

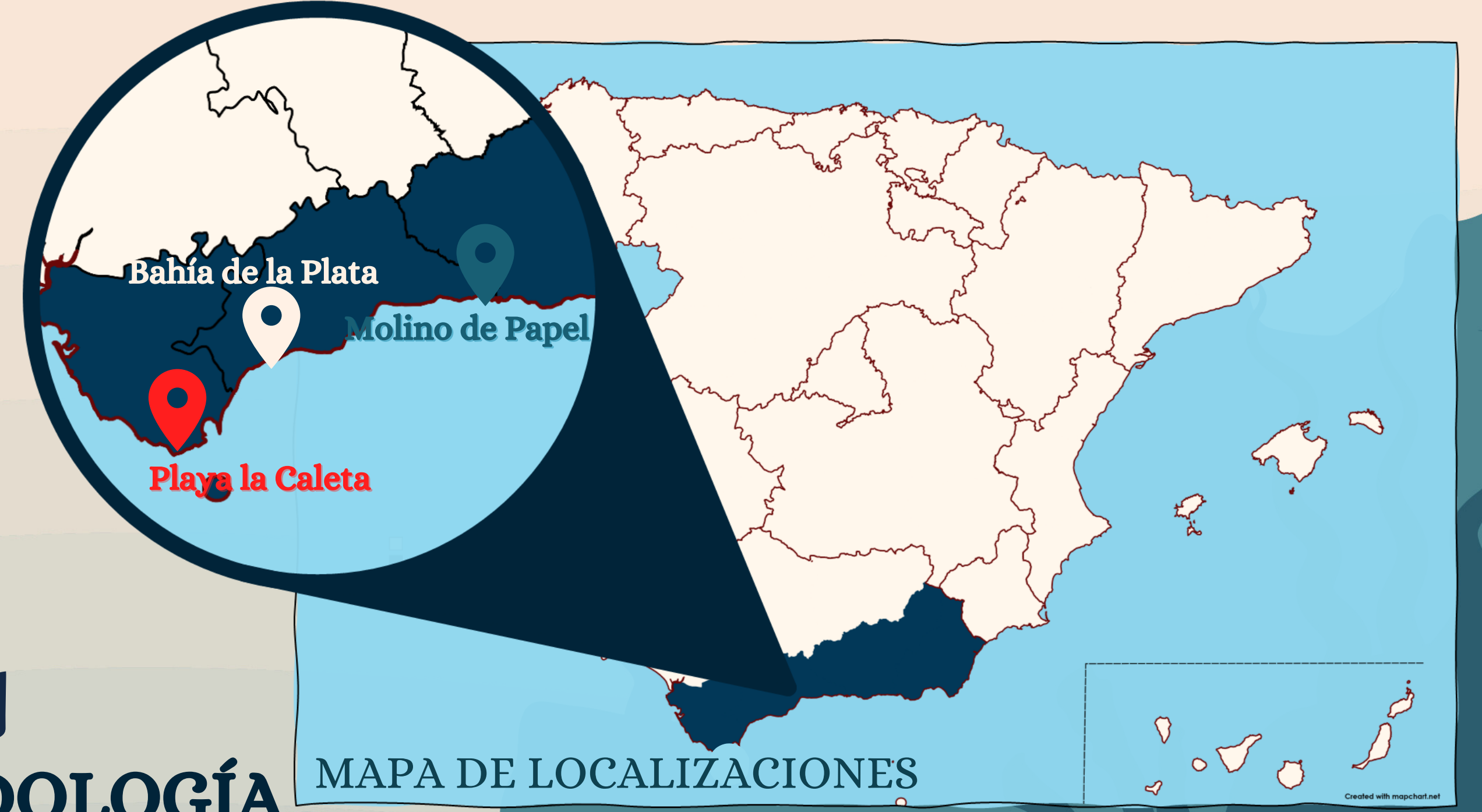
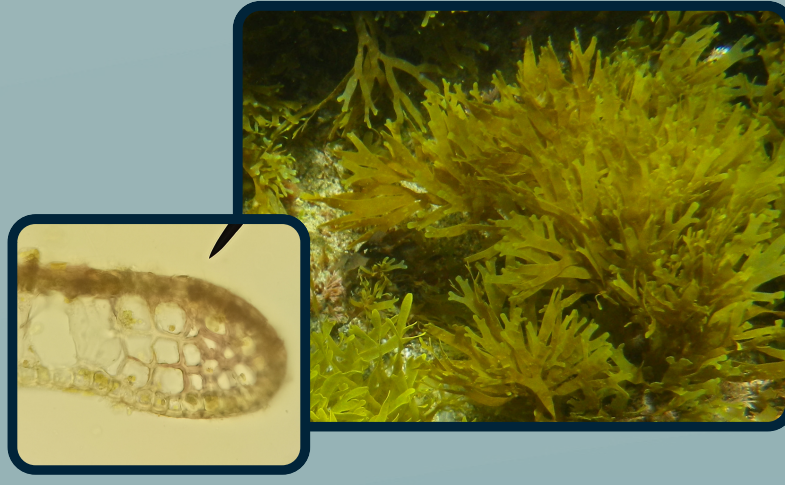
# Seguimiento del alga *Rugulopteryx okamurae* en la costa del mar de Alborán

