

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE BIOLOGÍA EN ACUICULTURA



**DISTRIBUCIÓN DE LAS MACROALGAS Y SU POTENCIALIDAD
EN LA BAHÍA DE TORTUGAS (CASMA, PERÚ), ENTRE
NOVIEMBRE 2011 - FEBRERO 2012**

Tesis Para Optar El Título De Biólogo Acuicultor

AUTOR:

Bach. Julio César Pisfil Farro

ASESOR:

Blgo. Pesq. Rómulo Loayza Aguilar MsC.

Nuevo Chimbote - Perú

2014

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE BIOLOGÍA EN ACUICULTURA



**DISTRIBUCIÓN DE LAS MACROALGAS Y SU POTENCIALIDAD
EN LA BAHÍA DE TORTUGAS (CASMA, PERÚ), ENTRE
NOVIEMBRE 2011 - FEBRERO 2012**

Tesis Para Optar El Título De Biólogo Acuicultor

AUTOR:

Bach. Julio César Pisfil Farro

Revisado y Aprobado por el Asesor.

Blgo. Pesq. Rómulo Eugenio Loayza Aguilar MSC.

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE BIOLOGÍA EN ACUICULTURA**



**DISTRIBUCIÓN DE LAS MACROALGAS Y SU POTENCIALIDAD
EN LA BAHÍA DE TORTUGAS (CASMA, PERÚ), ENTRE
NOVIEMBRE 2011 - FEBRERO 2012**

Tesis Para Optar El Título De Biólogo Acuicultor

AUTOR:

Bach. Julio César Pisfil Farro

**APROBADO POR EL JURADO CALIFICADOR INTEGRADO POR LOS
SEÑORES MIEMBROS**

.....
Blgo. Pesq. Juan Fernando Merino Moya DR.
Presidente del Jurado

.....
Blgo. Pesq. Lucio Encomendero Yépez MSC.
Integrante del Jurado

.....
Blgo. Pesq. Rómulo Loayza Aguilar MSC.
Integrante del Jurado

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	xi
ABSTRACT.....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivo General.....	4
Objetivos Específicos	4
II. MATERIALES Y MÉTODOS	5
2.1. Localización del estudio	5
2.2. Estaciones de muestreo	5
2.3. Colecta y transporte de muestras	8
2.4. Análisis cualitativo de las muestras de macroalgas	10
2.5. Análisis cuantitativo de las muestras de macroalgas	10
2.6. Determinación de potencialidades	12
2.7. Análisis estadístico de los datos.....	13
III. RESULTADOS	14
3.1. Parámetros ambientales en las estaciones.....	14
3.2. Especies de macroalgas, biomasa húmeda y seca libre de cenizas.....	15
3.3. Potencialidades de las macroalgas en la bahía de Tortugas.....	38
IV. DISCUSIÓN.....	41
V. CONCLUSIONES	46
VI. RECOMENDACIONES	47
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
VIII. ANEXOS	56

DEDICATORIA

A Dios, por bendecirme cada día de mi vida permitiéndome gozar de buena salud y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de mis estudios.

A mis padres, Julio Pisfil Reque y María Silvia Farro Capuñay, por ser ejemplo de esfuerzo y perseverancia, por su constante apoyo, confianza y motivación en mi desarrollo profesional, por su cariño y comprensión en las largas jornadas de trabajo y por demostrarme día a día el amor y orgullo que sienten por mí.

A mis hermanos Erika, Angélica y Damner, por su compañía, comprensión y apoyo moral. A mis pequeñas sobrinas Jazmín y Leydi, que con su inocencia alegran mis días y tal vez sin saberlo, son mi inspiración para crecer profesionalmente.

A mis compañeros Isabel Reinaltt Montes y Walter Choquehuanca Cortez, por su constante colaboración en el desarrollo de esta investigación.

JULIO.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco afectuosamente a los docentes de la Escuela Académico Profesional de Biología en Acuicultura por los conocimientos brindados durante mi etapa universitaria, en especial al Dr. Luis Campoverde Vigo, Dr. Guillermo Saldaña Rojas, Blgo. Acuic. Liliana Tapia Ugaz, MsC. Juan Carhuapoma Garay y al MsC. Fernando Merino Moya, por su apoyo moral y consejos.

Al MsC. Rómulo Loayza Aguilar, por su constante asesoría, consejos y recomendaciones que fueron aportes muy importantes en el trabajo de investigación.

Finalmente, agradecer a mis compañeros de estudio: Isabel Reinaltt Montes, Walter Choquehuanca Cortes, Juan Cornejo Sagástegui, por su apoyo incondicional durante el periodo del presente trabajo de investigación.

El Autor.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas geográficas y tipo de sustrato en la bahía de Tortugas de las estaciones de muestreo, provincia de Casma, Ancash - Perú, monitoreados durante los meses de noviembre 2011 a febrero del 2012.....	6
Tabla 2. Valores de temperatura superficial, salinidad y profundidad en las estaciones de muestreo, en la bahía de Tortugas, provincia de Casma, Ancash - Perú, durante los meses de noviembre 2011 a febrero del 2012.....	14
Tabla 3. Especies identificadas y biomasa húmeda (g m^{-2}), de las macroalgas encontradas en las estaciones de muestreo, durante noviembre 2011, en la bahía de Tortugas, provincia de Casma, Ancash - Perú.....	16
Tabla 4. Especies identificadas y biomasa seca libre de cenizas (g m^{-2}), de las macroalgas encontradas en las estaciones de muestreo, durante noviembre 2011, en la bahía de Tortugas, provincia de Casma, Ancash - Perú	17
Tabla 5. Especies identificadas y biomasa húmeda (g m^{-2}), de las macroalgas encontradas en las estaciones de muestreo, durante diciembre 2011, en la bahía de Tortugas, provincia de Casma, Ancash - Perú.....	18
Tabla 6. Especies identificadas y biomasa seca libre de cenizas (g m^{-2}), de las macroalgas encontradas en las estaciones de muestreo, durante diciembre 2011, en la bahía de Tortugas, provincia de Casma, Ancash - Perú	19
Tabla 7. Especies identificadas y biomasa húmeda (g m^{-2}), de las macroalgas encontradas en las estaciones de muestreo, durante enero 2012, en la bahía de Tortugas, provincia de Casma, Ancash - Perú	20
Tabla 8. Especies identificadas y biomasa seca libre de cenizas (g m^{-2}), de las macroalgas encontradas en las estaciones de muestreo, durante enero 2012, en la bahía de Tortugas, provincia de Casma, Ancash - Perú.....	21

Tabla 9. Especies identificadas y biomasa húmeda (g m^{-2}), de las macroalgas encontradas en las estaciones de muestreo, durante febrero 2012, en la bahía de Tortugas, provincia de Casma, Ancash - Perú..... 22

Tabla 10. Especies identificadas y biomasa seca libre de cenizas (g m^{-2}), de las macroalgas encontradas en las estaciones de muestreo, durante febrero 2012, en la bahía de Tortugas, provincia de Casma, Ancash - Perú. 23

Tabla 11. Potencialidades de las macroalgas identificadas en todas las estaciones de muestreo, durante noviembre y diciembre del 2011, y enero y febrero 2012, en la bahía de Tortugas, provincia de Casma, Ancash - Perú 39

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Ubicación de las estaciones de muestreo (1-37) en la bahía de Tortugas, provincia de Casma, Ancash - Perú	7
Fig. 2. Identificación de las estaciones de muestreo del intermareal rocoso en la bahía de Tortugas, provincia de Casma, Ancash - Perú.....	8
Fig. 3. Colecta y almacenamiento de las muestras obtenidas en las estaciones de muestreo en la bahía de Tortugas, provincia de Casma, Ancash - Perú.....	9
Fig. 4. Flujograma de trabajo para determinar el grupo taxonómico, peso fresco, peso seco y peso seco libre de cenizas de las macroalgas en la bahía de Tortugas en la provincia de Casma, Ancash - Perú, entre noviembre y diciembre del 2011, y enero y febrero del 2012	12
Fig. 5. Número de especies identificadas según su División, de las macroalgas encontradas en las estaciones de muestreo, durante los meses de noviembre y diciembre del 2011, y enero y febrero del 2012, en la bahía de Tortugas, provincia de Casma, Ancash - Perú.....	24
Fig. 6. Distribución del número de especies según División, de las macroalgas en las estaciones de muestreo, durante los meses de noviembre y diciembre del 2011, y enero y febrero del 2012, en la bahía de Tortugas, provincia de Casma, Ancash - Perú	25
Fig. 7. Distribución del número total de especies de las macroalgas por estación, considerando los 4 meses de muestreo (noviembre y diciembre del 2011, y enero y febrero del 2012, en la bahía de Tortugas, provincia de Casma, Ancash - Perú	25
Fig. 8. Biomasa seca libre de cenizas de <i>Caulerpa filiformis</i> en las estaciones de muestreo, en los meses de noviembre y diciembre del 2011, y enero y febrero del 2012, en la bahía de Tortugas, provincia de Casma, Ancash - Perú.....	27

Fig. 9. Biomasa seca libre de cenizas de <i>Chondracanthus chamissoi</i> en las estaciones de muestreo, en los meses de noviembre y diciembre del 2011, y enero y febrero del 2012, en la bahía de Tortugas, provincia de Casma, Ancash - Perú.....	28
Fig. 10. Distribución de la biomasa húmeda total de las macroalgas en las estaciones de muestreo, en noviembre y diciembre del 2011, en la bahía de Tortugas, provincia de Casma, Ancash - Perú.....	29
Fig. 11. Distribución de la biomasa húmeda total de las macroalgas en las estaciones de muestreo, en enero y febrero del 2012, en la bahía de Tortugas, provincia de Casma, Ancash - Perú.....	30
Fig. 12. Distribución de la biomasa seca libre de cenizas de <i>Caulerpa filiformis</i> por estación de muestreo, durante los meses noviembre y diciembre del 2011, en la bahía de Tortugas, provincia de Casma, Ancash - Perú.....	31
Fig. 13. Distribución de la biomasa seca libre de cenizas de <i>Caulerpa filiformis</i> por estación de muestreo, durante los meses enero y febrero del 2012, en la bahía de Tortugas, provincia de Casma, Ancash - Perú.....	32
Fig. 14. Distribución de la biomasa seca libre de cenizas de <i>Chondracanthus chamissoi</i> por estación de muestreo, durante los meses noviembre y diciembre del 2011, en la bahía de Tortugas, provincia de Casma, Ancash - Perú	33
Fig. 15. Distribución de la biomasa seca libre de cenizas de <i>Chondracanthus chamissoi</i> por estación de muestreo, durante los meses enero y febrero del 2012, en la bahía de Tortugas, provincia de Casma, Ancash - Perú.....	34
Fig. 16. Dendrogramas de similitud para las especies en las diferentes estaciones de muestreo, durante los meses noviembre y diciembre del 2011, enero y febrero del 2012, en la bahía de Tortugas, provincia de Casma, (Ancash, Perú)	37

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivos identificar las especies de macroalgas existentes, la biomasa de cada una de las especies de macroalgas, y determinar las potencialidades de cada una de las especies de macroalgas en atención a sus características estructurales y de biomasa, de la bahía de Tortugas (Casma), entre noviembre y diciembre del 2011, y enero y febrero del 2012. En los muestreos se identificaron 22 especies, distribuidas en 4 especies de clorofitas, 4 especies de feofitas y 14 especies de rodofitas. Las especies con mayores valores promedios de biomasa húmeda total y de biomasa seca libre de cenizas total fueron en orden descendente la clorofita *Caulerpa filiformis*, la rodofita *Chondracanthus chamissoi*, la clorofita *Ulva lactuca*, y las rodofitas *Chondracanthus glomeratus* y *Grateloupia doryphora*; siendo las dos principales *Caulerpa filiformis* y *Chondracanthus chamissoi*. Las especies con mayores potencialidades en la bahía de Tortugas valoradas como “MUY ALTO” fueron la clorofita *Caulerpa filiformis* y la rodofita *Chondracanthus chamissoi*. Las especies con potencialidades valoradas como “ALTO” en la bahía de Tortugas fueron las clorofita *Ulva lactuca*, y las rodofitas *Chondracanthus glomeratus* y *Grateloupia doryphora*. Las especies valoradas como “MODERADO” fueron las rodofitas *Ahnfeltiopsis concinna*, *Rhodymenia howeana* y *Gigartina paitensis*, y la clorofita *Ulva papenfussii*. Todas las especies identificadas en la bahía de Tortugas presentan potencialidad por lo que son factibles de utilización.

