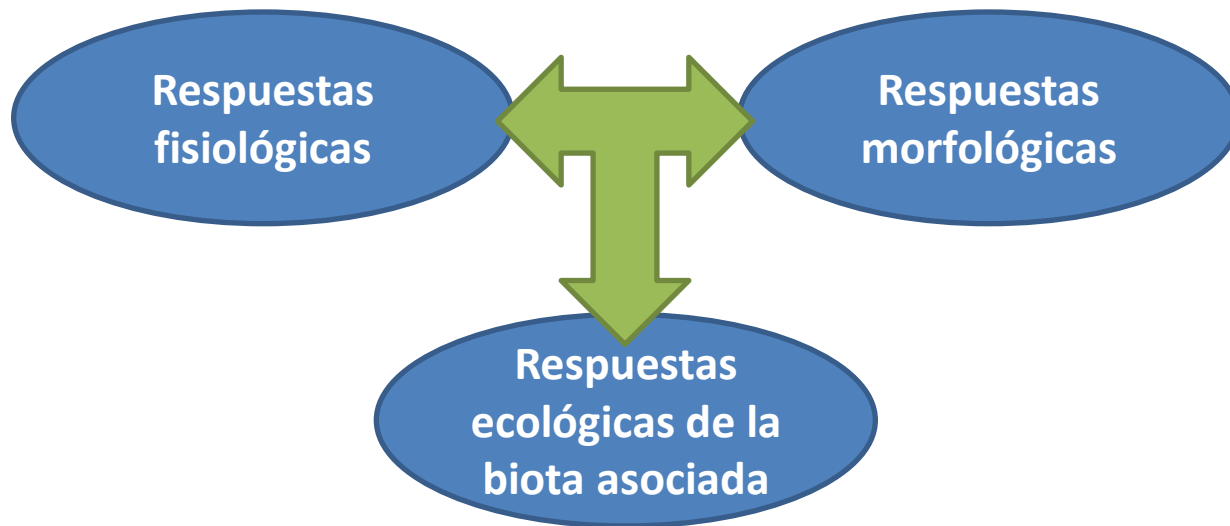
CELEBR

TERRAMOLL

POEMONTERA

(i) Respuesta de *C. nodosa* y su biota a cambios en las cargas de nutrientes: ¿modula la conexión clonal las respuestas?

Analizar la respuesta de *C. nodosa* y su biota a distintos escenarios de cargas de nutrientes en la columna de agua, determinando si las respuestas pueden estar **moduladas por la conexión clonal** de la planta; mecanismo que podría amortiguar el impacto de estresores ambientales sobre la planta.



Tratamientos experimentales: cargas de nutrientes



++NiPi: Oscomocote© (n=8) ('large')

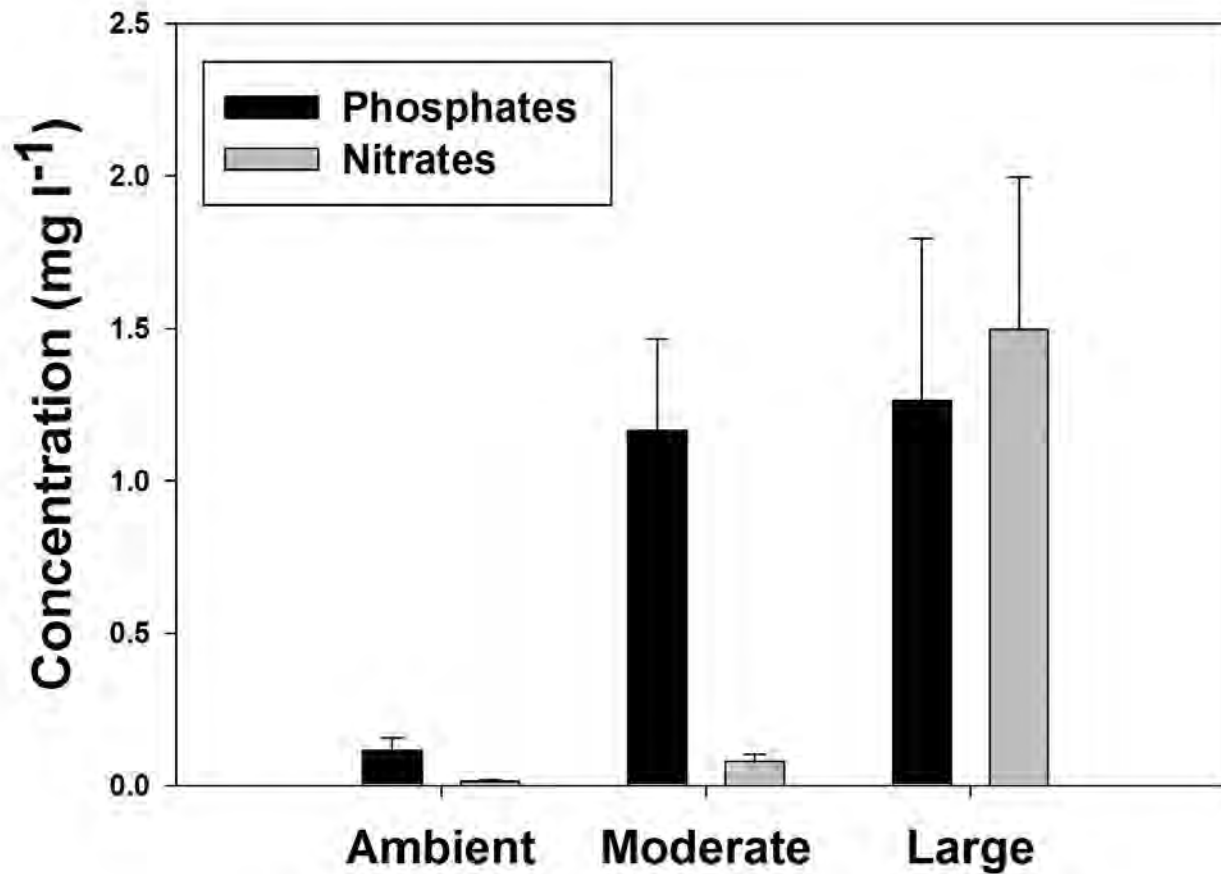


+NiPi : Oscomocote © (n=8) ('moderate')