José Luis Ferres-García, Elena Bañares-España, Paula Celis-Plá, Antonio Avilés, Ricardo Bermejo, Ignacio Moreu, África Núñez, Félix L. Figueroa, Nathalie Korbee

## INTRODUCCIÓN

*Rugulopteryx okamurae* es un alga parda originaria del Océano Pacífico, que se ha establecido en las costas norte y sur del Mar de Alborán, convirtiéndose en un grave problema debido a su rápido crecimiento, siendo incluida en el listado de especies invasoras de España. Los principales problemas están relacionados con la pérdida de biodiversidad, la pesca, y el turismo costero. El proyecto BLUEMARE se centra en el seguimiento y estudio del alga *R. okamurae* y su evolución a lo largo del litoral andaluz.

El objetivo principal es aumentar el conocimiento sobre esta especie y sus estrategias ecológicas de adaptación al medio para intentar predecir su continua expansión.

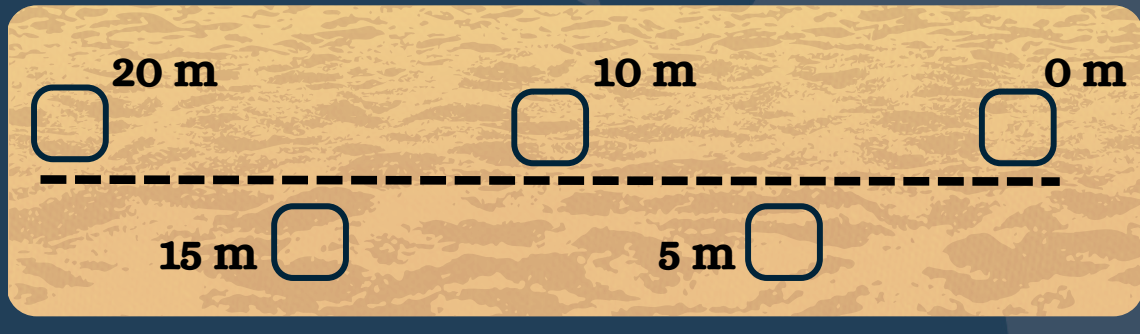
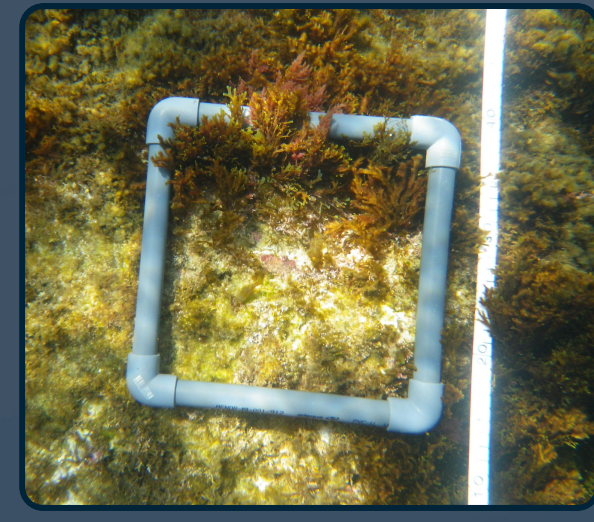
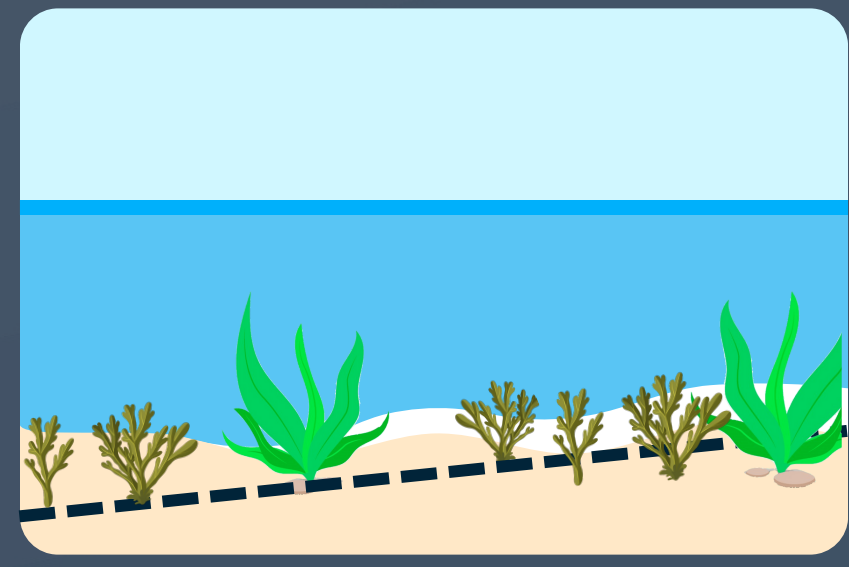


