

COMUNIDADES VEGETALES SUBMARINAS. SEGUIMIENTO TRAS LA INSTALACIÓN DE UN CULTIVO *OFF-SHORE*

C.L. Hernández-González¹, A. Cruz-Reyes¹, E. Soler-Onís²,
S. Domínguez-Álvarez¹ & M.C. Gil-Rodríguez¹

¹Dpto. Biología Vegetal (Botánica). Universidad de La Laguna. Facultad de Farmacia.
38071 La Laguna. Tenerife. Islas Canarias. mcgil@ull.es

²Centro de Biotecnología Marina. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.
Muelle de Taliarte s/n. 35240. Telde. Gran Canaria. Islas Canarias

RESUMEN

Para determinar en qué medida la instalación de una jaula de cultivo *off-shore* incide sobre la flora marina de la zona se llevó a cabo un seguimiento de las comunidades vegetales submarinas presentes en ella. A tal efecto se dividió la zona en transectos que se recorrieron cuatro veces a lo largo de un año, una en cada estación, mediante el uso de equipos de buceo autónomos. Los resultados obtenidos en cada recorrido se presentan gráficamente en forma de perfiles bionómicos. Añadimos un catálogo vegetal con las especies identificadas.

Palabras clave: Cultivos *off-shore*, flora, islas Canarias, vegetación.

ABSTRACT

A study about marine flora was carried out to determinate the affection and effect of off-shore fish cage settle around the influence area. This area was divided in transects studied four times, once each season, during one year by means of SCUBA-diving. Results obtained every transect are shown by bionomic sections. A catalogue of identified species are added.

Key words: Off-shore fish cages, flora, Canary Islands, vegetation.

1. INTRODUCCIÓN

La instalación de jaulas de cultivo de peces en zonas próximas a la costa puede ser motivo de un proceso de eutrofización del medio, debido a la elevada descarga de nutrientes, que modifique los ecosistemas provocando alteraciones en la biota.

El Proyecto FEDER 1FD97-0862-CO2-01 titulado “Viabilidad de la chopa (*Spondyliosoma cantharus*)” pretende ampliar los conocimientos acerca de esta actividad con el fin de mejorarla, así como de evitar problemas futuros.

La zona del estudio se encuentra situada entre el Risco de Los Cristianos y la Cueva de la Rasca, en la costa sur de la isla de Tenerife, más concretamente en las proximidades de la concesión de Cultivos Marinos Teide S.L., lugar de instalación de la jaula para el cultivo de la chopa.

Tras el estudio previo de la vegetación [10] y la instalación y puesta en funcionamiento de la jaula, iniciamos el seguimiento del poblamiento vegetal a lo largo de un año, entre 1999 y 2000, con el objetivo de comprobar el efecto del cultivo sobre la vegetación.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Durante la fase inicial del proyecto [10] se diseñaron trece transectos o recorridos submarinos (figura 1) que hemos mantenido con la excepción del transecto 10, pues dado que no presentó vegetación alguna decidimos no realizar el seguimiento. Hemos mantenido, sin embargo, la numeración original para no crear confusión, es por ello que en este estudio no existe el transecto 10 y sí el 13, a pesar de haber sólo 12 recorridos.

Siguiendo la metodología del estudio previo [10] la ubicación de los transectos sobre el terreno se realizó a bordo de una embarcación neumática de apoyo con un GPS Magellan Nav 5000, manteniendo el rumbo preestablecido mediante el uso de una brújula submarina. El recorrido se hizo con escafandra autónoma de buceo, anotando en tablillas plásticas las principales especies de macroalgas presentes.

Siempre que fue posible se complementaron las tareas de registro de datos con la toma de fotografías submarinas mediante una cámara Nikon F90X dotada de un objetivo Sigma de 24 mm de distancia focal, introducida en una caja estanca Ikelite con dos flashes submarinos Ikelite.

Las muestras recolectadas fueron incluidas en formalina neutralizada en agua de mar al 4% y transportadas en bolsas de plástico al laboratorio de Botánica Marina del departamento de Biología Vegetal de la Universidad de La Laguna para su análisis y determinación.

3. RESULTADOS

Presentamos las variaciones estacionales para las distintas unidades geomorfológicas y no por transectos con el fin de que facilite la comparación con el estudio previo [10], en el que se incluye la caracterización de las mismas.

-Sustratos rocosos verticales. La composición cualitativa de sus comunidades se mantiene prácticamente constante a lo largo del año. Las especies *Asparagopsis taxiformis* (Delile) Trevisan de Saint-Léon y *Sphondylothamnion multifidum* (Hudson) Nagëli parecen tener una clara regresión durante el invierno, mientras que *Dictyota* spp. presenta un incremento en primavera, muy notorio de forma puntual (transectos 1 a 3 y 9).

-Sustratos rocosos llanos. Durante la primavera se ha detectado un notable incremento en las poblaciones de *Cystoseira compressa* (Esper) Gerloff et Nizamuddin, *Padina pavonica* (Linnaeus) Thivy y *Colpomenia sinuosa* (Mertens ex Roth) Derbès et Solier (transectos 11 a 13).

-Blanquiazales. Las comunidades vegetales se mantienen constantes a lo largo del año. Tan sólo se ha apreciado, durante el invierno y de forma localizada, la proliferación de una película de cianofitas en el rango batimétrico de 6 a 8 m de profundidad (transectos 1 a 3, 7, 8 y 11 a 13).