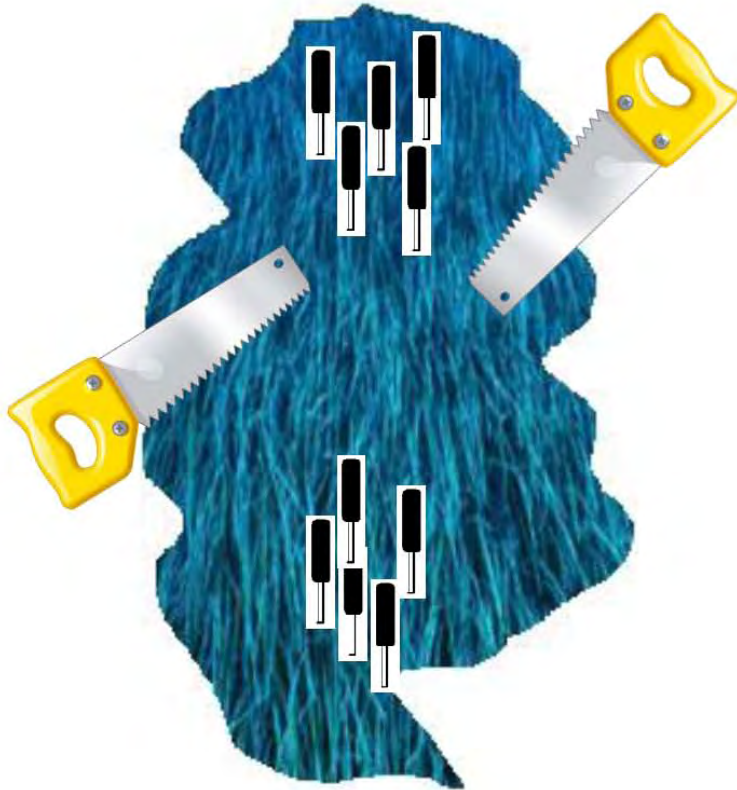
'Placebos' (n=8) ('ambient')

Eficacia del enriquecimiento

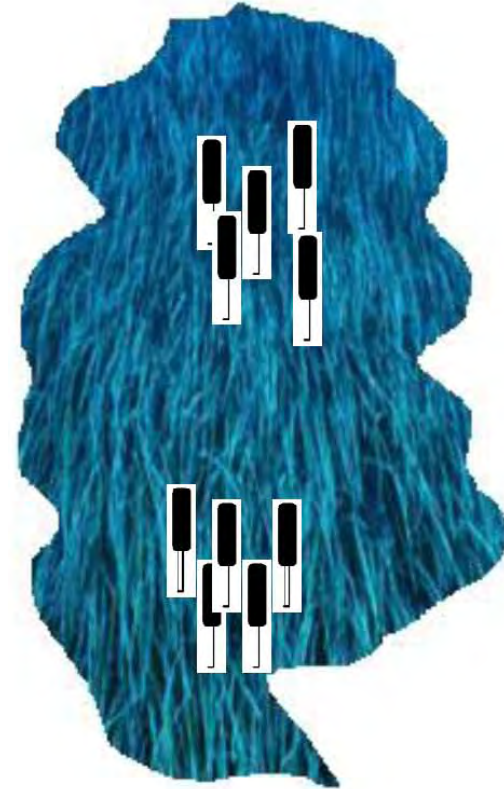


Promedios de 3 días (inmediatamente previo al reemplazo de nutrientes)