Palabras Clave: Macroalga, Clorofita, Feofita, Rodofita, Biomasa, Potencialidad, Bahía de Tortugas.

ABSTRACT

This study aimed to identify the species of macroalgae, the biomass of each species of macroalgae, and determine the potential of each of the species of macroalgae in their structural characteristics and biomass, Tortugas bay (Casma) between November and December 2011, and January and February 2012. In sampling 22 species were identified in 4 species of Chlorophytas, 4 species of Phaeophytas and 14 species of Rhodophytas. Species with higher mean values of total wet biomass and ash-free dry biomass were in decreasing order the Chlorophyta *Caulerpa filiformis*, the Rhodophyta *Chondracanthus chamissoi*, the Chlorophyta *Ulva lactuca* and the Rhodophytas *Grateloupia doryphora* y *Chondracanthus glomeratus*; being the two main *Caulerpa filiformis* and *Chondracanthus chamissoi*. The species with the greatest potential in Turtle bay rated as “VERY HIGH” were the Chlorophyta *Caulerpa filiformis* and the Rhodophyta *Chondracanthus chamissoi*. The species with the greatest potential rated as “HIGH” in Turtle bay were the Chlorophyta *Ulva lactuca* and the Rhodophytas *Chondracanthus glomeratus* y *Grateloupia doryphora*. Species rated as “MODERATE” were the Rhodophytas *Ahnfeltiopsis concinna*, *Rhodymenia howeana* and *Gigartina paitensis*, and the Chlorophyta *Ulva papenfussii*. All species identified in Turtle bay have potential so they are feasible to use.

Key Words: Macroalgae, Chlorophyta, Phaeophyta, Rhodophyta, Biomass, Potentiality, Tortugas bay.

I. INTRODUCCIÓN

Las macroalgas constituyen una parte importante del ecosistema bentónico, es decir, de aquellos organismos que viven estrechamente asociados con el fondo marino. En primer lugar, como seres autótrofos, son responsables de la mayor parte de la productividad primaria de los ambientes costeros; por su arquitectura sirven de refugio para numerosas especies animales, muchas de las cuales incluso las utilizan como alimento, son además el soporte de otros organismos ya sean pequeños invertebrados o pequeñas algas que crecen epífitas sobre otras de mayor porte (Piriz, 2009). Por todas estas razones se explica que juegan un papel relevante en los procesos ecológicos que tienen lugar en el ambiente bentónico costero.

En el mundo las macroalgas marinas a lo largo de la historia, han sido poco aprovechadas, sin embargo, Acleto (1986), menciona que han sido explotadas desde el año 2700 a.C. en el lejano Oriente como fuente directa de alimento y utilizadas como tal desde el siglo IV en Japón y en el siglo VI en China y en la península de Corea. Polanco *et al.* (2000) añade que a partir del siglo XIV, se utilizaban las algas para abonar las tierras de labranza en las zonas costeras, aprovechando aquellas que eran arrastradas por las mareas hacia la costa, usándolas bien en fresco o almacenándolas y dejándolas fermentar hasta el momento de reposo de las cosechas para así fortalecer las zonas de labranza. Esta actividad tuvo un verdadero apogeo en el siglo XVII, naciendo un floreciente comercio de centros de algas que alcanzó su máxima expresión a inicios del siglo XX. Países como Hawai, Indonesia, Malasia, Filipinas y Tailandia, basan su economía de subsistencia en la colecta y venta local de talos de algas, frescos o secos (Cimat, 2000).

En el Perú, desde la época precolombina las macroalgas constituyen un recurso muy importante para el sector pesquero artesanal no solo desde el punto de vista extractivo que se realiza, sino también por la posibilidad de desarrollar el cultivo de estas especies tan difundidas en otros países como Chile, en donde el 26% del total de pescadores artesanales se constituyen en “algueros” y el 30% de la producción total de macroalgas proviene de cultivos (Hinojosa *et al.* 2007). Además se puede percibir que en estos últimos años el cultivo de las macroalgas en algunas regiones del sur peruano como Arequipa e Ica, ha comenzado a adquirir cierto auge, ya que su utilización se está

haciendo más diversa, tanto en el campo de la alimentación como en el de investigación e industria (IMARPE, 2009, Vásquez, 2009).

Paradójicamente esta coyuntura se sustenta en base a muy pocas especies, la mayoría de ellas pertenecientes a las rodofitas, entre las que se encuentran los géneros *Gelidium*, *Gracilaria* y *Gracilariopsis* (Darley, 1991; IMARPE, 2009); sin embargo, Polanco *et al.* (2000), mencionan que las especies más empleadas desde hace muchos años son básicamente las pertenecientes al grupo de las Fucales como *Fucus* spp y *Sargassum* spp, que son muy ricas en nitrógeno, potasio y fósforo; para su uso como abono; otra utilización es para la alimentación animal (piensos), ya que poseen riqueza vitamínica, proteínica y en microelementos. El mismo Polanco *et al.* (2000) hace referencia que existen también las macroalgas son fuente de una serie de productos con diferentes características que se conocen genéricamente como agares, gelosas o ficocoloides, los cuales se dividen en tres grandes grupos según su poder gelificante: Agar verdadero extraído de *Gelidium* spp, gelifica aún en concentraciones muy diluidas; Agaroides obtenidos a partir de *Euchema* spp e *Hypea* spp, gelifican solamente en medios concentrados y si se añaden electrolitos; y Carrageninas extraídas de *Chondrus* spp y *Gigartina* spp, gelifican en medios concentrados.

Son pocos los trabajos que se han realizado sobre dinámica de poblaciones y ecología en macroalgas; tal es el caso de *Gracilaria verrucosa* en las costas argentinas, aun cuando no se registran datos sobre producción en biomasa de las praderas (Boraso, 1983, 1984, 1987, 1990; Boraso & Kreibohm, 1984; Mayer, 1981). En la costa oriental de Venezuela, Lemus & Aponte (1990) realizaron estudios relacionados con la biomasa y regeneración de agarofitas encontrando que los bancos naturales de *Gracilaria domingensis*, *Gracilaria cervicomis* y *Gracilaria* sp. presentan en promedio una biomasa seca de 22 TM por año, y que bajo las condiciones oceanográficas existentes se puede llegar a tres cosechas anuales.

En el Perú se han realizado estudios sobre poblaciones de macroalgas, determinando que en el sur del litoral peruano se encuentran tres especies de algas pardas que vienen siendo extraídas regularmente, tales como: *Macrocystis pyrifera* (sargazos), *Lessonia trabeculata* (palo) y *Lessonia nigrescens* (aracanto, negra) (IMARPE, 2009). También realizaron estudios acerca de la extracción exploratoria de macroalgas en las Zonas de

Punta Lobos y Calaveritas (provincia de Caravelí, Región Arequipa) con la finalidad de obtener información biológica, poblacional y pesquera del recurso “palo” *L. trabeculata* en donde se extrajeron 2205 TM de esta especie, presentando una abundancia relativa promedio de 1,59 ejemplares $2m^{-2}$, y una biomasa relativa promedio de 15,03 kg $2m^{-2}$ (IMARPE, 2010). Además, Vasquez (2009), señala que si bien las principales zonas de distribución de macroalgas se encuentran al sur en Punta San Juan (Ica), se han registrado importantes praderas en Punta San Nicolás donde las principales especies que se extraen comercialmente son *Macrocystis integrifolia* (sargazo) y *L. trabeculata* (aracanto).

En el litoral centro-sur peruano, los bancos naturales de recursos bentónicos de fondos duros presentan una amplia biodiversidad, que incluye un importante número de especies de invertebrados y macroalgas de interés comercial. Según IMARPE (2010), las macroalgas son extraídas y recolectadas por las comunidades de pescadores artesanales localizados en toda la costa de las regiones de Ica (Punta San Juan de Marcona, Punta San Nicolás, San Fernando, Carro Caído, Tres Hermanos, Playa Yanyarina, Lobo Fino y El Zapato), Arequipa (Punta Ático, La Fábrica, Agua Salada, Matarani, La Planchada, Santa Rosa, Puerto Viejo, Chorrillos, Chala, Quilca y Camaná), Moquegua (Puerto de Ilo) y Tacna (Jorge Basadre), donde se reportaron los mayores desembarques de recursos bentónicos durante la década de los 80' y parte de los 90'. El mismo IMARPE reporta que en el 2007 fueron extraídos casi 11000 TM de algas secas y en el 2008 sólo en 7 meses, 16000 TM, en ambos casos para exportación, convirtiéndose así en una de las pesquerías artesanales más importantes en el desarrollo económico y social de los puertos del sur. Esta demanda provocó un incremento desproporcionado de la flota marisquera, un aumento significativo de la presión de pesca sobre bancos naturales del litoral sur peruano, y una situación final de sobreexplotación y empobrecimiento del sector pesquero involucrado (Vásquez, 2009).

En el litoral de la Región Ancash, específicamente en la Bahía de Tortugas, los “algueros” vienen aprovechando las macroalgas *Chondracanthus chamissoi* y *Macrocystis pyrifera* por temporadas y en menor escala, las cuales son extraídas sólo de la zona intermareal lo que representa un riesgo ambiental con repercusiones en la sociedad, ya que esta extracción se hace sin el debido conocimiento científico de los recursos, que pudiera orientar su manejo adecuado o en el mejor de los casos su cultivo.

En la bahía de Tortugas, existen numerosas especies de macroalgas potenciales; ya que sólo la especie *Chondracanthus chamissoi* “cochayuyo” es explotada para el mercado local, *Gracilariopsis lemaneiformis* y *Macrocystis pyrifera* “sargazo”, es extraída para el mercado internacional, aun cuando para las últimas sólo es posible su extracción en algunas temporadas del año. Por consiguiente el proyecto es de vital importancia para identificar los tipos de macroalgas y su biomasa existente en la Bahía de Tortugas, ya que permitirá disponer de información básica para el manejo de los bancos naturales o cultivos, que permitan garantizar el abastecimiento de materia prima para promover sus usos en la industria en la Región Ancash y en el Perú.

Las macroalgas constituyen el punto de partida de las cadenas alimenticias y aseguran así la producción de todos los herbívoros y omnívoros acuáticos, produciendo además la mayor parte del oxígeno de este medio (Polanco *et al.*, 2000). Se constituyen en recursos que con un adecuado conocimiento de su bioecología, y un uso racional permanente pueden contribuir significativamente a mejorar nuestro desarrollo económico y social; sin embargo, la falta de investigaciones orientados a conocer la distribución, abundancia, periodos de reproducción, frecuencia de las fases reproductivas, producción de coloides, etc., no permite su adecuada proyección. En este marco problemático el presente trabajo está orientado a evaluar la distribución y su potencialidad de las macroalgas en la Bahía de Tortugas, con la finalidad de orientar a los trabajadores y autoridades del sector sobre el conocimiento fundamental de estos recursos en este ecosistema; además de brindar información sobre las condiciones necesarias para su futuro cultivo racional y contribuyendo con la diversificación de la maricultura regional y nacional.

Del análisis realizado se deriva el siguiente problema de investigación: ¿Cuál será la distribución de las macroalgas y su potencialidad en la bahía de Tortugas (Casma, Perú), entre noviembre 2011 - febrero 2012?; y en este contexto el objetivo general del proyecto estuvo orientado a determinar la distribución de las macroalgas y su potencialidad en la bahía de Tortugas (Casma, Perú), entre noviembre 2011 - febrero 2012; teniendo como objetivos específicos: identificar las especies de macroalgas existentes en la bahía de Tortugas, (Casma, Perú), entre noviembre 2011 - febrero 2012; estimar la biomasa de cada una de las especies y determinar las potencialidades de cada

una de las especies de macroalgas de la bahía de Tortugas, en atención a sus características estructurales y de biomasa.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Localización del estudio

El presente estudio fue realizado en la bahía de Tortugas, localizada en la Provincia de Casma, Ancash - Perú; entre las coordenadas geográficas de Latitud $9^{\circ} 21' 22''$ y $9^{\circ} 22' 34''$ S, y Longitud $78^{\circ} 24' 10''$ y $78^{\circ} 25' 51''$ O.