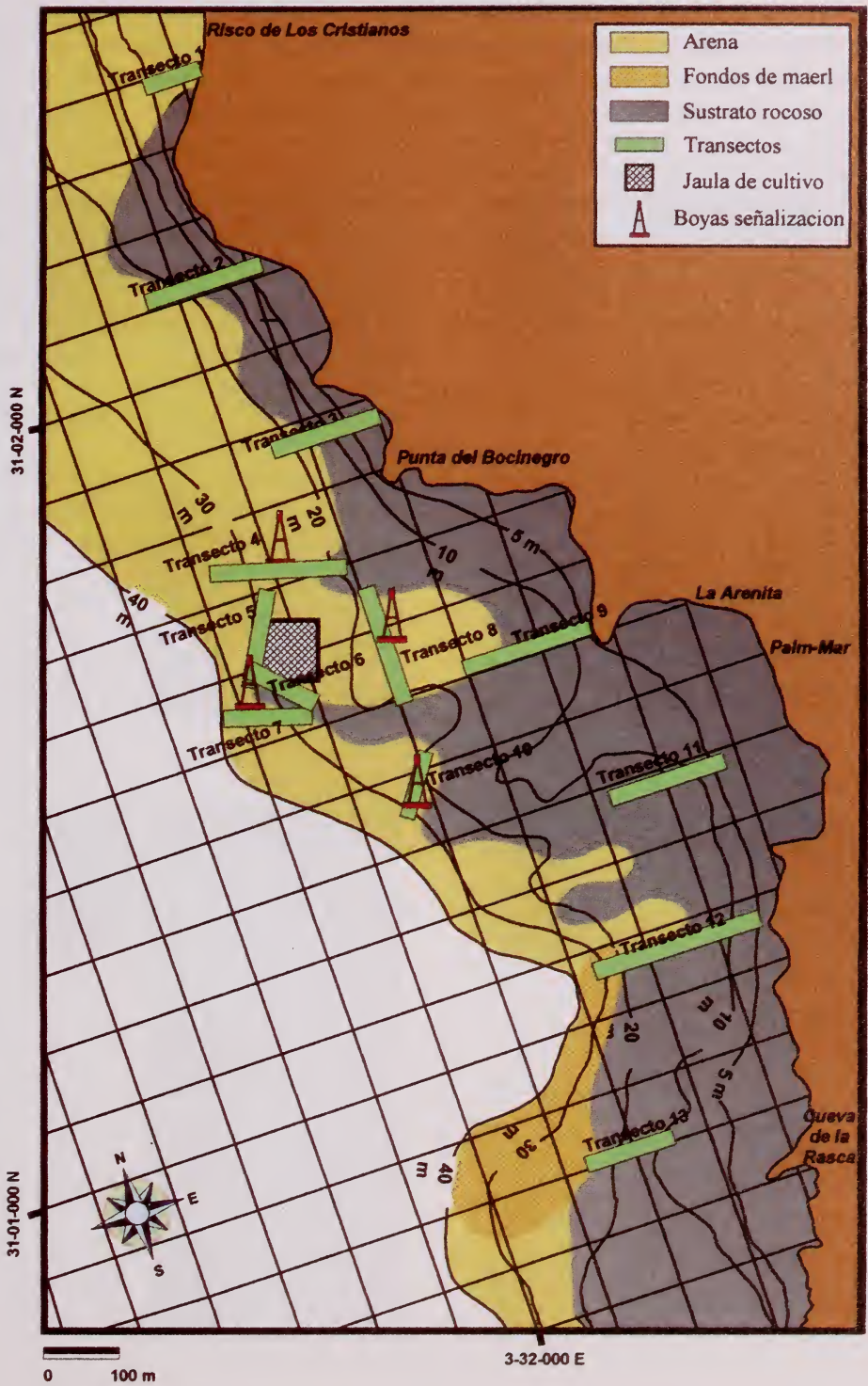


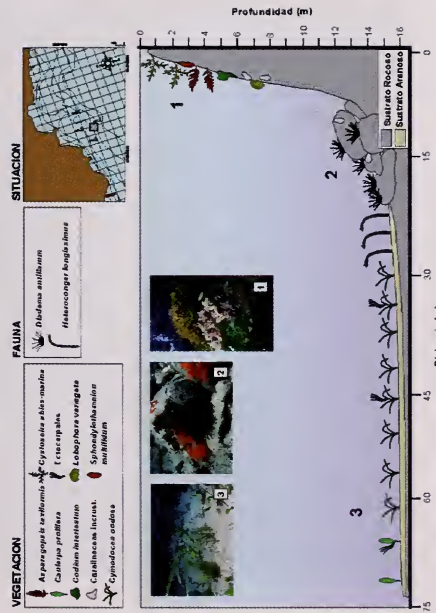
Figura 1. Área de estudio.

-Sustratos mixtos arenoso-rocosos. Durante los meses de verano y otoño aparece *Lophocladia trichoclados* (Mertens ex C. Agardh) F. Schmitz sobre las especies habituales de estos fondos. En otoño *Sargassum grex. vulgare* y *Lobophora variegata* (J.V. Lamouroux) Womersley ex E.C. Oliveira están frecuentemente epifitadas por *Dasya* spp. Por último, durante la primavera abundan las ectocarpales, en muchos casos recubriendo casi totalmente las especies antes mencionadas (transectos 1 a 4, 9 y 11 a 13).