Efecto de la conexión clonal de la planta



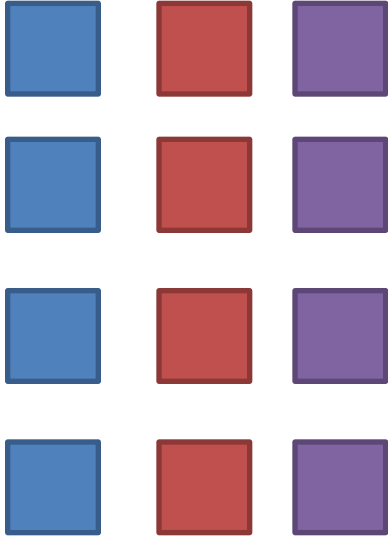
- Conexión Clonal



+ Conexión Clonal

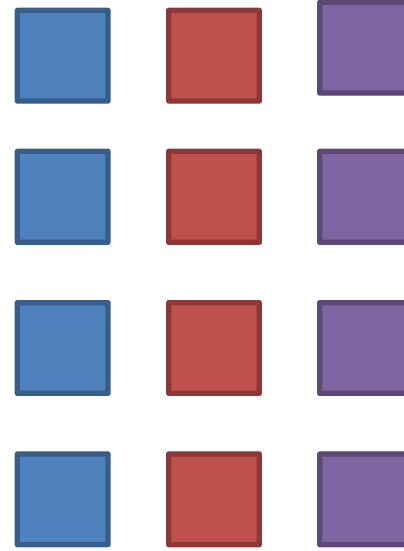
Distribución de parcelas experimentales

++NiPi +NiPi Placebo



- Conexión Clonal

++NiPi +NiPi Placebo



+ Conexión Clonal

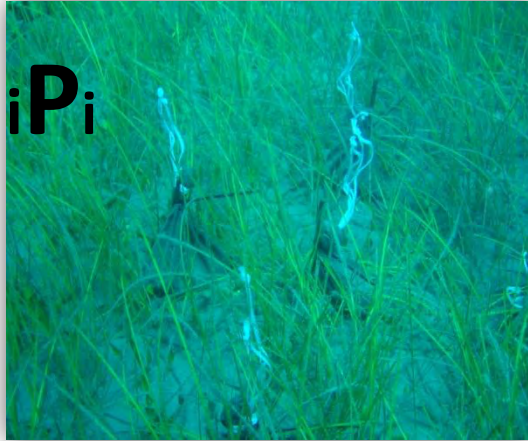
Evolución en el tiempo

t_0

$t = 2$ meses

$t = 4$ meses

++NiPi



'Placebo'

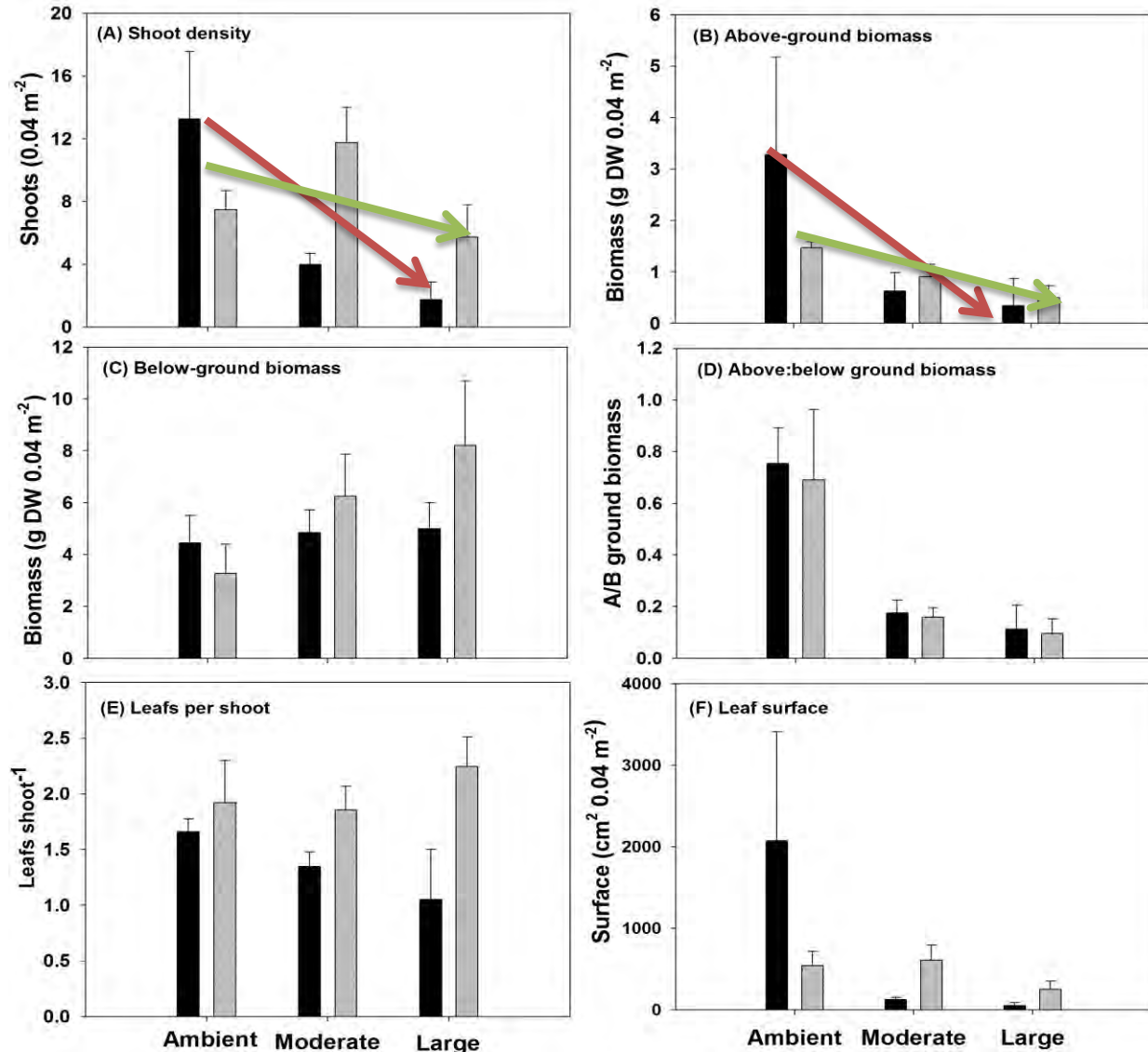


Respuestas morfológicas

La conexión clonal modula las respuestas morfológicas ante distintos escenarios de cargas de nutrientes