2.2. Estaciones de muestreo

Se establecieron 37 estaciones en toda la bahía de Tortugas, y fue dividida en dos zonas, una intermareal (estaciones 1-25) y submareal (estaciones 26-37), ello en atención al tipo de sustrato (rocoso, fangoso y arenoso), exposición al oleaje, contaminación y niveles de extracción artesanal (Tabla 1 y Fig. 1).

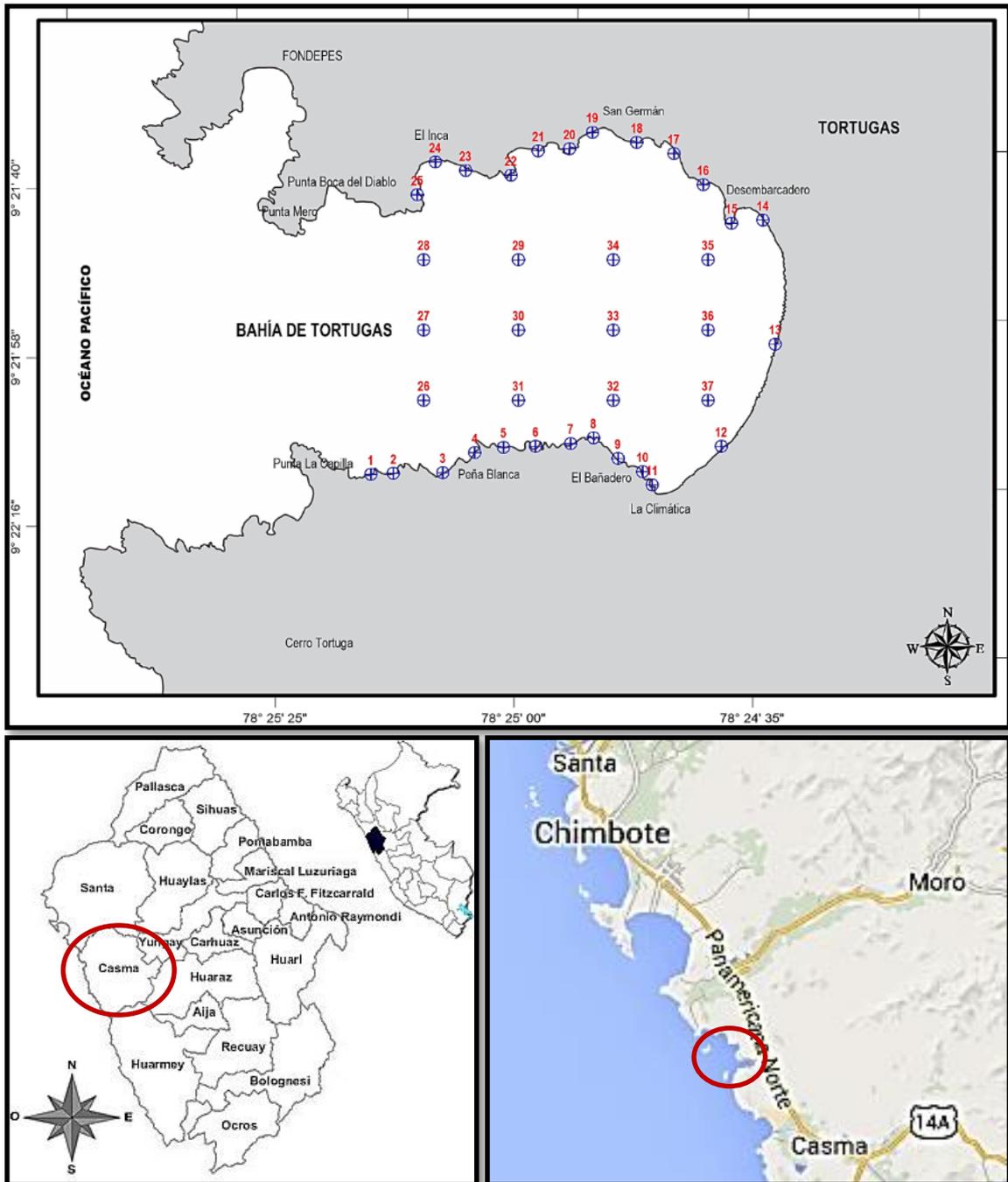
A su vez, la zona intermareal se dividió en tres áreas, intermareal sur (estaciones 1-11), intermareal este (estaciones 12-14) e intermareal norte (estaciones 15-25).

Las estaciones de muestreo fueron ubicadas utilizando un GPS Garmin, y en las estaciones intermareales, además, se marcaron con su número de identificación para su rápida ubicación en el siguiente muestreo (Fig. 2).

Tabla 1. Coordenadas geográficas y tipo de sustrato en la bahía de Tortugas de las estaciones de muestreo, provincia de Casma, Ancash - Perú, monitoreados durante los meses de noviembre 2011 a febrero del 2012.

ESTACIONES		COORDENADAS GEOGRÁFICAS		TIPO DE SUSTRATO		
ZONA	N°	LATITUD (S)	LONGITUD (O)	ROCA	FANGO	ARENA
Intermareal Sur	1	9° 22' 10,4"	78° 25' 15,9"	✓		
	2	9° 22' 10,3"	78° 25' 13,5"	✓		
	3	9° 22' 10,2"	78° 25' 08,3"	✓		
	4	9° 22' 08,1"	78° 25' 04,9"	✓		
	5	9° 22' 07,5"	78° 25' 01,9"	✓		
	6	9° 22' 07,4"	78° 24' 58,5"	✓		
	7	9° 22' 07,1"	78° 24' 54,8"	✓		✓
	8	9° 22' 06,5"	78° 24' 52,4"	✓		✓
	9	9° 22' 08,7"	78° 24' 49,8"	✓		✓
	10	9° 22' 10,1"	78° 24' 47,2"	✓		
	11	9° 22' 11,5"	78° 24' 46,2"	✓		
Intermareal Este	12	9° 22' 07,4"	78° 24' 38,9"			✓
	13	9° 21' 56,5"	78° 24' 33,2"			✓
	14	9° 21' 43,3"	78° 24' 34,5"			✓
Intermareal Norte	15	9° 21' 43,6"	78° 24' 37,8"	✓		
	16	9° 21' 39,5"	78° 24' 40,8"			✓
	17	9° 21' 36,2"	78° 24' 43,9"	✓		
	18	9° 21' 35,0"	78° 24' 47,8"	✓		
	19	9° 21' 33,9"	78° 24' 52,5"	✓		
	20	9° 21' 35,7"	78° 24' 54,9"	✓		✓
	21	9° 21' 35,9"	78° 24' 58,2"	✓		
	22	9° 21' 38,5"	78° 25' 01,1"			✓
	23	9° 21' 38,0"	78° 25' 05,9"	✓		
	24	9° 21' 37,1"	78° 25' 09,1"	✓		
	25	9° 21' 40,6"	78° 25' 11,0"	✓		
Submareal	26	9° 22' 02,5"	78° 25' 10,3"	✓		
	27	9° 21' 55,0"	78° 25' 10,3"		✓	
	28	9° 21' 47,5"	78° 25' 10,3"	✓		
	29	9° 21' 47,5"	78° 25' 00,3"	✓		
	30	9° 21' 55,0"	78° 25' 00,3"		✓	
	31	9° 22' 02,5"	78° 25' 00,3"	✓	✓	
	32	9° 22' 02,5"	78° 24' 50,3"		✓	
	33	9° 21' 55,0"	78° 24' 50,3"		✓	
	34	9° 21' 47,5"	78° 24' 50,3"		✓	
	35	9° 21' 47,5"	78° 24' 40,3"		✓	
	36	9° 21' 55,0"	78° 24' 40,3"	✓		✓
	37	9° 22' 02,5"	78° 24' 40,3"	✓		✓

Fig. 1. Ubicación de las estaciones de muestreo (1-37) en la bahía de Tortugas,



provincia de Casma, Ancash - Perú.



Fig. 2. Identificación de las estaciones de muestreo de la zona intermareal rocoso en la bahía de Tortugas, provincia de Casma, Ancash - Perú.

2.3. Colecta y transporte de muestras

La colecta se realizó en el momento de las mareas más bajas, ubicando las coordenadas geográficas en cada una de ellas. Los muestreos en las 37 estaciones se realizaron durante los meses de noviembre y diciembre del 2011, y enero y febrero del 2012.

Las muestras para el análisis cualitativo de macroalgas estuvo compuesta por especímenes que se encontraron en óptimo estado (rizoide, talo, fronde), sin decoloración aparente y en estado reproductivo. Estas fueron envueltas en papel toalla embebido en una solución de formol al 5% (diluido con agua de mar) para mantenerlas separadas y evitar su deterioro, seguido fueron colocadas en bolsas plásticas ziploc a fin de cerrarlas herméticamente. Cada espécimen fue colocado en bolsas separadas debidamente etiquetadas, y colocadas en el interior de un balde plástico con tapa para su traslado al laboratorio y posterior montaje.

Las muestras para el análisis cuantitativo de macroalgas en la zona intermareal fueron colectadas en cada estación según lo encontrado en una cuadrata de 0,30 m². Los especímenes se colectaron con ayuda de espátulas desde su base (Fig. 3). En la zona submareal la colecta se realizó con ayuda de un buzo profesional, que de manera similar a la zona intermareal, se colectó los organismos en un área que comprendió una cuadrata de 1 m². Para ambas zonas se tomaron muestras por duplicado.

Los especímenes para el análisis cuantitativo fueron almacenados en bolsas plásticas ziploc con agua de mar, debidamente rotuladas y colocadas en una caja térmica Cooler con hielo para su traslado al laboratorio de Biología Acuática en la Universidad Nacional del Santa (Fig. 4). Una vez en el laboratorio las muestras se colocaron en una refrigeradora hasta el día siguiente en que se procedió a su análisis.

Adicionalmente en cada muestreo, se registraron los parámetros como temperatura ($^{\circ}\text{C}$) y salinidad (‰) con ayuda de un termómetro digital con sensibilidad de $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ y un refractómetro de sensibilidad de 1 ‰ , respectivamente. Asimismo, en las estaciones de la zona submareal se realizó la medición de la profundidad con ayuda de un cabo graduado cada 10 cm .



Fig. 3. Colecta y almacenamiento de las muestras obtenidas en las estaciones de muestreo en la bahía de Tortugas, provincia de Casma, Ancash - Perú.

2.4. Análisis cualitativo de las muestras de macroalgas

Las muestras de los especímenes almacenadas individualmente en bolsas obtenidas en campo, se montaron en cartulina Folcote de 29 x 39 cm por separado. El contenido de cada bolsa se colocó en una bandeja de aproximadamente 4 cm de alto. Esta bandeja previamente estuvo con agua de mar. Se limpió de epifitos y eliminó cualquier otro resto o arena presente en estos. Se cambió el agua de la bandeja cada vez que fue necesario a fin de realizar un montaje limpio.

Los datos en la etiqueta fueron escritos con un lápiz en la esquina inferior derecha de la cartulina. El montaje se realizó introduciendo la cartulina en la bandeja y colocando la macroalga de tal forma que semeje su estado en su hábitat natural, con la ayuda de estiletes o pinzas de punta roma para evitar rasgar la cartulina o la macroalga. Para terminar el montaje se colocó sobre la macroalga un paño de tocuyo del mismo tamaño de la cartulina, luego sobre este se colocó abundante papel periódico, y debajo y sobre este, se colocó cartón corrugado. Luego se procedió a apilar cada cartulina con sus respectivos cartones y se prensó, amarrando fuertemente a fin de que no se desarme la prensa. La prensa fue colocada en un lugar bastante ventilado, cambiándose de forma diaria o interdiariamente los cartones, papeles periódicos pero sin retirar el tocuyo. Se repitió estos cambios hasta que los especímenes y cartulinas estén secos (Vergara, 2005).

La identificación de las macroalgas se realizó por cortes histológicos en el laboratorio de Ficología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos y con claves taxonómicas de Setchell & Gardner (1924), Dawson (1953 a, b; 1954; 1960 a, b; 1961; 1963 a, b; 1966), Taylor (1945; 1960), Hollenberg (1961), Joly (1967), Acleto (1973), Abbott & Hollenberg (1976), Norris & Johansen (1981), Anagnostidis & Kómarek (1988), Kómarek & Anagnostidis (1986), Pedroche & Silva (1996) y Kraft & Wynne (1996).

2.5. Análisis cuantitativo de las muestras de macroalgas

Una vez identificadas las macroalgas se determinaron el peso fresco y seco libre de cenizas de cada especie para todas las estaciones en el laboratorio de Biología Acuática en la Universidad Nacional del Santa.