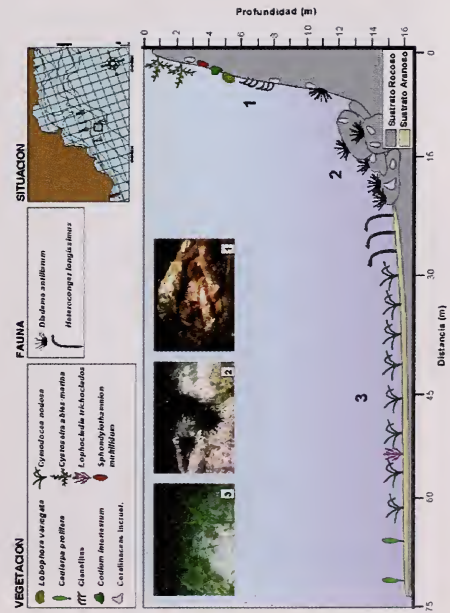
-Sustratos blandos. En primavera y verano las poblaciones de *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson y *Caulerpa prolifera* (Forsskål) J.V. Lamouroux presentan un elevado grado de epifitismo principalmente de ectocarpales y en menor medida de *Dictyota* spp.. Durante el verano y el otoño las ectocarpales son sustituidas por *Lophocladia trichoclados*. Parte de las poblaciones de *Halophila decipiens* Ostenfeld y *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* (Sonder) Verlaque, Huisman et Boudouresque aparecen recubiertas en primavera por *Ulothrix flacca* (Dillwyn) Thuret. En primavera, y en menor medida en verano, está presente *Sporochnus pedunculatus* (Hudson) C. Agardh, desapareciendo por completo de los fondos arenosos estudiados el resto del año (transectos 11 a 13).

Cabe destacar el progresivo incremento tanto temporal como espacialmente de la variedad de *Caulerpa racemosa* (Forsskål) J. Agardh. Al inicio del seguimiento estacional de los transectos (verano de 2000) se detectó únicamente en el límite sur del área, transecto 13, encontrándose a partir de otoño de 2000 en los transectos 11 y 12.

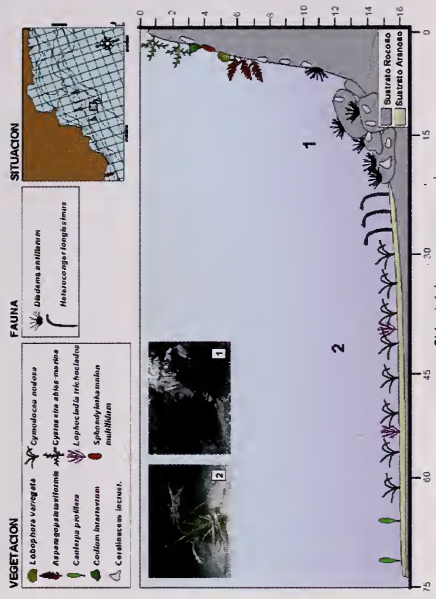
TRANSECTO - 1 (Verano)



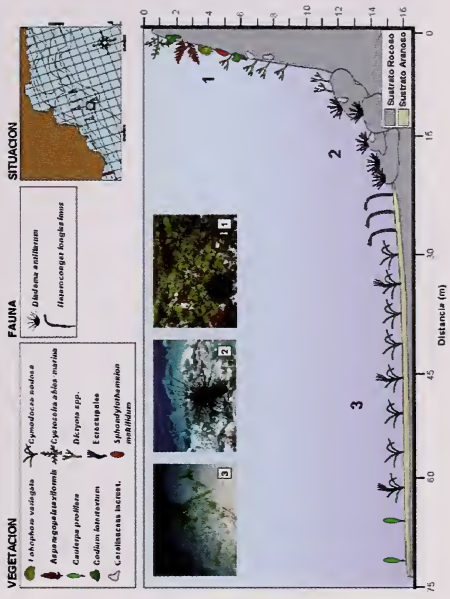
TRANSECTO - 1 (Invierno)



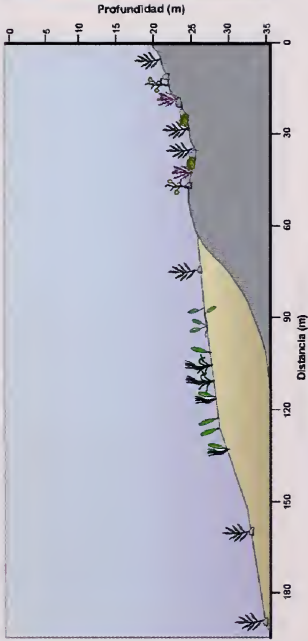
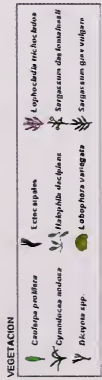
TRANSECTO - 1 (Otoño)



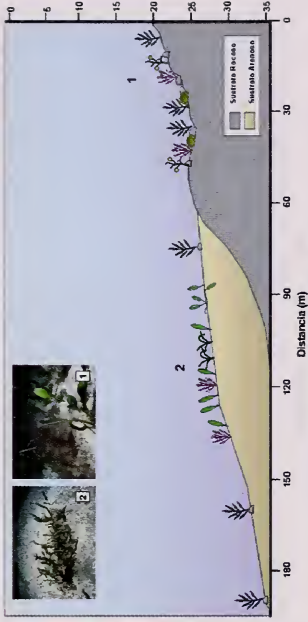
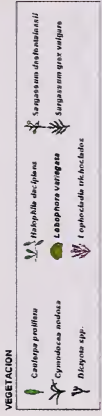
TRANSECTO - 1 (Primavera)



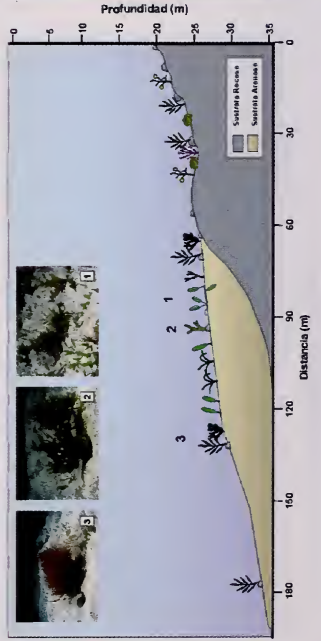
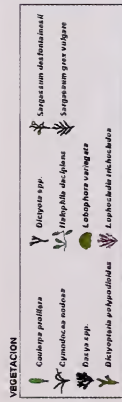
TRANSECTO -4 (Verano)