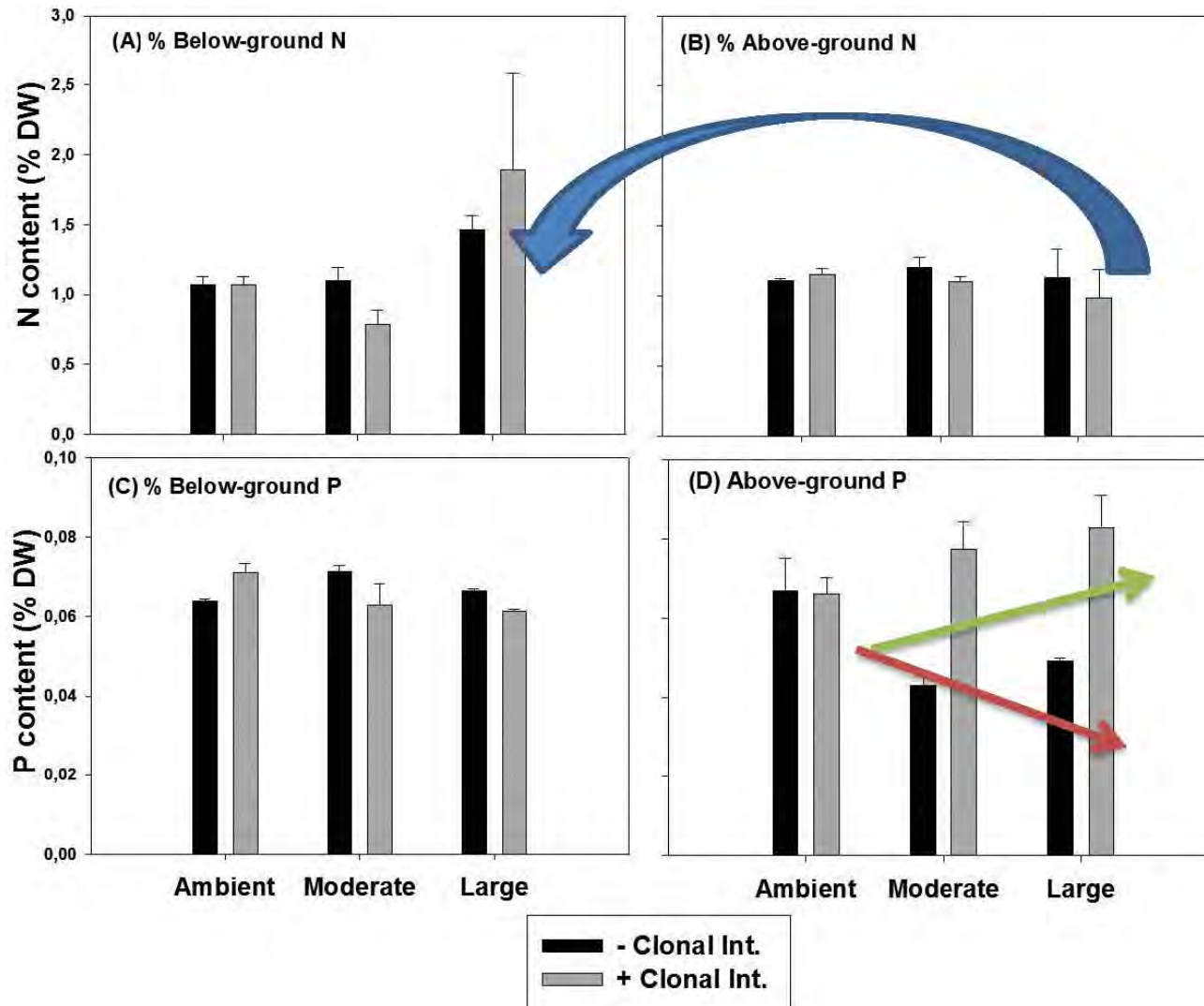
Caída de la biomasa foliar/densidad de haces con la eutrofización fue más acentuada donde se cortó la conexión clonal