El peso fresco, se determinó en muestras lavadas con agua dulce y libre de organismos epifitos y arena, utilizando una balanza digital de sensibilidad de 0,1 g. Para el análisis del peso seco libre de cenizas, se colocaron en placas de Petri muestras frescas representativas de cada especie las que fueron secadas en una estufa por convección de aire a 60 °C hasta peso constante. Luego las muestras secas se pesaron en una balanza analítica con sensibilidad de 0,1g y por diferencia de pesos se obtuvo la biomasa seca; seguido se obtuvieron muestras secas representativas de cada especie y se colocaron en crisoles para ser llevadas a una mufla a 540 °C por 3 h y por diferencias de pesos se calculó el porcentaje de cenizas. Para determinar el peso seco libre de cenizas, se determinó según las siguientes fórmulas.

$$PS (\%) = \frac{Peso\ seco\ (g)}{Peso\ húmedo\ (g)} \times 100$$

Donde:

PS: Porcentaje Peso seco de macroalga

$$PC (\%) = \frac{C2 - C1}{C0} \times 100$$

Donde:

PC: Porcentaje Peso de cenizas

C0: Peso de muestra (g)

C1: Peso inicial (crisol) (g)

C2: Peso final (crisol + muestra incinerada) (g)

$$PS-LC (g\ m^{-2}) = \frac{PF \times (PS - PC)}{100}$$

Donde:

PS-LC : Peso seco libre de cenizas de la especie en la estación

PF : Peso fresco de muestra en la estación por m^{-2}

Los análisis cualitativo y cuantitativo de las muestras colectadas en las estaciones de la bahía Tortugas se resumen en el siguiente flujograma (Fig. 4).

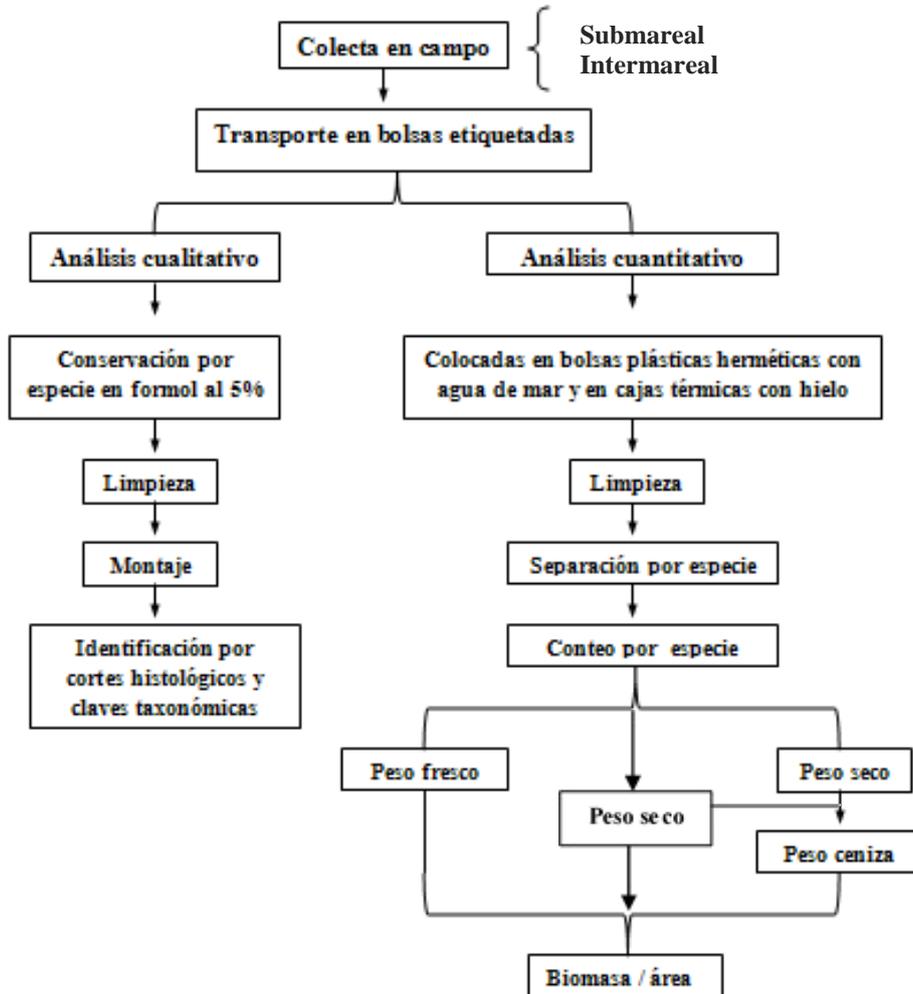


Fig. 4. Flujograma de trabajo para determinar el grupo taxonómico, peso fresco, peso seco y peso seco libre de cenizas de las macroalgas en la bahía de Tortugas en la provincia de Casma, Ancash - Perú, entre noviembre y diciembre del 2011, y enero y febrero del 2012.

2.6. Determinación de potencialidades

Se elaboró una tabla para anotar el porcentaje de biomasa seca libre de cenizas de las especies por estaciones en el periodo de muestreo en los cuatro meses de muestreos,

algunas características, usos que se le podrían dar, y de acuerdo a ello se determinó mediante un juicio de valor, la potencialidad como: muy alto, alto, moderado y bajo.

2.7. Análisis estadístico de los datos

Para el procesamiento de datos se trabajaron los porcentajes del peso húmedo, peso seco y peso seco libre de cenizas y sus promedios de las muestras por duplicado en cada estación para ser expresados por m^{-2} . Asimismo, se reporta los datos como riqueza de especies por estación. Se graficará un análisis de cluster, a través de dendrogramas, para determinar el grado de similitud entre estaciones de muestreo con base al criterio de las especies por cada mes de muestreo, para ello se utilizó el índice de similitud de Sorensen para los cluster cualitativos señalados en el índice para la presencia/ausencia de las especies de Chao *et al.* (2005).

Los datos de biomasa en las estaciones de muestreo son reportados en tablas y figuras, y también son valorados a intervalos con el sistema de información geográfica en mapas; los que permiten establecer patrones de distribución de las macroalgas en la bahía de Tortugas para los meses de noviembre y diciembre del 2011, y enero y febrero del 2012. Todo el proceso se realizó utilizando los software Microsoft Excel 2013, SURFER 10 y PC-ORD 6.0.

III. RESULTADOS

3.1. Parámetros ambientales en las estaciones

Los valores de los parámetros ambientales en las estaciones de muestreo determinados en los monitoreos son mostrados en la siguiente tabla 2.

Tabla 2. Valores de temperatura superficial, salinidad y profundidad en las estaciones de muestreo, en la bahía de Tortugas, provincia de Casma, Ancash - Perú, durante los meses de noviembre 2011 a febrero del 2012.

ESTACIONES		PARÁMETROS AMBIENTALES											
ZONA	N°	TEMPERATURA (°C)				SALINIDAD (‰)				PROFUNDIDAD (m)			
		NOV	DIC	ENE	FEB	NOV	DIC	ENE	FEB	NOV	DIC	ENE	FEB
Intermareal Sur	1	20,2	21,6	19,8	22,3	34	35	35	35	-	-	-	-
	2	22,1	21,4	19,7	22,0	34	35	35	34	-	-	-	-
	3	23,3	21,6	20,1	22,2	35	36	34	35	-	-	-	-
	4	22,0	21,3	20,2	22,0	33	35	34	35	-	-	-	-
	5	22,3	21,5	20,5	21,8	34	34	35	34	-	-	-	-
	6	22,5	21,8	21,2	22,0	34	35	33	34	-	-	-	-
	7	22,7	21,4	21,4	21,9	35	34	37	35	-	-	-	-
	8	22,9	21,6	21,5	21,8	35	36	35	34	-	-	-	-
	9	23,0	21,6	21,4	21,7	34	35	36	34	-	-	-	-
	10	23,1	21,6	21,6	21,9	34	36	35	35	-	-	-	-
	11	23,5	21,8	22,0	22,3	34	35	34	34	-	-	-	-
Intermareal Este	12	23,7	22,0	22,3	22,6	35	35	35	35	-	-	-	-
	13	23,9	23,0	22,2	22,4	35	35	35	35	-	-	-	-
	14	24,1	22,0	22,2	22,4	35	34	35	36	-	-	-	-
	15	22,3	21,8	20,1	22,0	36	35	36	35	-	-	-	-
	16	22,3	21,8	20,2	22,2	35	36	35	35	-	-	-	-
Intermareal Norte	17	22,2	21,4	20,6	21,9	35	35	35	34	-	-	-	-
	18	22,6	22,1	20,9	22,1	34	35	37	34	-	-	-	-
	19	22,3	21,8	21,4	22,0	34	34	35	35	-	-	-	-
	20	22,7	21,6	21,4	22,2	35	35	34	35	-	-	-	-
	21	23,0	22,0	21,3	21,8	35	35	35	36	-	-	-	-
	22	23,1	21,8	21,6	22,0	36	34	35	35	-	-	-	-
	23	23,4	21,8	21,6	21,9	35	35	37	35	-	-	-	-
	24	23,8	22,0	21,8	21,9	34	36	35	34	-	-	-	-
	25	24,2	22,0	21,9	22,0	35	34	35	34	-	-	-	-
Submareal	26	16,2	14,6	15,6	15,3	36	35	35	35	10,8	12,3	11,2	10,6
	27	15,4	15,3	15,8	15,6	35	35	35	35	9,6	10,3	10,0	9,8
	28	16,3	15,9	16,1	15,6	35	35	35	36	14,4	14,2	16,4	15,3
	29	16,5	15,3	16,2	15,5	34	36	36	35	11,7	11,6	12,1	12,0
	30	15,8	15,8	16,1	16,0	35	35	36	35	12,6	11,2	12,3	12,1
	31	16,3	16,1	15,3	15,8	35	34	35	34	8,1	8,6	9,2	8,0
	32	16,1	16,2	15,4	15,5	34	35	34	35	5,4	7,5	7,2	6,5
	33	15,8	16,0	15,9	15,8	34	35	35	36	9,0	8,8	9,5	9,2
	34	15,6	15,8	16,3	15,8	35	36	36	35	7,2	7,0	8,2	8,6
	35	16,3	16,4	16,6	16,0	35	35	35	35	4,5	5,6	4,8	5,2
	36	16,5	16,4	16,8	16,3	34	35	35	35	5,4	6,0	6,3	6,0
	37	16,4	16,8	16,4	16,5	35	34	35	35	4,5	5,3	4,2	4,5

La temperatura superficial promedio del agua en el mes de noviembre del 2011 fue de 20,7 °C, con un mínimo de 15,4 °C (estación 27) y un máximo de 24,2 °C (estación 25). En el mes de diciembre del 2011, la temperatura superficial promedio fue de 19,9 °C, con un mínimo de 14,6 °C (estación 26) y un máximo de 23,0 °C (estación 13). Para el mes de enero del 2012, se encontró una temperatura promedio de 19,5 °C, con un mínimo de 15,3 °C (estación 31) y un máximo de 22,3 °C (estación 12). El último mes de muestreo, febrero del 2012, la temperatura superficial promedio presentó un valor de 20,0 °C, con un mínimo de 15,3 °C (estación 26) y un máximo de 22,6 °C (estación 12).

La salinidad promedio en el mes de noviembre del 2011 fue de 34,65 ‰, con un mínimo de 33 ‰ (estación 4) y un máximo de 36 ‰ (estaciones 15, 22 y 26). En el mes de diciembre del 2011, la salinidad promedio fue de 34,97 ‰, con un mínimo de 34 ‰ (estaciones 5, 7, 14, 19, 22, 25, 31 y 37) y un máximo de 36 ‰ (estaciones 3, 8, 10, 16, 24, 29 y 34). Para el mes de enero del 2012, se encontró una salinidad promedio de 35,11 ‰, con un mínimo de 33 ‰ (estación 6) y un máximo de 37 ‰ (estaciones 7, 18 y 23). El último mes de muestreo, febrero del 2012, la salinidad promedio presentó un valor de 34,81 ‰, con un mínimo de 34 ‰ (estaciones 2, 5, 6, 8, 9, 11, 17, 18, 24, 25 y 31) y un máximo de 36 ‰ (estaciones 14, 21, 28 y 33).