## METODOLOGÍA

MAPA DE LOCALIZACIONES

### ANÁLISIS DE POBLACIONES

Realización de transectos de 20 metros perpendiculares a la línea de costa, así como estudio de la densidad mediante cuadrantes de 20x20cm establecidos cada 5 metros del transecto. Las variables medidas fueron: porcentaje de *R. okamurae*, número de haces de *Posidonia oceanica*, altura del dosel y especies acompañantes.



### ANÁLISIS DE LABORATORIO

Para establecer si existen diferencias entre las poblaciones o las estaciones del año para una misma población, se han llevado a cabo análisis fotobiológicos y bioquímicos a partir de muestras recolectadas en los muestreos.

#### Fotobiológico

Obtención de curvas rápidas de luz a diferentes intensidades y parámetros fotosintéticos mediante Mini-PAM.

#### Bioquímico

Análisis de proteínas solubles, compuestos fenólicos, capacidad antioxidante, carbohidratos y lípidos totales, así como contenido pigmentario.



### PARÁMETROS COLUMNA DE AGUA

Se han analizado diferentes variables físico-químicas de la columna de agua para comprobar si existe alguna relación entre la densidad en las poblaciones o composición interna del alga encontrada y las condiciones ambientales durante esa estación en las diferentes localizaciones.

#### Ramses (TriOS)

Irradiancia solar en la columna de agua PAR + UV.



#### Sonda multiparamétrica

Temperatura, turbidez, salinidad, clorofila, etc.