C. nodosa empleó las reservas energéticas de haces adyacentes para enfrentarse al stress

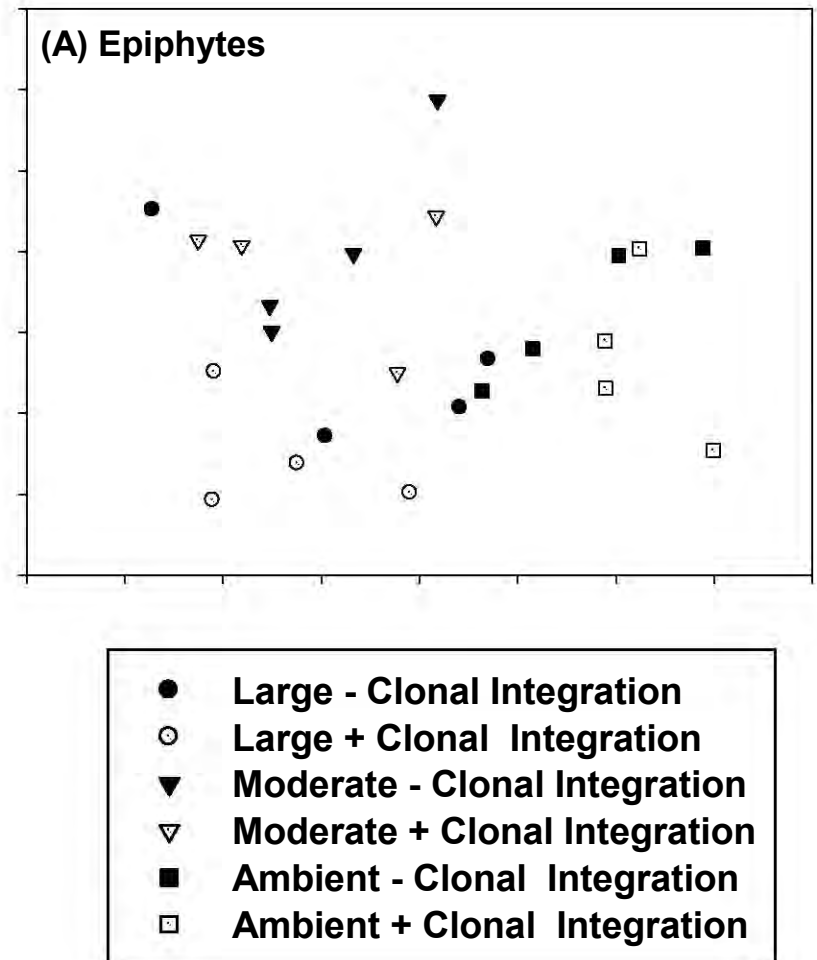
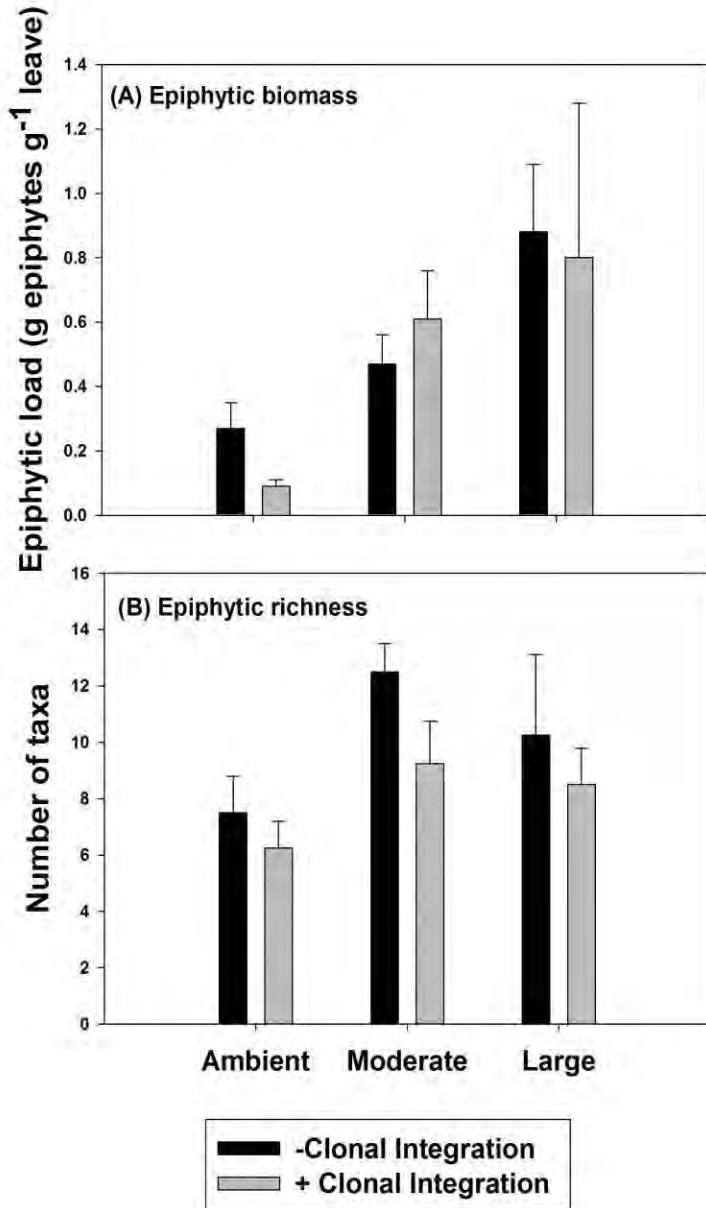