3.2. Especies de macroalgas, biomasa húmeda y seca libre de cenizas

Las especies identificadas, y los valores de biomasa húmeda y seca libre de cenizas, encontrados en los monitoreos de las estaciones de la bahía de Tortugas en la provincia de Casma, Ancash - Perú, son mostrados en las siguientes tablas 3 a 10, y fig. 5 a 15.

Tabla 3. Especies identificadas y biomasa húmeda (g m⁻²), de las macroalgas encontradas en las estaciones de muestreo, durante noviembre 2011, en la bahía de Tortugas, provincia de Casma, Ancash - Perú.

DIVISIÓN	ESPECIE	ESTACIONES																																					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	
CHLOROPHYTA	<i>Caulerpa filiformis</i>		24,8	853,3				475,0	863,3						341,7	266,7		698,3	197,1	900,0	575,0			978,3										3,2			3,6		
	<i>Codium peruvianum</i>								15,5																														
	<i>Ulva lactuca</i>							75,0	116,7						67,3		153,3								93,3				18,3	7,7				3,8		2,1	3,4		
	<i>Ulva papenfussii</i>							186,7									218,3								85,0					4,2									
PHAEOPHYTA	<i>Colpomenia sinuosa</i>							33,3									8,3		3,3	10,0																			
	<i>Desmarestia firma</i>			13,2																										3,2									
	<i>Desmarestia herbacea</i>			10,2													30,0																						
	<i>Petalonia fascia</i>			7,5								7,7													13,3														
RHODOPHYTA	<i>Ahnfeltiopsis concinna</i>										35,5							580,0			35,0																		
	<i>Ahnfeltiopsis durvillei</i>																							23,3												3,2			
	<i>Ahnfeltiopsis furcellata</i>																												6,2		8,3								
	<i>Ahnfeltiopsis pygmaea</i>																								26,7														
	<i>Chondracanthus chamissoi</i>							381,7								56,7	150,0						145,0															5,5	
	<i>Chondracanthus glomeratus</i>																	45,0	203,3			148,3	53,3													4,4			
	<i>Cryptonemia latissima</i>										40,0												56,7																
	<i>Gigartina paitensis</i>			15,0												6,7			6,7	13,2	6,7	10,0									1,7					4,6			
	<i>Grateloupia doryphora</i>			483,3					350,0																							11,2							
	<i>Halymenia tenera</i>										47,5																				5,2							1,8	
	<i>Prionitis decipiens</i>											5,8																											
	<i>Pterosiphonia dendroidea</i>																	28,3						73,3							5,6							2,1	
	<i>Pterothamnion orbignianum</i>									41,7																													
	<i>Rhodomenia howeana</i>										3,2	3,5					3,3						58,3	35,0															
N° TOTAL ESPECIES		0	0	4	3	0	0	0	7	3	3	4	0	0	0	3	4	6	3	3	6	6	4	1	3	0	0	0	0	2	3	3	2	0	2	0	3	3	3
BIOMASA TOTAL (g m ⁻²)		0,0	0,0	55,7	1491,6	0,0	0,0	0,0	1517,2	2021,7	90,7	52,5	0,0	0,0	0,0	465,7	426,7	483,2	1481,6	1981,7	1186,5	850,0	119,9	85,0	1098,3	0,0	0,0	0,0	24,5	15,1	24,7	7,3	0,0	7,0	0,0	12,2	6,0	12,5	

Tabla 4. Especies identificadas y biomasa seca libre de cenizas (g m^{-2}), de las macroalgas encontradas en las estaciones de muestreo, durante noviembre 2011, en la bahía de Tortugas, provincia de Casma, Ancash - Perú.

DIVISIÓN	ESPECIE	ESTACIONES																																					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	
CHLOROPHYTA	<i>Caulerpa filiformis</i>			2,6	67,1				47,0	179,8						35,1	26,1		81,5	174,1	92,7	57,8			121,6										0,3			0,4	
	<i>Codium peruvianum</i>								1,5																														
	<i>Ulva lactuca</i>								5,8	10,2						6,3		15,5							9,7				2,0	0,9					0,5		0,2	0,3	
	<i>Ulva papenfussii</i>								19,1									19,6							9,3						0,4								
PHAEOPHYTA	<i>Colpomenia sinuosa</i>								5,3									1,4		0,5	1,6																		
	<i>Desmarestia firma</i>								1,2																						0,2								
	<i>Desmarestia herbacea</i>								0,5									1,6																					
	<i>Petalonia fascia</i>								0,7				1,0												1,7														
RHODOPHYTA	<i>Ahnfeltiopsis concinna</i>											4,9							66,0			4,1																	
	<i>Ahnfeltiopsis durvillei</i>																							2,9													0,3		
	<i>Ahnfeltiopsis furcellata</i>																												0,5		0,6								
	<i>Ahnfeltiopsis pygmaea</i>																									3,0													
	<i>Chondracanthus chamissoi</i>								52,1							8,0	19,5						19,1															0,7	
	<i>Chondracanthus glomeratus</i>																	4,0	20,2			15,1	5,6													0,5			
	<i>Cryptonemia latissima</i>											3,6											6,6																
	<i>Gigartina paitensis</i>				15,2												0,9			0,7	1,7	0,8	1,1								0,2					0,5			
	<i>Grateloupia doryphora</i>				60,0					35,4																									1,2				
	<i>Halymenia tenera</i>											4,8																				0,5						0,1	
	<i>Prionitis decipiens</i>												0,5																										
	<i>Pterosiphonia dendroidea</i>																	3,0						8,3							0,6							0,2	
	<i>Pterothamnion orbignianum</i>										4,3																												
	<i>Rhodomenia howeana</i>											0,4	0,3					0,3					6,5	2,9															
N° TOTAL ESPECIES		0	0	4	3	0	0	0	7	3	3	4	0	0	0	3	4	6	3	3	6	6	4	1	3	0	0	0	0	2	3	3	2	0	2	0	3	3	3
BIOMASA TOTAL (g m^{-2})		0,0	0,0	5,0	142,3	0,0	0,0	0,0	166,2	194,3	8,8	6,7	0,0	0,0	0,0	49,4	46,8	45,1	167,7	175,3	124,2	90,3	14,0	9,3	134,3	0,0	0,0	0,0	2,5	1,5	2,3	0,8	0,0	0,8	0,0	1,3	0,5	1,4	

Tabla 5. Especies identificadas y biomasa húmeda (g m⁻²), de las macroalgas encontradas en las estaciones de muestreo, durante diciembre 2011, en la bahía de Tortugas, provincia de Casma, Ancash - Perú.

DIVISIÓN	ESPECIE	ESTACIONES																																					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	
CHLOROPHYTA	<i>Caulerpa filiformis</i>							71,8	236,2	602,7					52,0		248,3			123,0	210,8				194,7										4,2		8,2		
	<i>Codium peruvianum</i>							41,3																															
	<i>Ulva lactuca</i>							36,0	107,5						27,2		116,8								27,2	80,5				7,4					5,3	3,2	9,9		
	<i>Ulva papenfussii</i>				4,0				71,0						18,0		60,3								50,2												8,3		
PHAEOPHYTA	<i>Colpomenia sinuosa</i>				17,3																																		
	<i>Desmarestia firma</i>																																						
	<i>Desmarestia herbacea</i>																																				2,8		
	<i>Petalonia fascia</i>																	26,8							17,7														
RHODOPHYTA	<i>Ahnfeltiopsis concinna</i>																							13,7															
	<i>Ahnfeltiopsis durvillei</i>																																			7,2			
	<i>Ahnfeltiopsis furcellata</i>								13,7																														
	<i>Ahnfeltiopsis pygmaea</i>																																						
	<i>Chondracanthus chamissoi</i>																	36,5																			0,6		
	<i>Chondracanthus glomeratus</i>																																						
	<i>Crytonemia latissima</i>											41,7													150,7														
	<i>Gigartina paitensis</i>				16,3																				84,5		23,3						12						
	<i>Grateloupia doryphora</i>				12,7										27,5										17,0														
	<i>Halymenia tenera</i>											37,7																									13	0,5	
	<i>Prionitis decipiens</i>																								18,8														
	<i>Pterosiphonia dendroidea</i>					5,2												20,5								31,7						5,5					3,8		
	<i>Pterothamnion orbignianum</i>											53,7																											
<i>Rhodomenia howeana</i>											4,2			13,8		40,3								111,2															
N° TOTAL ESPECIES		0	0	0	5	0	0	4	3	2	3	0	0	0	5	0	2	5	0	4	4	0	4	2	2	0	0	0	0	0	3	0	3	0	0	2	0	3	4
BIOMASA TOTAL (g m ⁻²)		0,0	0,0	0,0	55,5	0,0	0,0	162,8	414,7	656,4	83,6	0,0	0,0	0,0	138,5	0,0	288,6	260,9	0,0	243,3	562,2	0,0	86,4	77,4	275,2	0,0	0,0	0,0	0,0	18,5	0,0	13,9	0,0	0,0	9,5	0,0	8,3	19,2	

Tabla 6. Especies identificadas y biomasa seca libre de cenizas (g m^{-2}), de las macroalgas encontradas en las estaciones de muestreo, durante diciembre 2011, en la bahía de Tortugas, provincia de Casma, Ancash - Perú.

DIVISIÓN	ESPECIE	ESTACIONES																																					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	
CHLOROPHYTA	<i>Caulerpa filiformis</i>							7,7	19,9	64,9					4,9	28,1			14,6	20,1			16,0												0,4		0,9		
	<i>Codium peruvianum</i>							4,1																															
	<i>Ulva lactuca</i>							3,4	10,5						3,3	11,8							2,9	8,0						0,7					0,5	0,3	1,0		
	<i>Ulva papenfussii</i>				0,4				7,9						1,6	8,0								6,5						1,0									
PHAEOPHYTA	<i>Colpomenia sinuosa</i>				2,4																																		
	<i>Desmarestia firma</i>																																						
	<i>Desmarestia herbacea</i>																														0,1								
	<i>Petalonia fascia</i>																3,6						2,0																
RHODOPHYTA	<i>Ahnfeltiopsis concinna</i>																						1,9																
	<i>Ahnfeltiopsis durvillei</i>																																			0,7			
	<i>Ahnfeltiopsis furcellata</i>							1,2																															
	<i>Ahnfeltiopsis pygmaea</i>																																						
	<i>Chondracanthus chamissoi</i>																	4,8																				0,1	
	<i>Chondracanthus glomeratus</i>																							8,7															
	<i>Crytonemia latissima</i>											4,6											16,4																
	<i>Gigartina paitensis</i>				1,7																		10,3		3,0							0,1							
	<i>Grateloupia doryphora</i>				1,2										3,0								1,7																
	<i>Halymenia tenera</i>											3,5																										0,1	0,1
	<i>Prionitis decipiens</i>																						1,8																
	<i>Pterosiphonia dendroidea</i>				0,4													2,4							3,3							0,6						0,5	
	<i>Pterothamnion orbignianum</i>										6,3																												
<i>Rhodomenia howeana</i>											0,5				1,3	3,7						9,2																	
N° TOTAL ESPECIES		0	0	0	5	0	0	4	3	2	3	0	0	0	5	0	2	5	0	4	4	0	4	2	2	0	0	0	0	0	3	0	3	0	0	2	0	3	4
BIOMASA TOTAL (g m^{-2})		0,0	0,0	0,0	6,1	0,0	0,0	16,4	38,3	71,2	8,6	0,0	0,0	0,0	14,1	0,0	31,8	30,6	0,0	28,4	54,4	0,0	10,2	9,4	24,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	0,0	1,4	0,0	0,0	0,9	0,0	0,9	2,1	

Tabla 7. Especies identificadas y biomasa húmeda (g m⁻²), de las macroalgas encontradas en las estaciones de muestreo, durante enero 2012, en la bahía de Tortugas, provincia de Casma, Ancash - Perú.