## RESULTADOS

### RESULTADOS MUESTREOS

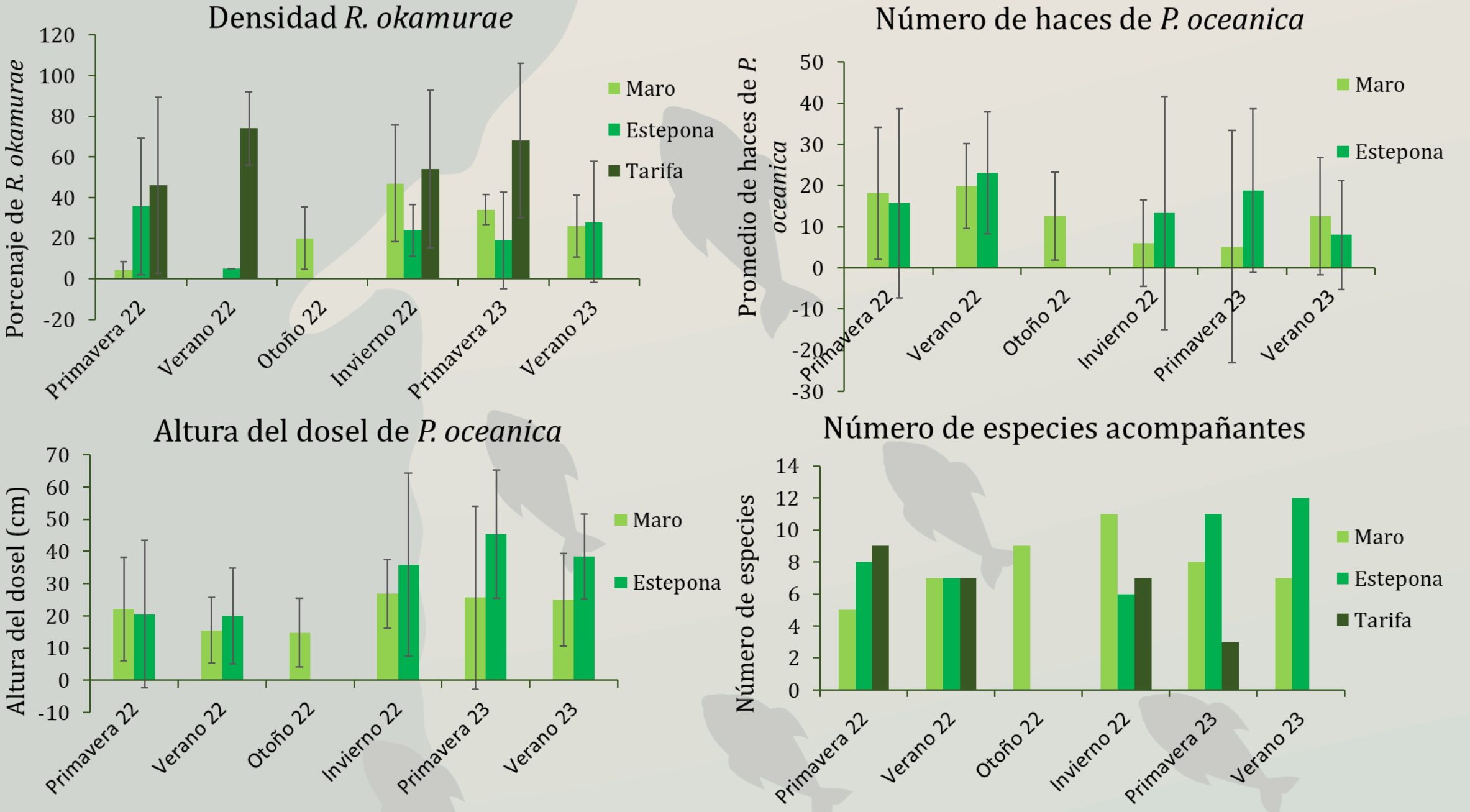


Fig. 1. Datos de densidad, número de haces, altura del dosel y especies acompañantes recogidos de los cuadrantes en los diferentes muestreos en el transcurso del proyecto.