- Clonal integration
 + Clonal integration

Respuestas fisiológicas: metabolismo del N y P

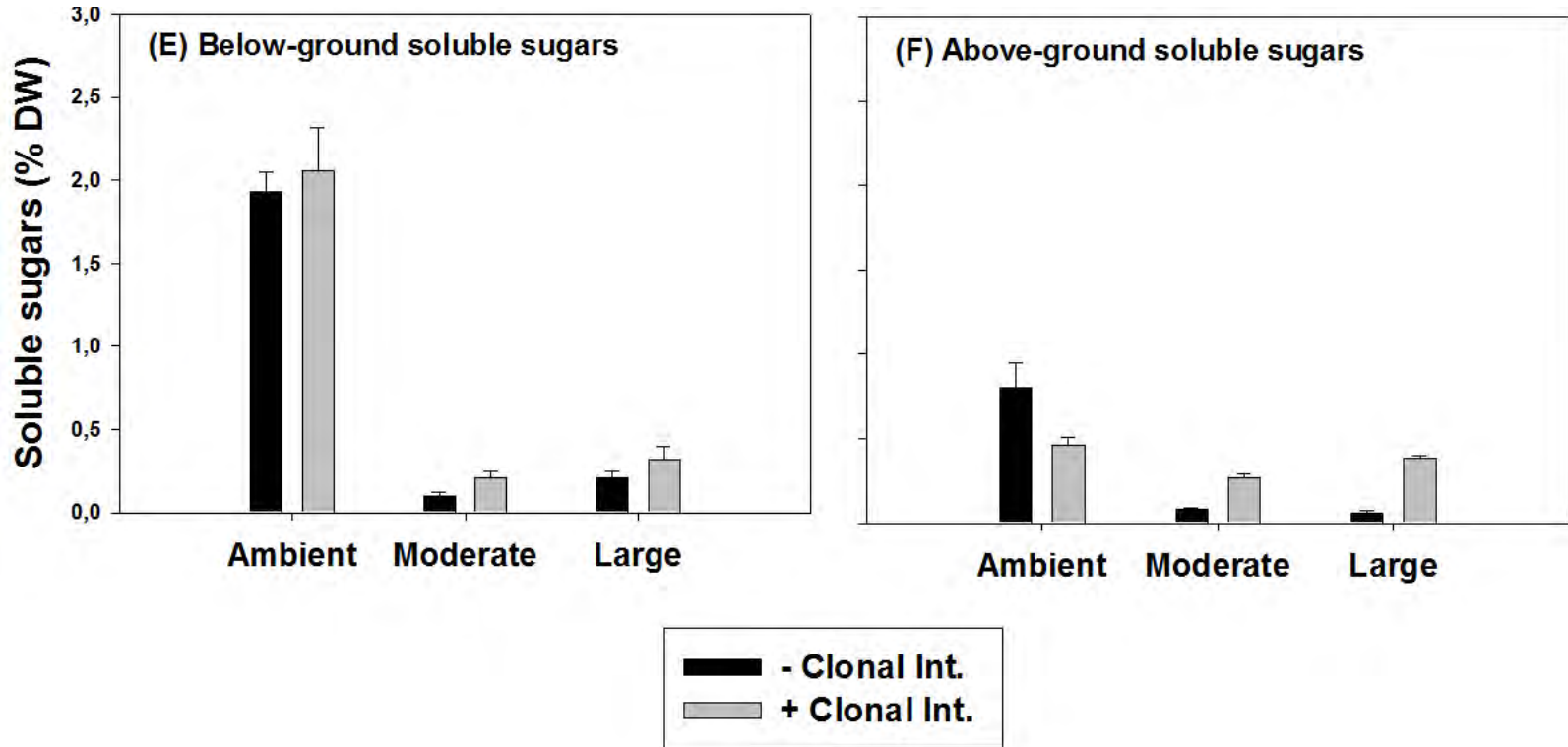


Epífitos



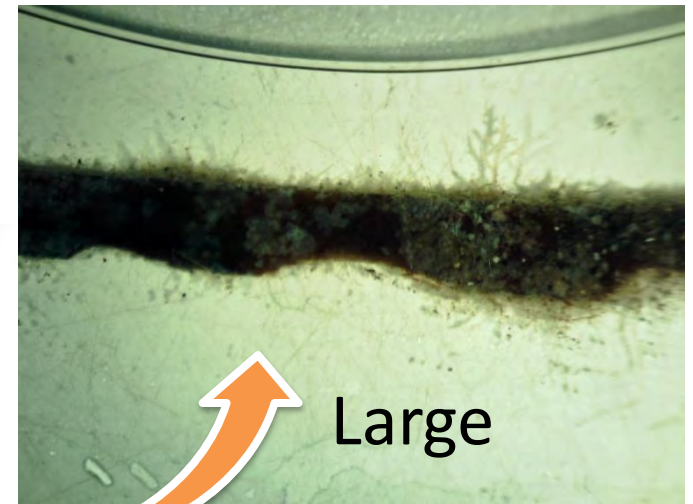
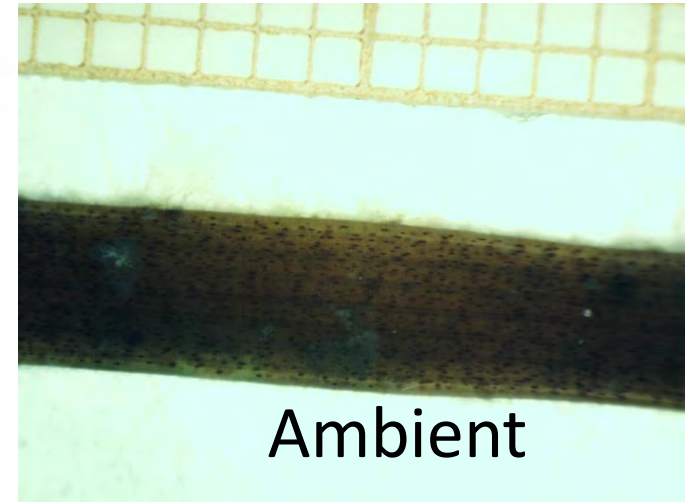
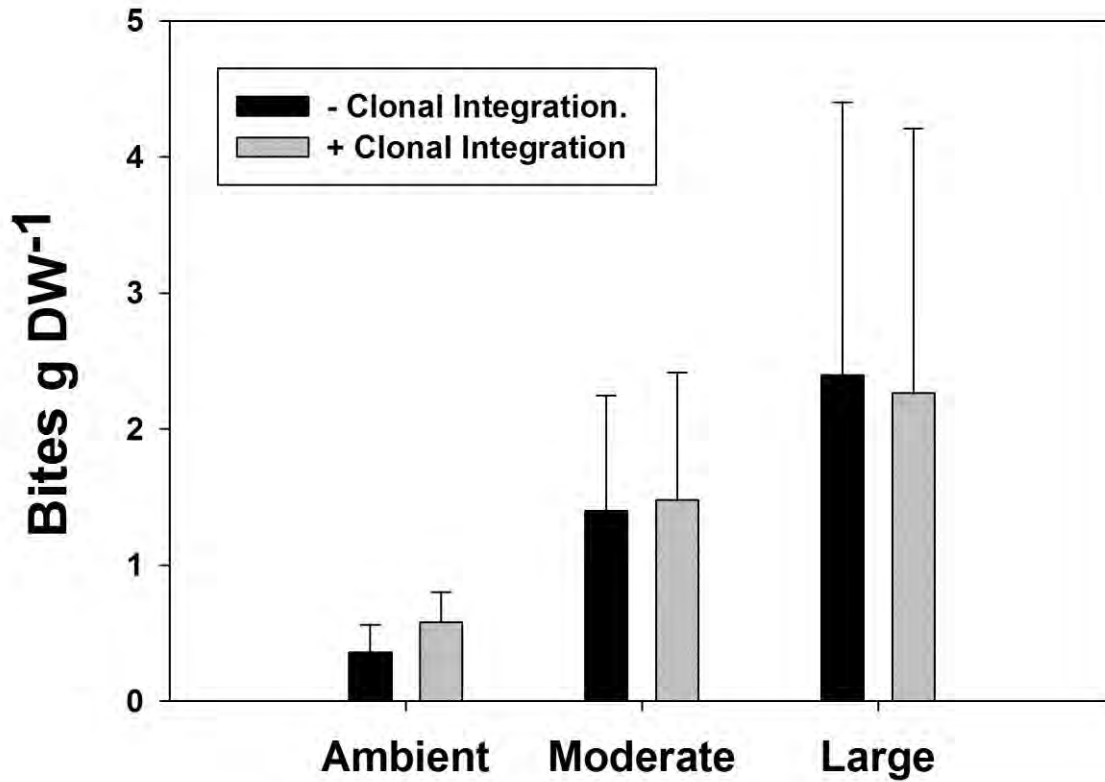
reducción en la cantidad de luz q llega al aparato fotosintético de la planta