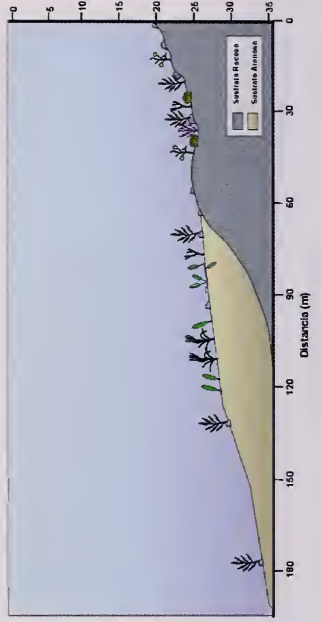
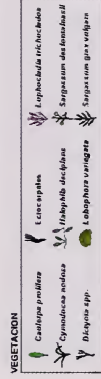
TRANSECTO -4 (Otoño)



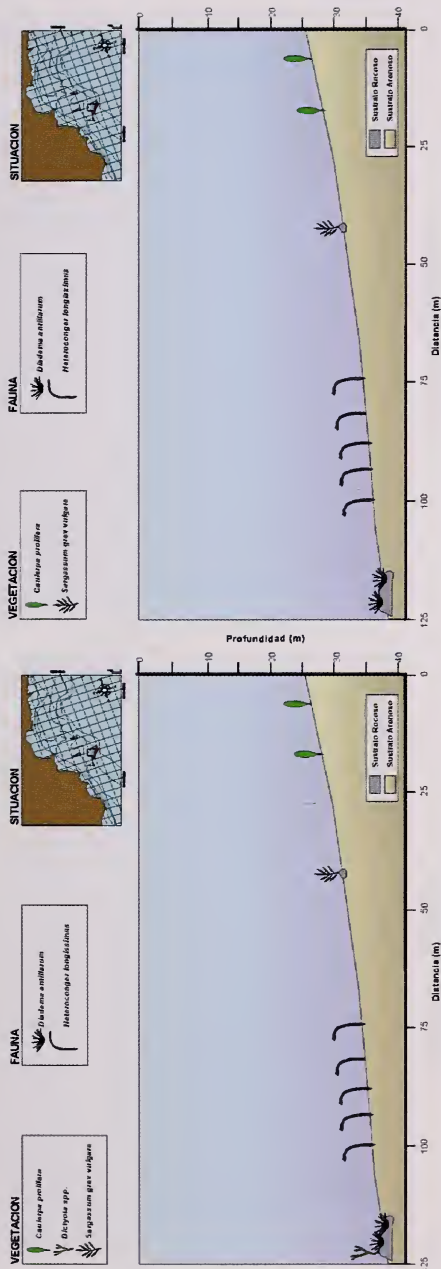
TRANSECTO -4 (Invierno)



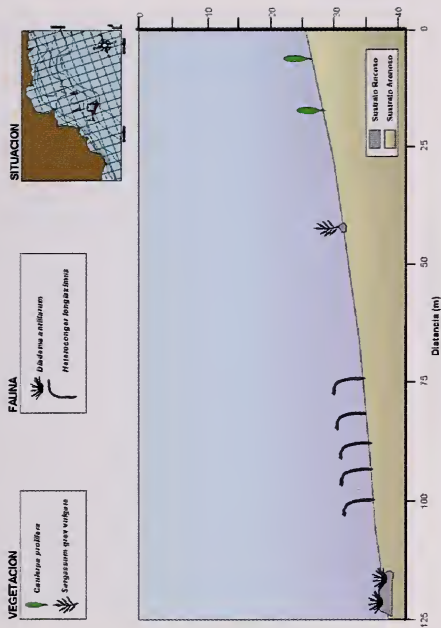
TRANSECTO -4 (Primavera)



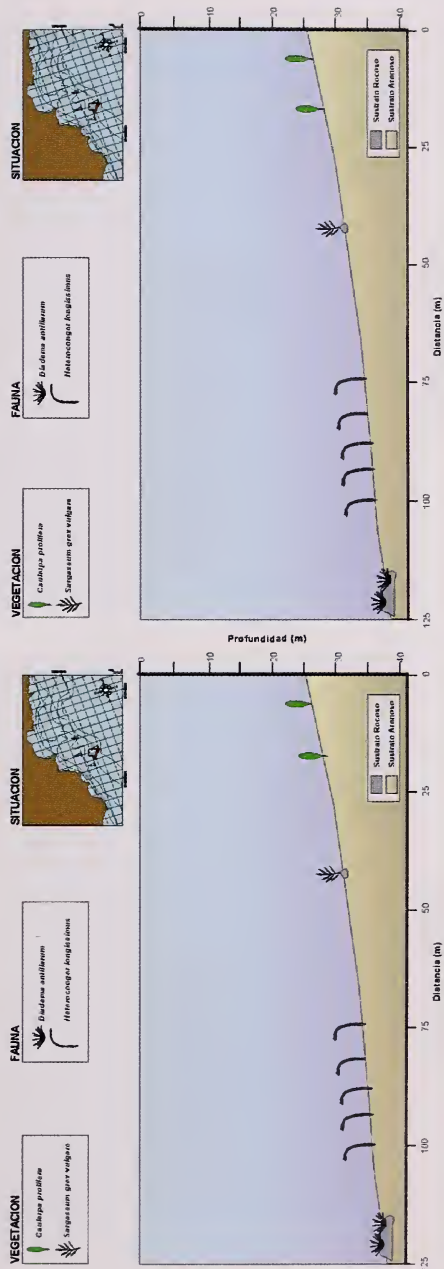
TRANSECTO - 5 (Verano)