DIVISIÓN	ESPECIE	ESTACIONES																																					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	
CHLOROPHYTA	<i>Caulerpa filiformis</i>							1000,0	2468,3					72,3	258,3	203,3		348,3	306,7	930,0															20,8	4,7	6,7		
	<i>Codium peruvianum</i>																																						
	<i>Ulva lactuca</i>				5,5							13,0			83,3	20,0	178,3																		8,1	6,4	10,9		
	<i>Ulva papenfussii</i>																													5,3					7,6				
PHAEOPHYTA	<i>Colpomenia sinuosa</i>											20,8																											
	<i>Desmarestia firma</i>																																						
	<i>Desmarestia herbacea</i>																																						
	<i>Petalonia fascia</i>																																						
RHODOPHYTA	<i>Ahnfeltiopsis concinna</i>																																						
	<i>Ahnfeltiopsis durvillei</i>														21,0								10,0					22,2	6,8										
	<i>Ahnfeltiopsis furcellata</i>							53,8			6,0			13,7																						4,2			
	<i>Ahnfeltiopsis pygmaea</i>										20,8																												
	<i>Chondracanthus chamissoi</i>							350,0				17,2																										2,3	
	<i>Chondracanthus glomeratus</i>							303,3				25,7			23,8			106,7																			5,3		
	<i>Cryptonemia latissima</i>				12,2										10,3																								
	<i>Gigartina paitensis</i>				11,3							10,5					158,3		20,0	11,3															5,8	5,6		7,4	
	<i>Grateloupia doryphora</i>											3,5	7,2																							6,5			
	<i>Halymenia tenera</i>											38,0																											
	<i>Prionitis decipiens</i>											4,3	13,3						30,0																				
	<i>Pterosiphonia dendroidea</i>											70,0																											
	<i>Pterothamnion orbignianum</i>											62,0																											
	<i>Rhodomenia howeana</i>				5,7				25,7		90,0	9,7			8,5		113,3	35,0					46,7																
N° TOTAL ESPECIES		0	0	0	4	0	0	0	5	3	5	5	4	0	5	3	3	3	3	3	2	4	0	0	0	0	0	0	0	2	1	3	2	0	0	3	3	2	4
BIOMASA TOTAL (g m ⁻²)		0,0	0,0	0,0	54,7	0,0	0,0	0,0	1732,8	2600,3	56,6	57,0	66,4	0,0	125,8	365,4	336,6	371,6	485,0	326,7	1101,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	24,3	5,3	34,5	12,4	0,0	0,0	36,5	16,9	11,1	24,3	

Tabla 8. Especies identificadas y biomasa seca libre de cenizas (g m^{-2}), de las macroalgas encontradas en las estaciones de muestreo, durante enero 2012, en la bahía de Tortugas, provincia de Casma, Ancash - Perú.

DIVISIÓN	ESPECIE	ESTACIONES																																					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	
CHLOROPHYTA	<i>Caulerpa filiformis</i>							104,2	220,0						7,3	28,3	25,2		40,6	24,4	102,9															2,2	0,4	0,7	
	<i>Codium peruvianum</i>																																						
	<i>Ulva lactuca</i>				1,7							15				7,4	18	16,5																		0,8	0,6	1,2	
	<i>Ulva papenfussii</i>																														0,5				0,9				
PHAEOPHYTA	<i>Colpomenia sinuosa</i>										3,2																												
	<i>Desmarestia firma</i>																																						
	<i>Desmarestia herbacea</i>																																						
	<i>Petalonia fascia</i>																																						
RHODOPHYTA	<i>Ahnfeltiopsis concinna</i>											3,2																											
	<i>Ahnfeltiopsis durvillei</i>														2,3														1,2		2,6	0,9							
	<i>Ahnfeltiopsis furcellata</i>							4,8			0,6				1,2																						0,3		
	<i>Ahnfeltiopsis pygmaea</i>									2,5																													
	<i>Chondracanthus chamissoi</i>							43,3				2,2																										0,4	
	<i>Chondracanthus glomeratus</i>							31,2				2,8				2,6			11,7																		0,6		
	<i>Cryptonemia latissima</i>				1,3										1,3																								
	<i>Gigartina paitensis</i>				1,1								1,3					19,4		2,3	1,4											0,8	0,6			1,0			
	<i>Grateloupia doryphora</i>										0,3	1,0																							0,7				
	<i>Halymenia tenera</i>											2,9																		1,2									0,4
	<i>Prionitis decipiens</i>										0,3	0,9							2,8																				
	<i>Pterosiphonia dendroidea</i>										8,0																												
	<i>Pterothamnion orbignianum</i>										8,5																												
	<i>Rhodomenia howeana</i>				1,5				2,3		8,9	0,8			0,8		10,4	3,5				4,0																	
N° TOTAL ESPECIES		0	0	0	4	0	0	0	5	3	5	5	4	0	5	3	3	3	3	3	2	4	0	0	0	0	0	0	0	2	1	3	2	0	0	3	3	2	4
BIOMASA TOTAL (g m^{-2})		0,0	0,0	0,0	5,6	0,0	0,0	0,0	185,8	236,5	14,9	6,5	7,8	0,0	12,9	38,3	37,4	39,4	55,1	26,7	121,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	0,5	4,1	1,5	0,0	0,0	3,9	1,9	1,0	2,7	

Tabla 9. Especies identificadas y biomasa húmeda (g m⁻²), de las macroalgas encontradas en las estaciones de muestreo, durante febrero 2012, en la bahía de Tortugas, provincia de Casma, Ancash - Perú.

DIVISIÓN	ESPECIE	ESTACIONES																																				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
CHLOROPHYTA	<i>Caulerpa filiformis</i>					373,7	371,2	345,5	95,0		55,7				374,5	188,0				215						78,2							3,9			9,5	6,3	
	<i>Codium peruvianum</i>																						9,0															
	<i>Ulva lactuca</i>				34,3										18,8		39,5																4,3				5,9	
	<i>Ulva papenfussii</i>					9,3									53,8	27,2	74,8														16	3,0						116
PHAEOPHYTA	<i>Colpomenia sinuosa</i>																					7,3																
	<i>Desmarestia firma</i>																																					
	<i>Desmarestia herbacea</i>														13,8												7,2											
	<i>Petalonia fascia</i>																	20,2																				
RHODOPHYTA	<i>Ahnfeltiopsis concinna</i>							11,3																		47,8												
	<i>Ahnfeltiopsis durvillei</i>																																					10,6
	<i>Ahnfeltiopsis furcellata</i>							72,7	14,3			20,5			73,7																						10,7	
	<i>Ahnfeltiopsis pygmaea</i>											11,3																										
	<i>Chondracanthus chamissoi</i>						60,7		105,3							17,0																						2,1
	<i>Chondracanthus glomeratus</i>								73,8																													5,2
	<i>Cryptonemia latissima</i>				7,0																																	29,2
	<i>Gigartina paitensis</i>				5,2																																	4,2
	<i>Grateloupia doryphora</i>											30,5															210										15,7	
	<i>Halymenia tenera</i>											10,2																9,0										6,7
	<i>Prionitis decipiens</i>																												14,0									
	<i>Pterosiphonia dendroidea</i>												14,3																									10,8
	<i>Pterothamnion orbignianum</i>												27,3																									20,5
	<i>Rhodomenia howeana</i>				4,3			74,8		27,7		8,8	7,2																									318
N° TOTAL ESPECIES		0	0	0	5	0	3	3	5	3	3	4	0	0	5	3	2	4	0	2	4	1	0	0	4	3	0	0	3	1	3	0	2	0	0	2	2	3
BIOMASA TOTAL (g m ⁻²)		0,0	0,0	0,0	60,1	0,0	509,2	555,2	566,6	136,6	49,5	94,7	0,0	0,0	534,6	232,2	71,3	111,8	0,0	27,0	70,8	9,0	0,0	0,0	96,5	101,2	0,0	0,0	18,9	3,0	30,6	0,0	8,2	0,0	0,0	15,7	15,4	20,0

Tabla 10. Especies identificadas y biomasa seca libre de cenizas (g m⁻²), de las macroalgas encontradas en las estaciones de muestreo, durante febrero 2012, en la bahía de Tortugas, provincia de Casma, Ancash - Perú.

DIVISIÓN	ESPECIE	ESTACIONES																																						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37		
CHLOROPHYTA	<i>Caulerpa filiformis</i>					31,5	37,9	32,4	10,2		5,5			36,5	19,5			2,1								7,7							0,4			0,9	0,7			
	<i>Codium peruvianum</i>																				0,8																			
	<i>Ulva lactuca</i>				2,8									2,1		4,2																		0,4			0,6			
	<i>Ulva papenfussii</i>				1,1									5,5	2,6		6,5													0,2	0,3								1,4	
PHAEOPHYTA	<i>Colpomenia sinuosa</i>																				1,1																			
	<i>Desmarestia firma</i>																																							
	<i>Desmarestia herbacea</i>													1,0												0,5														
	<i>Petalonia fascia</i>																2,4																							
RHODOPHYTA	<i>Ahnfeltiopsis concinna</i>						12,3																		6,3															
	<i>Ahnfeltiopsis durvillei</i>																													1,4										
	<i>Ahnfeltiopsis furcellata</i>						8,0	1,4			1,8			6,6																						1,2				
	<i>Ahnfeltiopsis pygmaea</i>										1,1																													
	<i>Chondracanthus chamissoi</i>						8,5		14,7							2,3																								0,3
	<i>Chondracanthus glomeratus</i>								6,9																														0,6	
	<i>Cryptonemia latissima</i>				0,7																																			
	<i>Gigartina paitensis</i>				0,6															0,9	0,7	1,3													0,6			1,2		
	<i>Grateloupia doryphora</i>											3,5														2,3													1,7	
	<i>Halymenia tenera</i>											0,9																											0,6	
	<i>Prionitis decipiens</i>																											0,9											1,3	
	<i>Pterosiphonia dendroidea</i>										1,6								1,2																				2,2	
<i>Pterothamnion orbignianum</i>										3,9																														
<i>Rhodomenia howeana</i>				0,4		6,5		2,5		1,0	0,9					2,4																								
N° TOTAL ESPECIES		0	0	0	5	0	3	3	5	3	3	4	0	0	5	3	2	4	0	2	4	1	0	0	4	3	0	0	3	1	3	0	2	0	0	2	2	3		
BIOMASA TOTAL (g m ⁻²)		0,0	0,0	0,0	5,6	0,0	46,5	58,2	57,9	15,7	5,4	9,3	0,0	0,0	51,7	24,4	6,6	11,0	0,0	2,8	8,1	0,8	0,0	0,0	11,3	9,9	0,0	0,0	2,2	0,3	3,5	0,0	0,8	0,0	0,0	1,8	1,5	2,4		

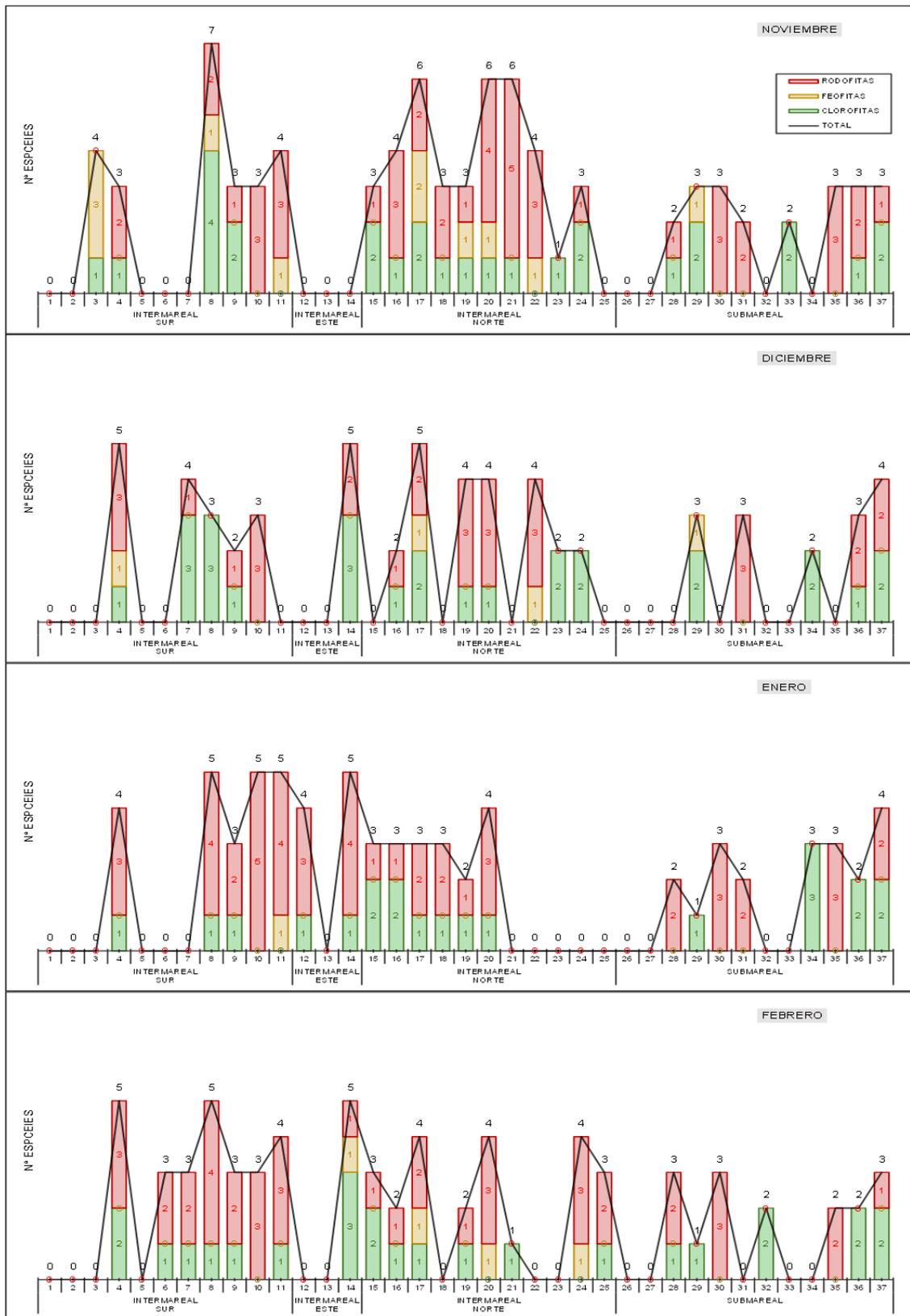


Fig. 5. Número de especies identificadas según su División, de las macroalgas encontradas en las estaciones de muestreo, durante los meses de noviembre y diciembre del 2011, y enero y febrero del 2012, en la bahía de Tortugas, provincia de Casma, Ancash - Perú.