Respuestas fisiológicas: contenido en azúcares solubles (no estructurales)

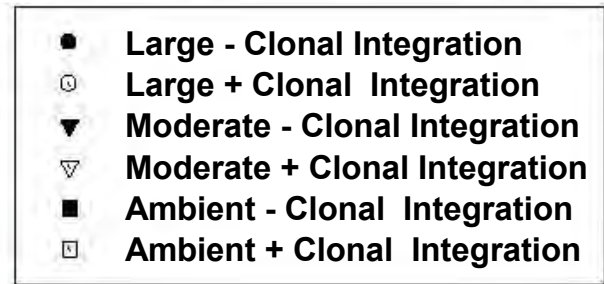
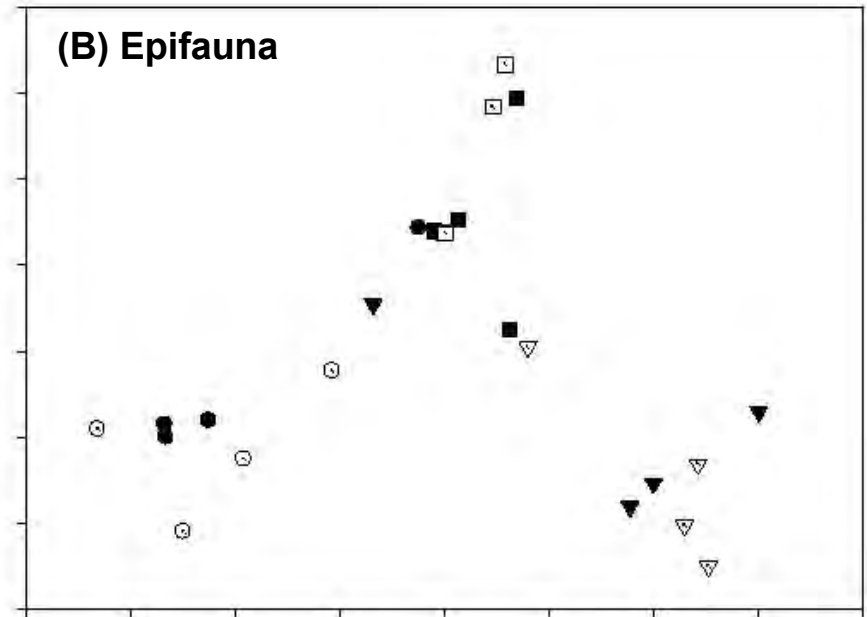
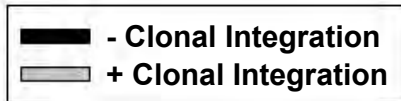
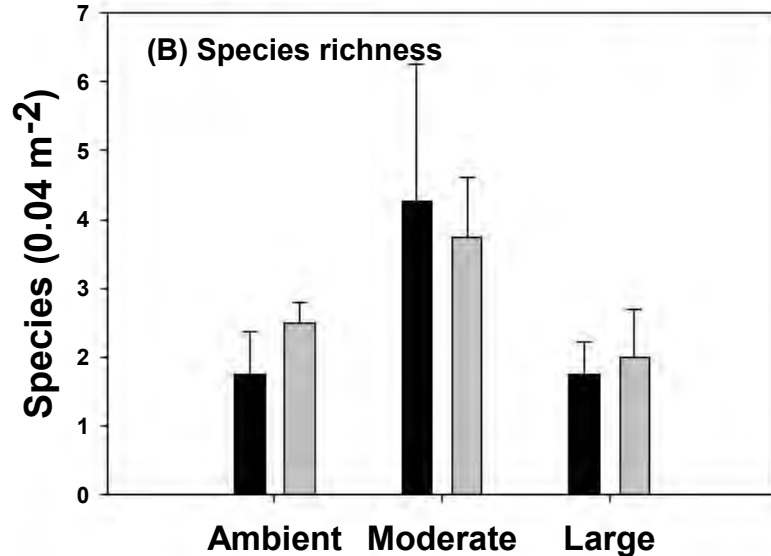
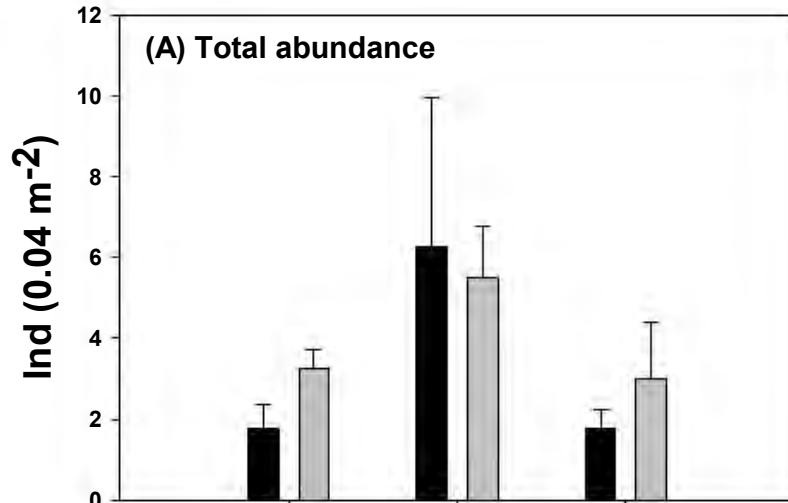