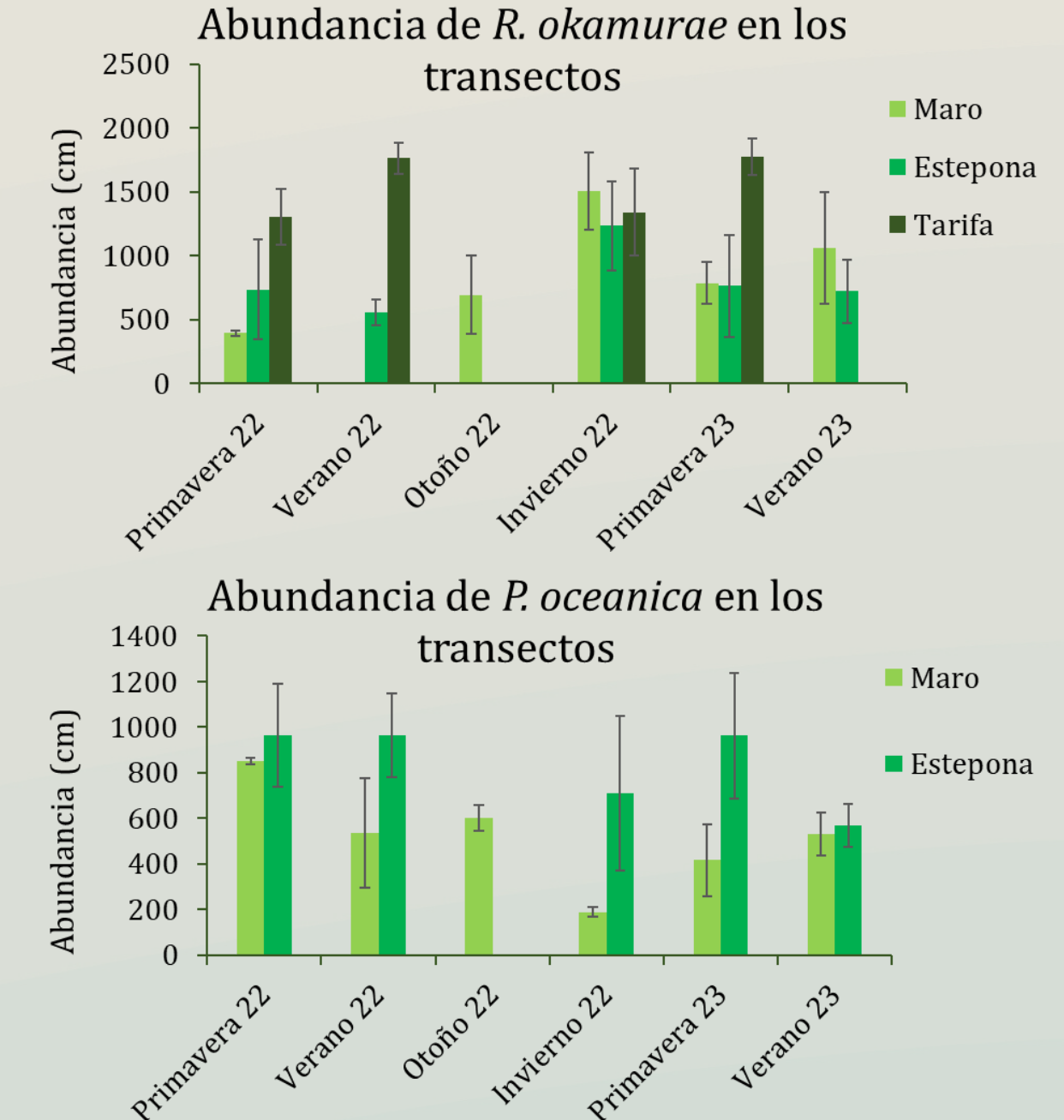


Fig. 2. Abundancia de *R. okamurae* y *P. oceanica* con respecto al total del transecto.

### RESULTADOS BIOQUÍMICOS

Tabla 1. Valores promedios para los diferentes análisis realizados a lo largo del proyecto. Unidades: proteínas (mg Eq. AB/gPF), carbohidratos (mg Eq. Glucosa/gPF), DPPH (μmol Eq. T/gPF) y fenoles (μmolEq. P/gPF)

	Localización	Proteínas	Carbohidratos	DPPH	Fenoles
Primavera 22	Maro	0.66 ± 0.06 <sup>cd</sup>	225.44 ± 33.92 <sup>c</sup>	1.36 ± 0.52 <sup>a</sup>	4.47 ± 0.45 <sup>a</sup>
	Estepona	0.88 ± 0.06 <sup>b</sup>	230.64 ± 48.69 <sup>c</sup>	4.12 ± 1.31 <sup>a</sup>	7.33 ± 1.45 <sup>a</sup>
	Tarifa	0.73 ± 0.09 <sup>cd</sup>	246.60 ± 43.91 <sup>c</sup>	1.34 ± 1.04 <sup>a</sup>	3.73 ± 0.35 <sup>a</sup>
Verano 22	Maro	-	-	-	-
	Estepona	0.97 ± 0.09 <sup>ab</sup>	357.21 ± 35.92 <sup>ab</sup>	1.43 ± 1.40 <sup>b</sup>	2.07 ± 0.14 <sup>b</sup>
	Tarifa	1.23 ± 0.30 <sup>ab</sup>	253.27 ± 36.21 <sup>c</sup>	0.25 ± 0.19 <sup>b</sup>	2.73 ± 0.24 <sup>b</sup>
Invierno 22	Maro	1.08 ± 0.07 <sup>ab</sup>	337.30 ± 35.30 <sup>ab</sup>	1.13 ± 0.33 <sup>b</sup>	3.82 ± 0.23 <sup>b</sup>
	Estepona	1.03 ± 0.09 <sup>ab</sup>	399.19 ± 39.40 <sup>b</sup>	0.63 ± 0.23 <sup>b</sup>	4.32 ± 0.37 <sup>b</sup>
	Tarifa	1.06 ± 0.19 <sup>ab</sup>	371.30 ± 48.04 <sup>ab</sup>	0.44 ± 0.32 <sup>b</sup>	3.49 ± 0.19 <sup>b</sup>
Primavera 23	Maro	0.97 ± 0.12 <sup>ab</sup>	366.19 ± 47.86 <sup>ab</sup>	0.64 ± 0.16 <sup>b</sup>	3.35 ± 0.26 <sup>b</sup>
	Estepona	0.61 ± 0.04 <sup>c</sup>	293.19 ± 27.72 <sup>ac</sup>	1.03 ± 0.39 <sup>b</sup>	4.26 ± 0.34 <sup>b</sup>
	Tarifa	0.88 ± 0.07 <sup>a</sup>	367.52 ± 61.73 <sup>ab</sup>	0.30 ± 0.16 <sup>b</sup>	3.39 ± 0.28 <sup>b</sup>
Verano 23	Maro	0.81 ± 0.17 <sup>ad</sup>	246.97 ± 35.21 <sup>c</sup>	0.29 ± 0.12 <sup>b</sup>	3.14 ± 0.34 <sup>b</sup>
	Estepona	5.01 ± 0.30 <sup>c</sup>	360.74 ± 23.79 <sup>ab</sup>	0.37 ± 0.27 <sup>b</sup>	3.70 ± 0.22 <sup>b</sup>