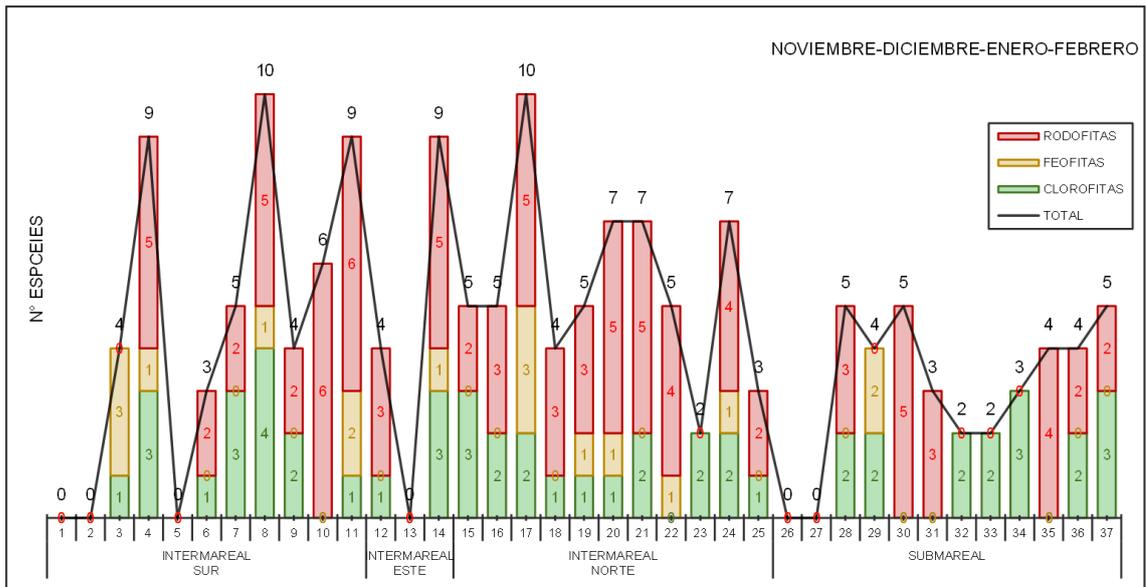


Fig. 6. Distribución del número de especies según División, de las macroalgas en las estaciones de muestreo, durante los meses de noviembre y diciembre del 2011, y enero y febrero del 2012, en la bahía de Tortugas, provincia de Casma, Ancash - Perú.

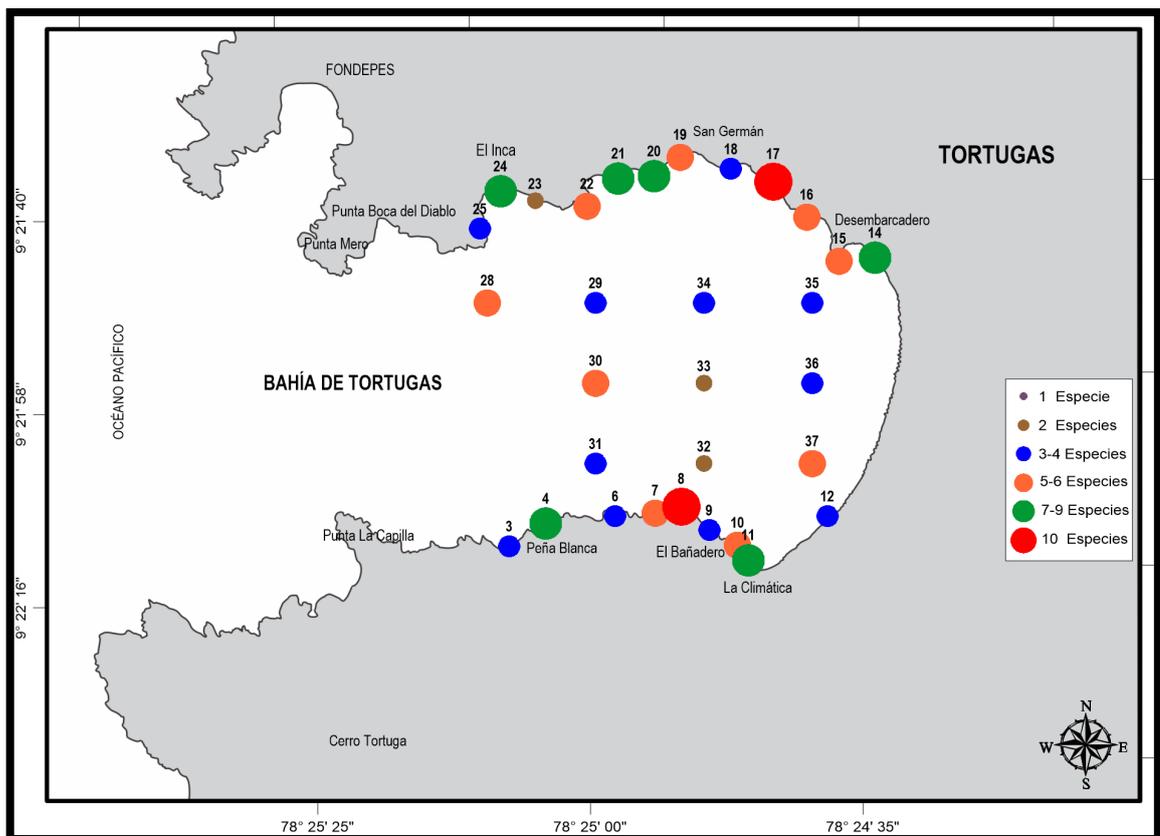


Fig. 7. Distribución del número total de especies de macroalgas por estación, considerando los 4 meses de muestreo (noviembre y diciembre del 2011, y enero y febrero del 2012), en la bahía de Tortugas, provincia de Casma, Ancash - Perú.

Teniendo en cuenta toda la bahía de Tortugas, se identificaron 22 especies en las 37 estaciones durante los 4 meses de muestreo, de los cuales 4 especies representaron las clorofitas, 4 especies a las feofitas y 14 a las rodofitas.

Las macroalgas rodofitas predominaron en número de especies durante los 4 meses de muestreo, sobre todo en los meses de enero y febrero en la subzona intermareal sur; seguido en número de especies por las clorofitas y las feofitas.

Las rodofitas presentaron un máximo de 6 especies en las estaciones 10 y 11; seguido por las estaciones 4, 8, 14, 17, 20, 21 y 30, con 5 especies cada una.

Las clorofitas, presentaron un máximo de 4 especies en la estación 8; y 3 especies en las estaciones 4, 8, 14, 15, 34 y 37.

Las feofitas presentaron un máximo de 3 especies en las estaciones 3 y 17, siendo este grupo el que presentó menor distribución entre las estaciones en los 4 meses de muestreo.

El mayor número de especies totales se presentaron las estaciones 8 y 17 con 10 especies cada una, mientras que en las estaciones 1, 2, 5, 13, 26 y 27 no se encontraron macroalgas.

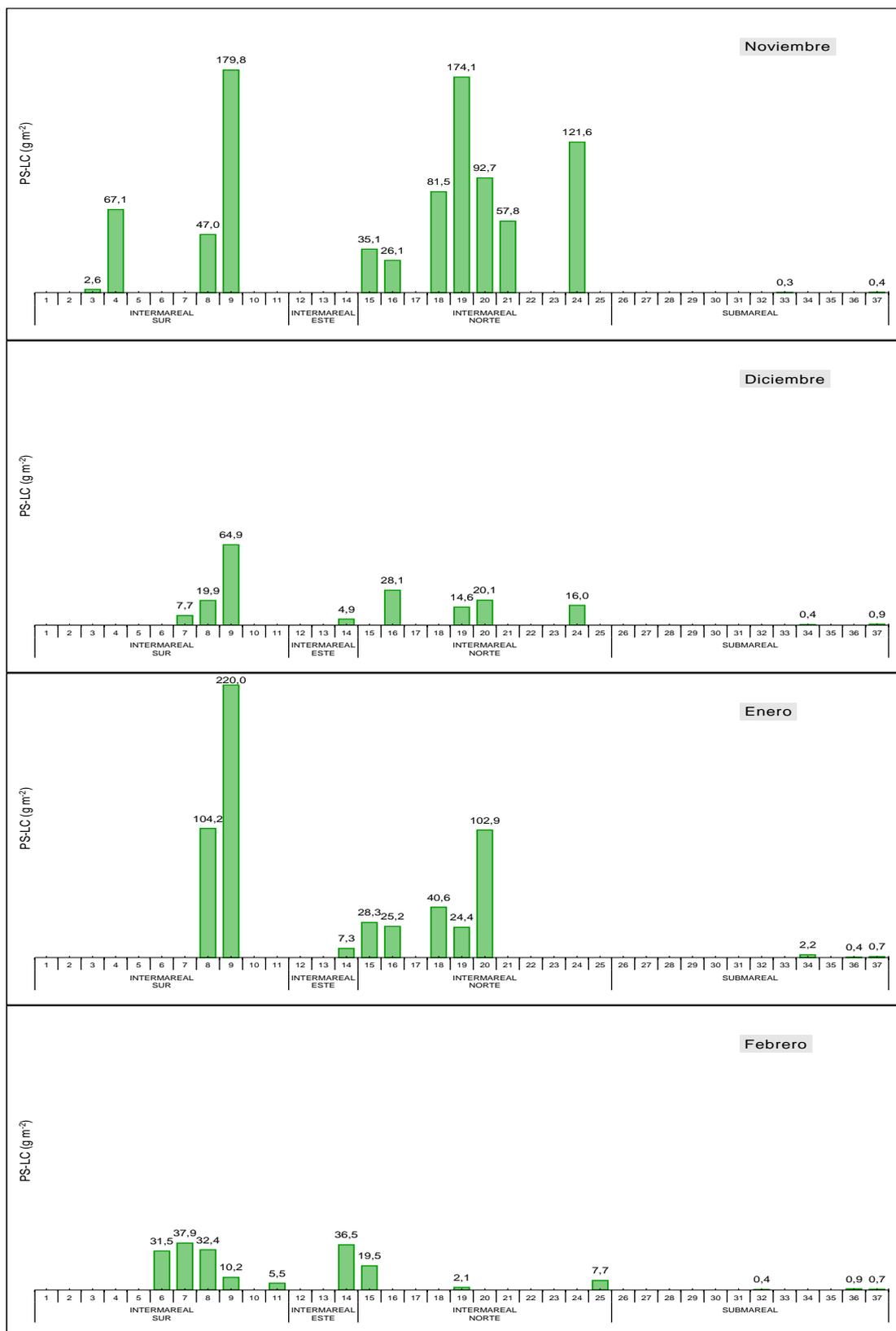


Fig. 8. Biomasa seca libre de cenizas de *Caulerpa filiformis* en las estaciones de muestreo, en los meses de noviembre y diciembre del 2011, y enero y febrero del 2012, en la bahía de Tortugas, provincia de Casma, Ancash - Perú.