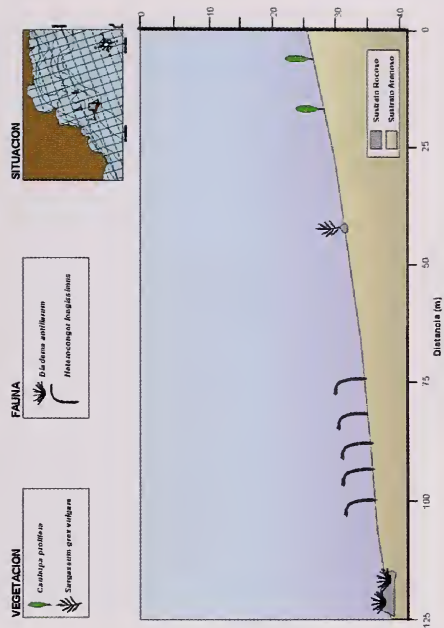
TRANSECTO - 5 (Otoño)



TRANSECTO - 5 (Invierno)



TRANSECTO - 5 (Primavera)



TRANSECTO - 7 (Verano)



TRANSECTO - 7 (Otoño)



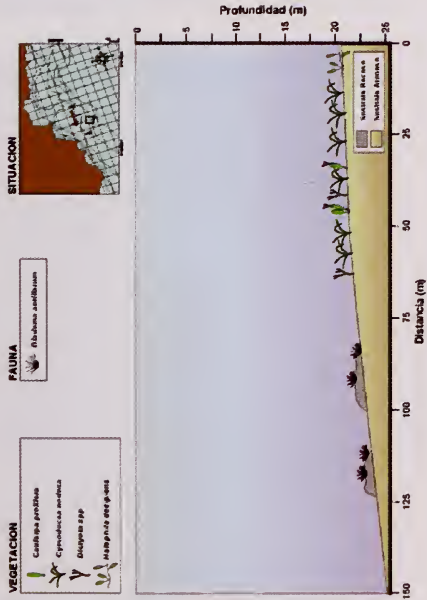
TRANSECTO - 7 (Invierno)



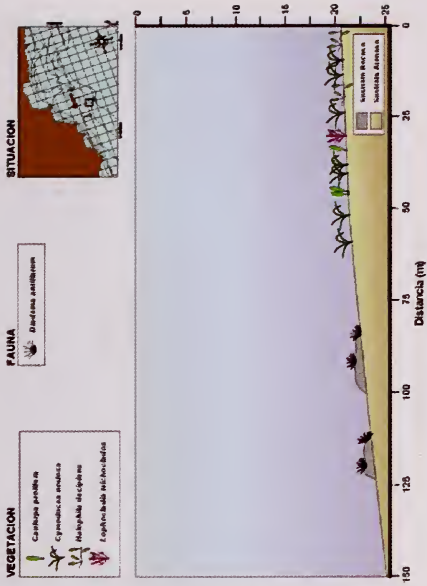
TRANSECTO - 7 (Primavera)



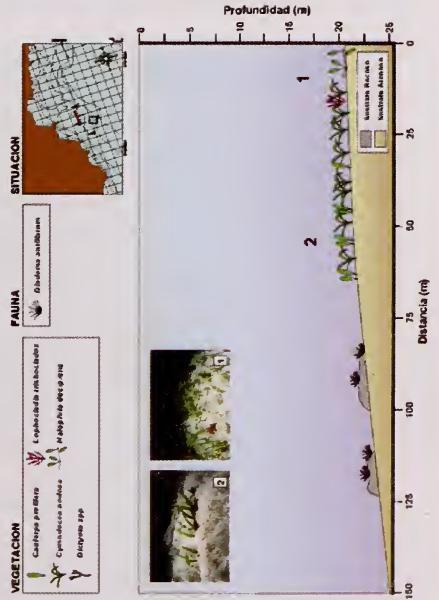
TRANSECTO - 8 (Verano)



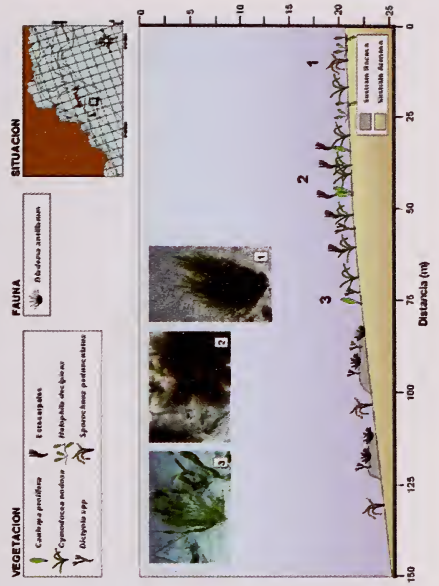
TRANSECTO - 8 (Otoño)



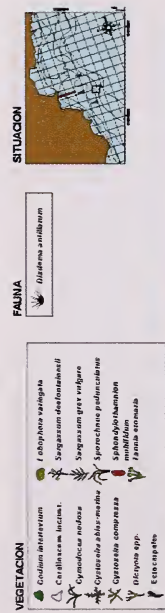
TRANSECTO - 8 (Invierno)



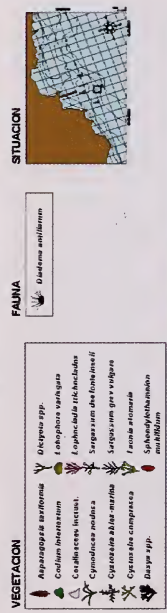
TRANSECTO - 8 (Primavera)



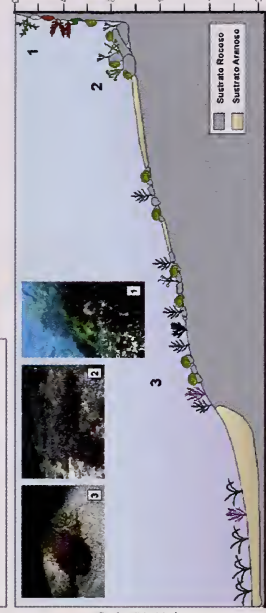
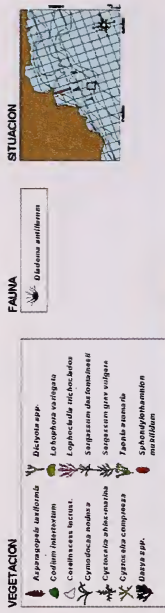
TRANSECTO - 9 (Verano)