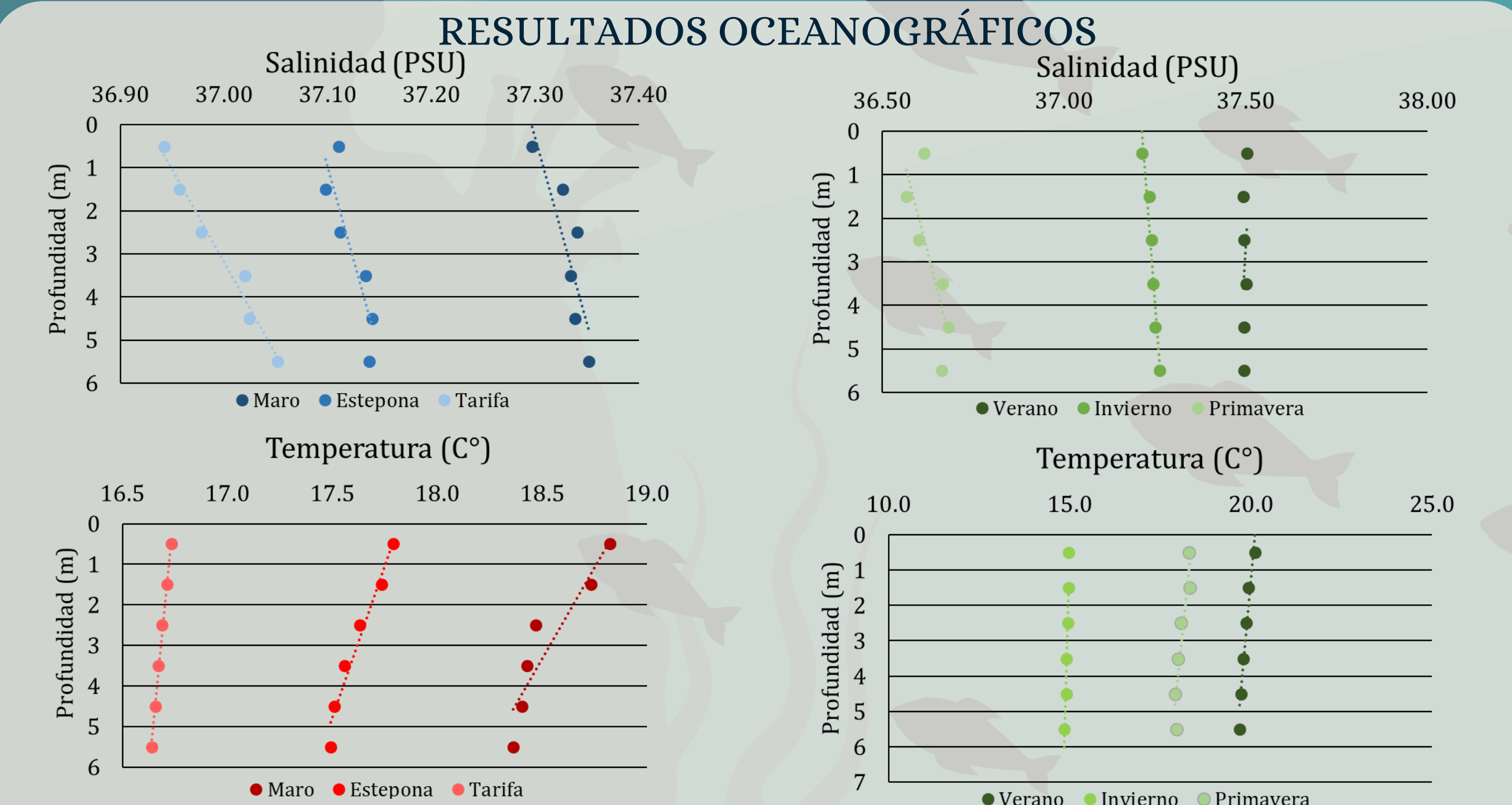


Fig. 3. Valores de salinidad y temperatura medios para las diferentes localizaciones en el primer año. Fig. 4. Valores de salinidad y temperatura en Estepona en el primer año de muestreo.