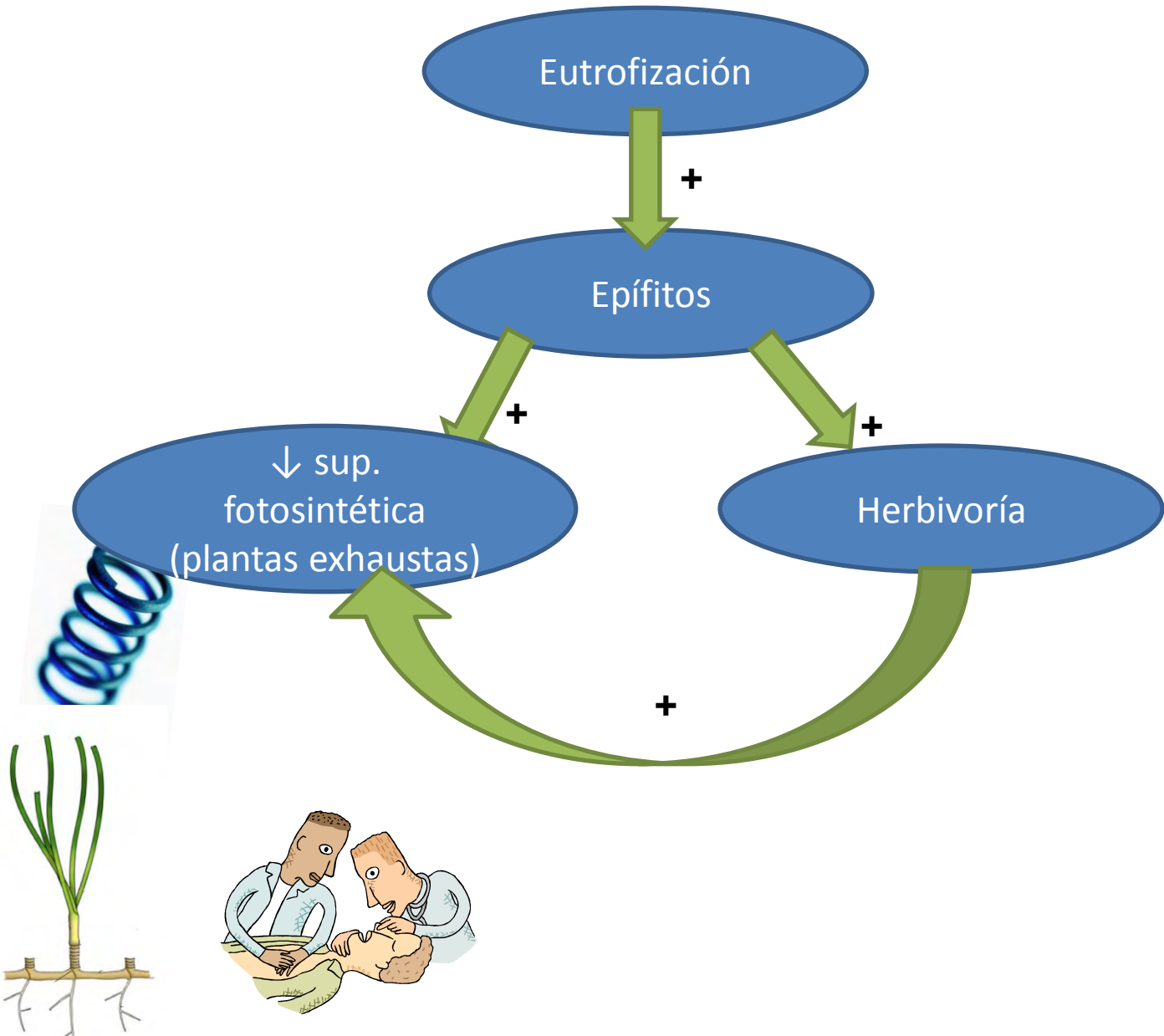
Reducción foliar (ergo superficie fotosintética) con la fertilización - $R > PP$ - plantas exhaustas (no pueden hacer frente a la demanda energética) - caída en el contenido de azúcares solubles en *C. nodosa*; mucho más acusada cuando se elimina la conexión clonal

"Grazing"



Epifauna





¿Utilidades?



Determinación de condiciones críticas (% de tiempo) ante distintos escenarios de clima marítimo