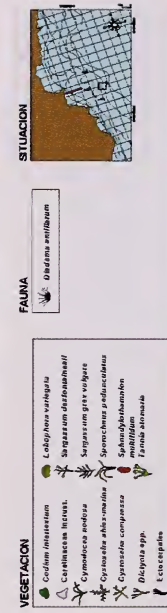
TRANSECTO - 9 (Invierno)



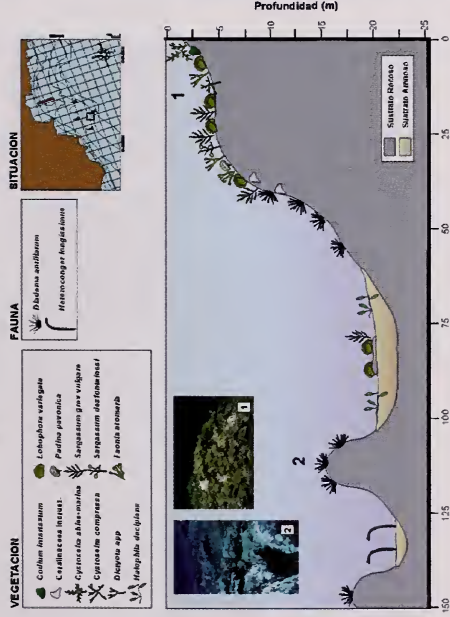
TRANSECTO - 9 (Otoño)



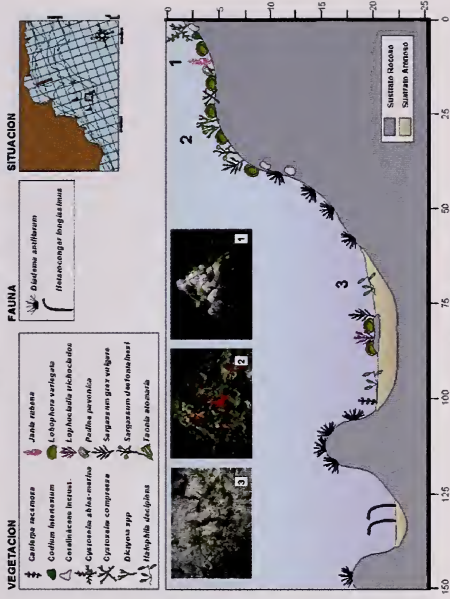
TRANSECTO - 9 (Primavera)



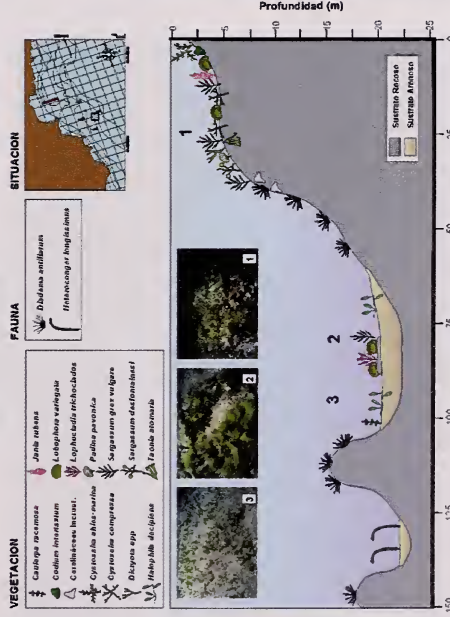
TRANSECTO - 11 (Verano)



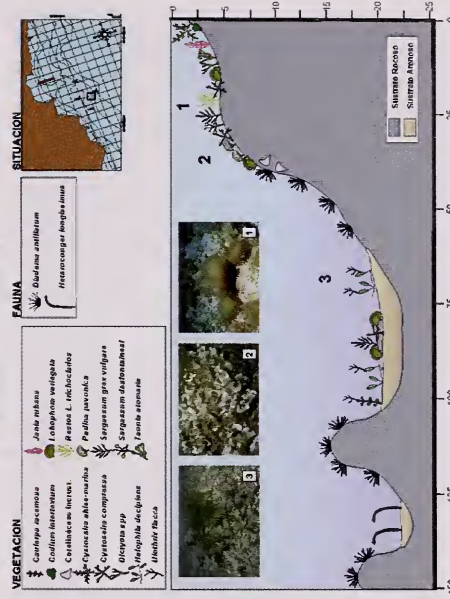
TRANSECTO - 11 (Otoño)



TRANSECTO - 11 (Invierno)



TRANSECTO - 11 (Primavera)



4. CATÁLOGO VEGETAL

Se han identificado a nivel específico 3 cianofitas, 8 clorofitas, 18 feofitas, 8 rodofitas y 2 fanerógamas marinas.

El material recolectado fue determinado siguiendo fundamentalmente a AFONSO-CARRILLO & SANSÓN [1], FREMY [6], KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS [13] y WOMERSLEY [18][19][20][21][22][23]; utilizando como apoyo otras guías, monografías, etc. [2][3][4][5][9][11][12][14][15].

Para la elaboración del catálogo vegetal se ha seguido la ordenación propuesta por GIL-RODRÍGUEZ *et al.* [7] y HAROUN *et al.* [8].

CYANOPHYCOTA

CYANOPHYCEAE

Oscillatoriales

Oscillatoriaceae

Lyngbya confervoides C. Agardh *ex* Gomont

Lyngbya lutea (C. Agardh) Gomont

Oscillatoria sp.