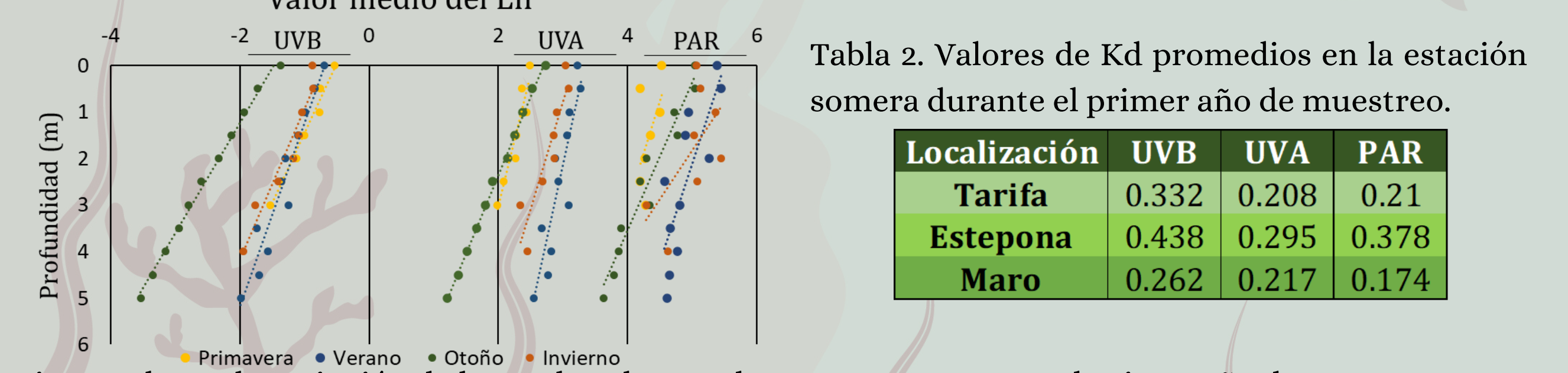


Fig. 5. Valores de extinción de luz en la columna de agua en Maro para el primer año de muestreo.

Tabla 2. Valores de Kd promedios en la estación somera durante el primer año de muestreo.

Localización	UVB	UVA	PAR
Tarifa	0.332	0.208	0.21
Estepona	0.438	0.295	0.378
Maro	0.262	0.217	0.174

### RESULTADOS FOTOBIOLOGICOS

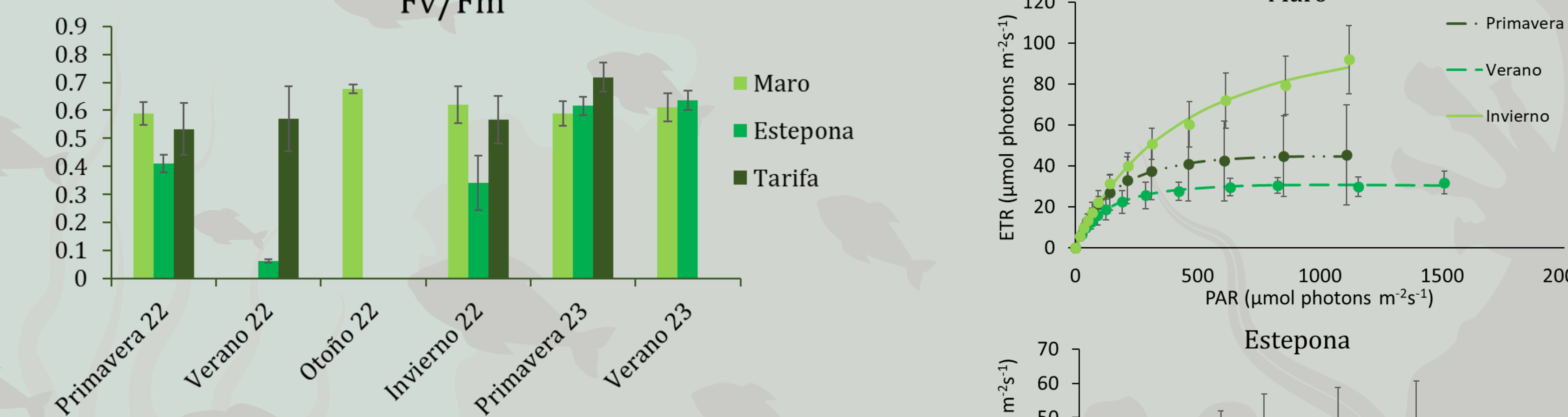
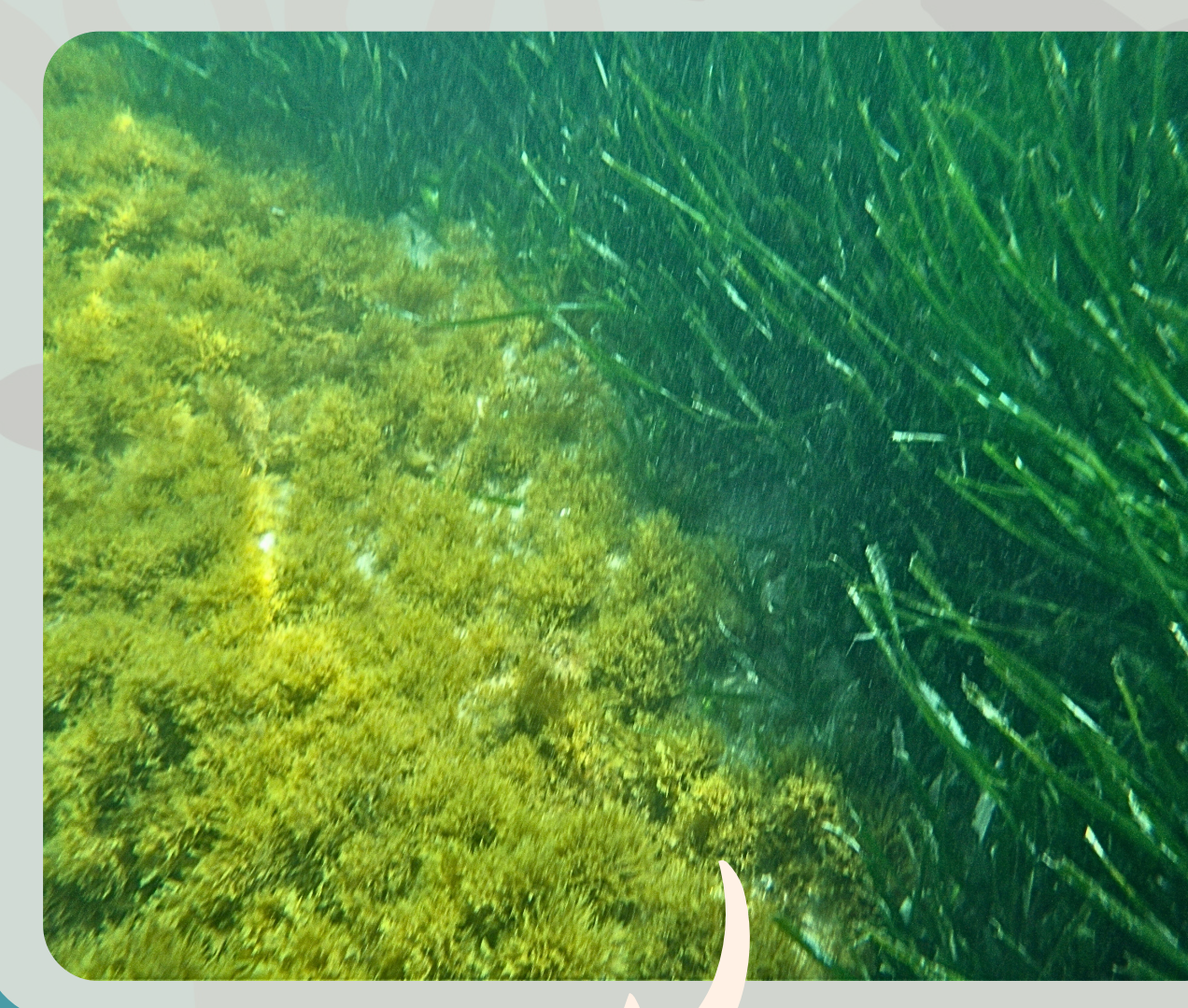