Phormidiaceae

Spirulina subsalsa Oersted *ex* Gomont

CHLOROPHYCOTA

Ulotrichales

Ulotrichaceae

Ulothrix flacca (Dillwyn) Thuret

Ulvales

Ulvaceae

Ulva rigida C. Agardh

Cladophorales

Anadyomenaceae

Anadyomene stellata (Wulfen) C. Agardh

Cladophoraceae

Chaetomorpha sp.

Bryopsidales

Caulerpaceae

Caulerpa mexicana Sonder *ex* Kützing

Caulerpa prolifera (Forsskål) J.V. Lamouroux

Caulerpa racemosa var. *cylindracea* (Sonder) Verlaque, Huisman *et*

Boudouresque

Caulerpa webbiana Montagne

Codiaceae

Codium intertextum Collins *et* Hervey

CHROMOPHYCOTA

PHAEOPHYCEAE

Ectocarpales

Ectocarpaceae

Hincksia intermedia (Rosenvinge) P. Silva

Hincksia mitchelliae (Harvey) P. Silva

Sphacelariales

Stypocaulaceae

Stypocaulon scoparium (Linnaeus) Kützing

Dictyotales

Dictyotaceae

Dictyopteris polypodioides (de Candolle) J.V. Lamouroux

Dictyota dichotoma (Hudson) J.V. Lamouroux

Dictyota sp.

Lobophora variegata (J.V. Lamouroux) Womersley *ex* E.C. Oliveira

Padina pavonica (Linnaeus) Thivy

Stypopodium zonale (J.V. Lamouroux) Papenfuss

Taonia atomaria (Woodward) J. Agardh

Zonaria tournefortii (J.V. Lamouroux) Montagne

Scytosiphonales

Scytosiphonaceae

Colpomenia sinuosa (Mertens *ex* Roth) Derbès *et* Solier

Hydroclathrus clathratus (Bory de Saint-Vincent *ex* C. Agardh) M. Howe

Sporochnales

Sporochnaceae

Sporochnus pedunculatus (Hudson) C. Agardh

Fucales

Cystoseiraceae

Cystoseira abies-marina (S.G. Gmelin) C. Agardh

Cystoseira compressa (Esper) Gerloff *et* Nizamuddin

Sargassaceae

Sargassum desfontainesii (Turner) C. Agardh

Sargassum filipendula C. Agardh

Sargassum vulgare C. Agardh

Sargassum grex. *vulgare*

RHODOPHYCOTA

FLORIDEOPHYCIDAE

Nemaliales

Galaxauraceae

Galaxaura obtusata (J. Ellis et Solander) J.V. Lamouroux

Liagoraceae

Liagora sp.

Bonnemaisoniales

Bonnemaisoniaceae

Asparagopsis taxiformis (Delile) Trevisan de Saint-Léon

Corallinales

Corallinaceae

Corallina elongata Ellis et Solander

Jania rubens (Linnaeus) J.V. Lamouroux

Lithothamnion corallioides (P.L. Crouan et H.M. Crouan) P.L. Crouan
et H.M. Crouan

Ceramiales

Ceramiaceae

Sphondylothamnion multifidum (Hudson) Nagëli

Dasyaceae

Dasya spp.

Delesseriaceae

Cottoniella filamentosa (Howe) Børgesen

Rhodomelaceae

Lophocladia trichoclados (Mertens ex C. Agardh) F. Schmitz

MAGNOLIOPHYTA

LILIOPSIDA

Alismatales

Hydrocharitaceae

Halophila decipiens Ostenfeld

Zosteriales

Cymodoceaceae

Cymodocea nodosa (Ucria) Ascherson

5. CONCLUSIONES

Los cambios observados en las comunidades vegetales de los sustratos rocosos y la magnitud de los mismos podrían estar condicionados por las actividades de cultivos mari-

nos que tienen lugar en el área. El empobrecimiento que la vegetación marina presenta en algunos puntos se explica principalmente por la fisonomía de sus fondos (inclinación, grado de exposición, etc.) que favorece la actividad raspadora del erizo *Diadema antillarum*.

Si bien la inestabilidad de los sustratos arenosos confiere a la vegetación que los ocupa mayores rangos de variabilidad, la intensidad de los fenómenos de epifitismo detectados podría deberse a un enriquecimiento en materia orgánica procedente de las instalaciones de cultivo, situadas en su totalidad sobre este tipo de sustrato.

Asimismo, la aparición y notable proliferación de *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*, proveniente del límite sur del área de estudio, podría verse igualmente favorecida por dichos cultivos, máxime teniendo en cuenta que desde el inicio de este proyecto hasta la actualidad el número de jaulas instaladas en este tramo costero se ha visto notablemente incrementado. Este aumento de los cultivos ha supuesto que la práctica totalidad de los transectos inicialmente elegidos estén bajo la influencia de los mismos.

A pesar de que en Canarias *Caulerpa racemosa* no es una especie de reciente introducción, la presencia e incremento de las poblaciones de la variedad *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*, unido a su capacidad para competir y desplazar a otras especies de macroalgas y fanerógamas marinas, como *Cymodocea nodosa* y *Halophila decipiens* sugirió los estudios de VERLAQUE *et al.* [17] y MOREIRA-REYES *et al.* [16].

6. AGRADECIMIENTOS

Al personal de Cultivos Marinos Teide S.L. por su colaboración.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. AFONSO-CARRILLO, J. & M. SANSÓN (1999). *Algas, hongos y fanerógamas marinas de las Islas Canarias*. Servicio de Publicaciones, Universidad de La Laguna. Colección: Materiales Didácticos Universitarios. Serie Biología/2. 254 pp.
2. BURROWS, E.M. (1991). *Seaweeds of the British Isles. Vol. 2. Chlorophyta*. British Museum Natural History. London. 238 pp.
3. CABIOC'H, J., J.-Y. FLOC'H, A. LE TOQUIN, C.-F. BOUDOURESQUE, A. MEINESZ, & M. VERLAQUE (1995). *Guía de las Algas de los Mares de Europa: Atlántico y Mediterráneo*. Ediciones Omega. 249 pp.
4. DIXON, P.S. & L.M. IRVINE (1977). *Seaweeds of the British Isles. Vol. 1. Rhodophyta Part 1: Introduction, Nemaliales. Gigartinales*. British Museum Natural History. London. 252 pp.
5. FLETCHER, R.L. (1987). *Seaweeds of the British Isles. Vol. 3. Fucophyceae (Phaeophyceae) Part 1*. British Museum Natural History. London. 359 pp.
6. FRÉMY, F. (1929 -1933). *Cyanophycées des côtes d'Europe*. Société Nationale des Sciences Naturelles et Mathématiques de Cherbourg. A. Asher & Co. B.V. - Amsterdam. Reprint 1972. 232 pp. + 66 pl.
7. GIL-RODRÍGUEZ, M.C., R. HAROUN, A. OJEDA, E. BERECIBAR, P. DOMÍNGUEZ & B. HERRERA. Reino **Protocista**. En: MORO, L., J.L. MARTÍN, M.J. GARRIDO & I. IZQUIERDO (eds.) 2003. *Lista de especies marinas de Canarias (algas, hongos,*

- plantas y animales*) 2003. Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente del Gobierno de Canarias. p.: 5-30.
8. HAROUN, R., M.C. GIL-RODRÍGUEZ, E. BERECIBAR & B. HERRERA. Reino **Monera**. En: MORO, L., J.L. MARTÍN, M.J. GARRIDO & I. IZQUIERDO (eds.) 2003. *Lista de especies marinas de Canarias (algas, hongos, plantas y animales) 2003*. Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente del Gobierno de Canarias. p.: 3-4.
 9. HAROUN, R.J., M.C. GIL-RODRÍGUEZ, J. DÍAZ DE CASTRO & W.F. PRUD'HOMME VAN REINE (2002). A Checklist of the Marine Plants from the Canary Islands (Central Eastern Atlantic Ocean). *Botanica Marina* 45: 139-169.
 10. HERNÁNDEZ GONZÁLEZ, C.L., M.C. GIL-RODRÍGUEZ, A. CRUZ REYES, S. DOMÍNGUEZ-ÁLVAREZ & E. SOLER ONÍS (2005). Comunidades vegetales submarinas. Análisis previo a la instalación de un cultivo *off-shore*. *Revista de la Academia Canaria de Ciencias*, XVI (4): 9-36 (2004) (publicado en 2005).
 11. IRVINE, L.M. (1983). *Seaweeds of the British Isles. Vol. 1. Rhodophyta Part 2A: Cryptonemiales (sensu stricto), Palmariales, Rhodymeniales*. British Museum Natural History. London. 113 pp.
 12. IRVINE, L.M. & Y.M. CHAMBERLAIN (1994). *Seaweeds of the British Isles. Vol. 1. Rhodophyta Part 2B: Corallinales, Hildenbrandiales*. British Museum Natural History. London. 276 pp.
 13. KOMÁREK, J. & K. ANAGNOSTIDIS (1999). *Süßwasserflora von Mitteleuropa 19/1. Cyanoprokaryota. 1. Teil Chroococcales*. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin. 548 pp.
 14. LITTLER, D.S. & M.M. LITTLER (2000). *Caribbean Reef Plants*. OffShore Graphics, Inc., Washington. 542 pp.
 15. MAGGS, C.A. & M.H. HOMMERSAND (1993). *Seaweeds of the British Isles. Vol. 1. Rhodophyta Part 3A. Ceramiales*. British Museum Natural History. London. 444 pp.
 16. MOREIRA-REYES, A., O. MONTERROSO, H. AGUIRRE, A. CRUZ-REYES, M.C. GIL-RODRÍGUEZ & J. NUÑEZ (2004). Diversidad y estructura de *Halophiletum decipiens* en el LIC seadales de San Andrés (ES 7020120) Tenerife, islas Canarias. *Revista de la Academia Canaria de Ciencias*, XV (3-4): 143-158. (2003) (publicado en 2004)
 17. VERLAQUE, M., J. AFONSO-CARRILLO, M.C. GIL-RODRÍGUEZ, C. DURAND, C.F. BOUDOURESQUE & Y. LE PARCO (2004). Blitzkrieg in a marine invasion: *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* (Bryopsidales, Chlorophyta) reaches the Canary Islands (north-east Atlantic). *Biological Invasions* 6: 269-281.
 18. WOMERSLEY, H.B.S. (1984). *The marine Benthic Flora of Southern Australia. Part I*. South Australian Government Printing Division, Adelaide. 329 pp.
 19. WOMERSLEY, H.B.S. (1987). *The marine Benthic Flora of Southern Australia. Part II*. South Australian Government Printing Division, Adelaide. 484 pp.
 20. WOMERSLEY, H.B.S. (1994). *The marine Benthic Flora of Southern Australia. Rhodophyta - Part IIIA*. South Australian Government Printing Division, Adelaide. 508 pp.
 21. WOMERSLEY, H.B.S. (1996). *The marine Benthic Flora of Southern Australia. Rhodophyta - Part IIIB*. South Australian Government Printing Division, Adelaide. 392 pp.

22. WOMERSLEY, H.B.S. (1998). *The marine Benthic Flora of Southern Australia. Rhodophyta - Part IIIC*. South Australian Government Printing Division, Adelaide. 535 pp.
23. WOMERSLEY, H.B.S. (2003). *The marine Benthic Flora of Southern Australia. Rhodophyta - Part IIID*. South Australian Government Printing Division, Adelaide. 533 pp.