Fig. 6. Valores promedios de Fv/Fm para *R. okamurae* en cada una de las localizaciones en las diferentes estaciones del año. Fig. 7. Valores promedios de las curvas de luz de *R. okamurae* en las diferentes estaciones para cada una de las localizaciones durante el primer año de muestreo.



## CONCLUSIONES

Los resultados preliminares del primer año de muestreo parecen indicar que las coberturas de *R. okamurae* son elevadas en Tarifa a lo largo de todas las estaciones del año, mientras que en Maro y Estepona se observa un patrón estacional con máximas coberturas y densidades en invierno, mientras que en primavera decaen para recuperarse a partir del otoño nuevamente. Esto podría estar relacionado con las mayores temperaturas y salinidades que se registran durante los momentos de muestreo en esas estaciones y quizá a la menor concentración de nutrientes (datos no mostrados). La influencia de la transparencia de las aguas y la penetración de la radiación PAR, UVA y UVB también podría afectar a la proliferación de *R. okamurae*, frente a otras especies. Las aguas más transparentes a las tres bandas de radiación fueron las aguas de Maro, mientras que las más turbias las de Estepona, mostrando Tarifa valores intermedios.

En relación a las curvas rápidas de luz, los menores ETRmax se alcanzan de manera general en Estepona. Los rendimientos cuánticos óptimos no ofrecen un patrón claro, mostrando valores en torno a 0,6 de manera general en todas las localidades de muestreo. Se determinó el contenido interno de proteínas, carbohidratos, fenoles y la actividad antioxidante (DPPH). Se pretende relacionar estas variables con la capacidad de crecimiento del alga, en general encontramos valores bajos, comparados con otras especies y los contenidos aumentaron con el tiempo en proteínas y carbohidratos, mientras que en fenoles y DPPH se observaron valores más altos en la primavera del 2022.

En conclusión, con el seguimiento de las poblaciones de *R. okamurae* y especies acompañantes durante este segundo año de muestreo y una vez analizados todos los resultados en profundidad, pretendemos contribuir a un mejor conocimiento ecofisiológico de esta especie invasora y con ello a la redacción de un futuro plan de gestión, control y posible erradicación.