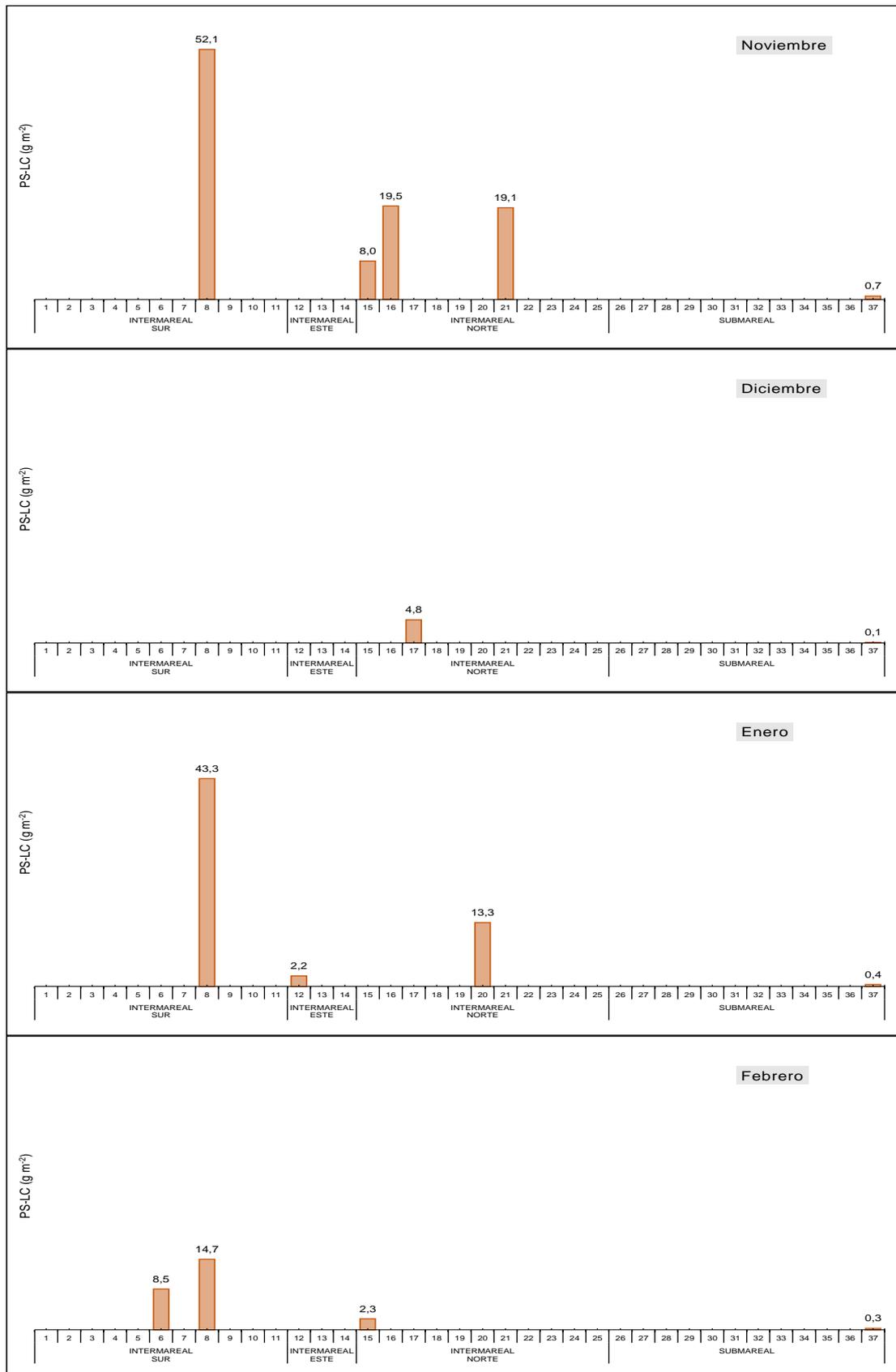


Fig. 9. Biomasa seca libre de cenizas de *Chondracanthus chamissoi* en las estaciones de muestreo, en los meses de noviembre y diciembre del 2011, y enero y febrero del 2012, en la bahía de Tortugas, provincia de Casma, Ancash - Perú.

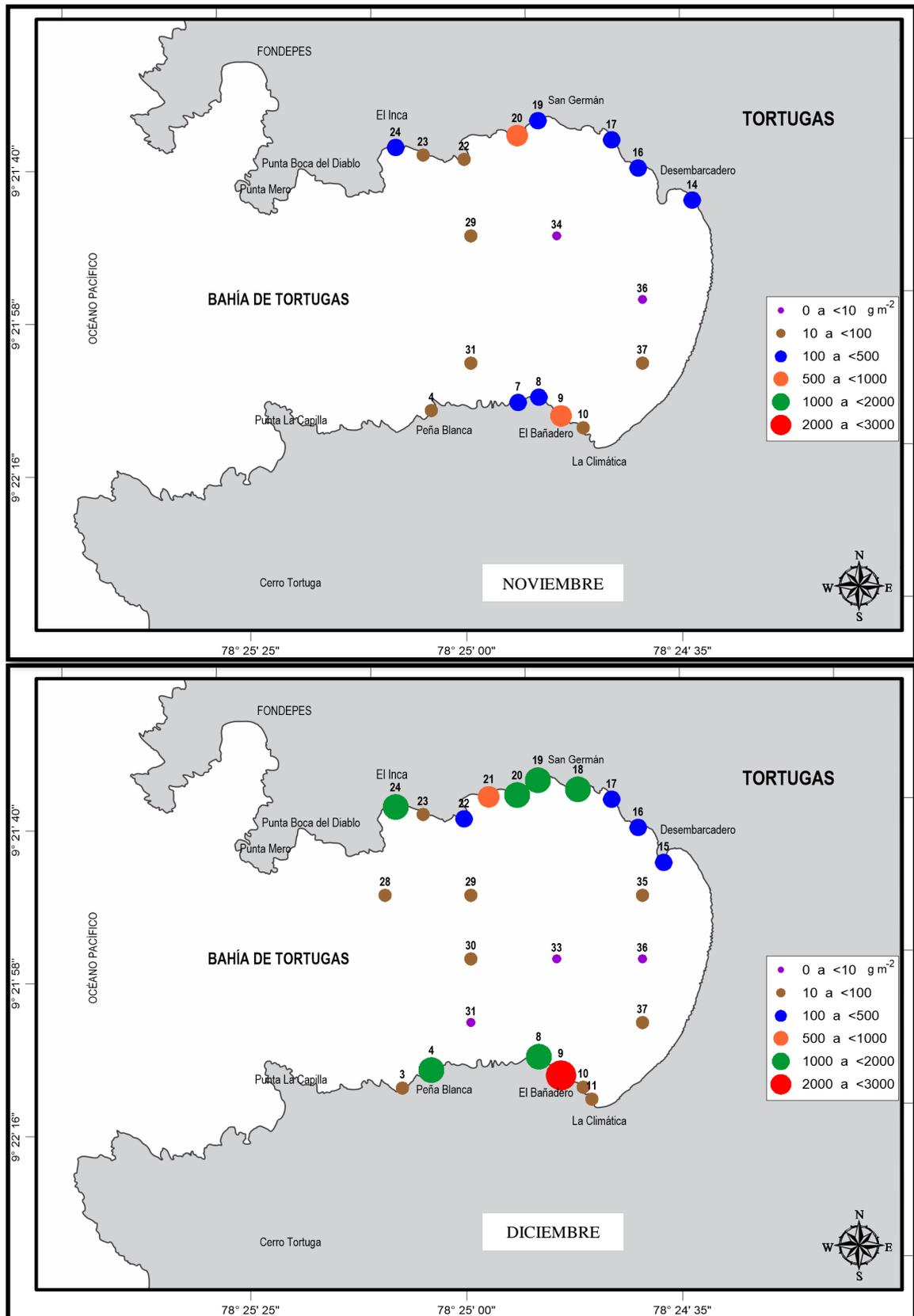


Fig. 10. Distribución de la biomasa húmeda total de las macroalgas en las estaciones de muestreo, en noviembre y diciembre del 2011, en la bahía de Tortugas, provincia de Casma, Ancash - Perú.

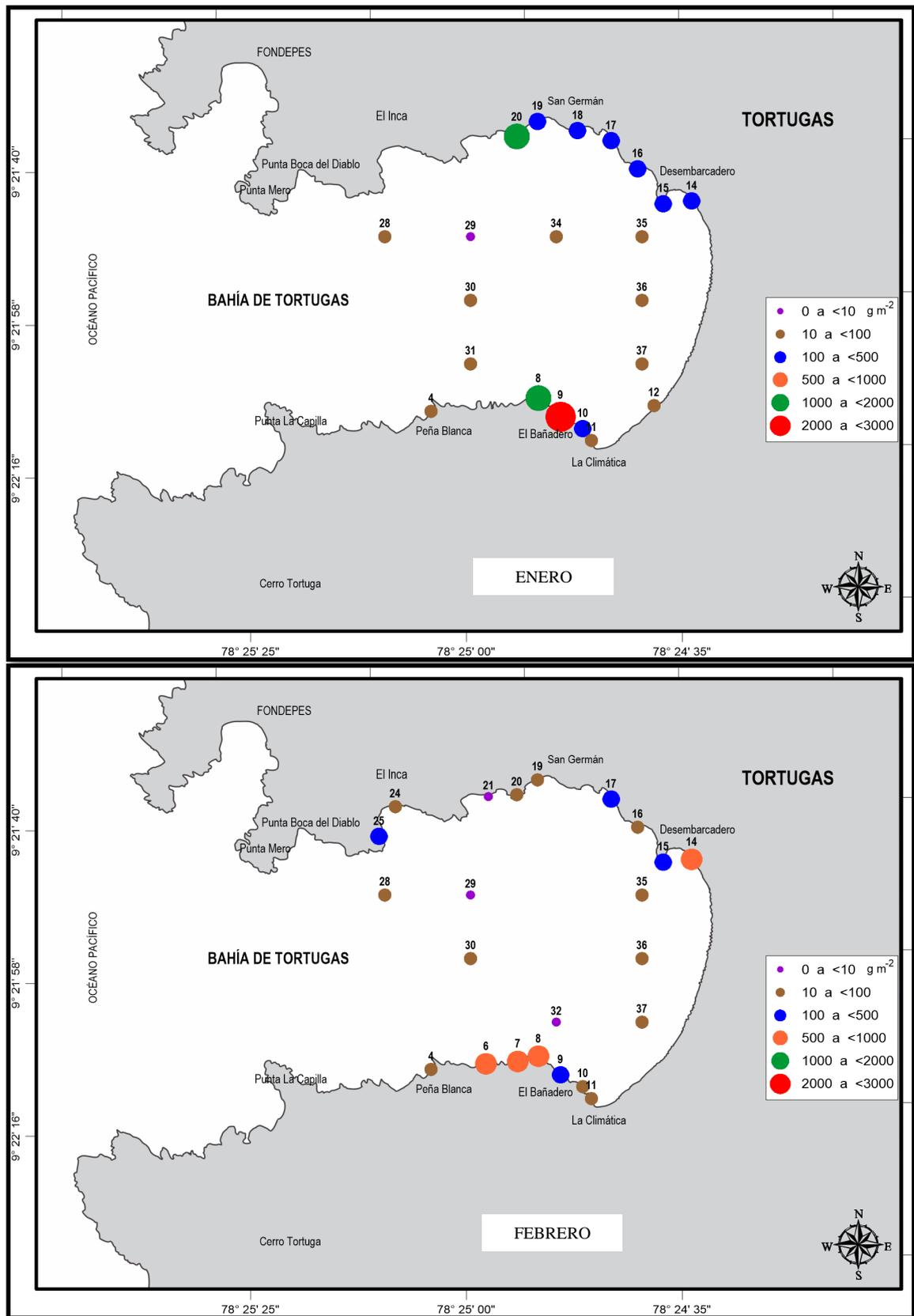


Fig. 11. Distribución de la biomasa húmeda total de las macroalgas en las estaciones de muestreo, en enero y febrero del 2012, en la bahía de Tortugas, provincia de Casma, Ancash - Perú.

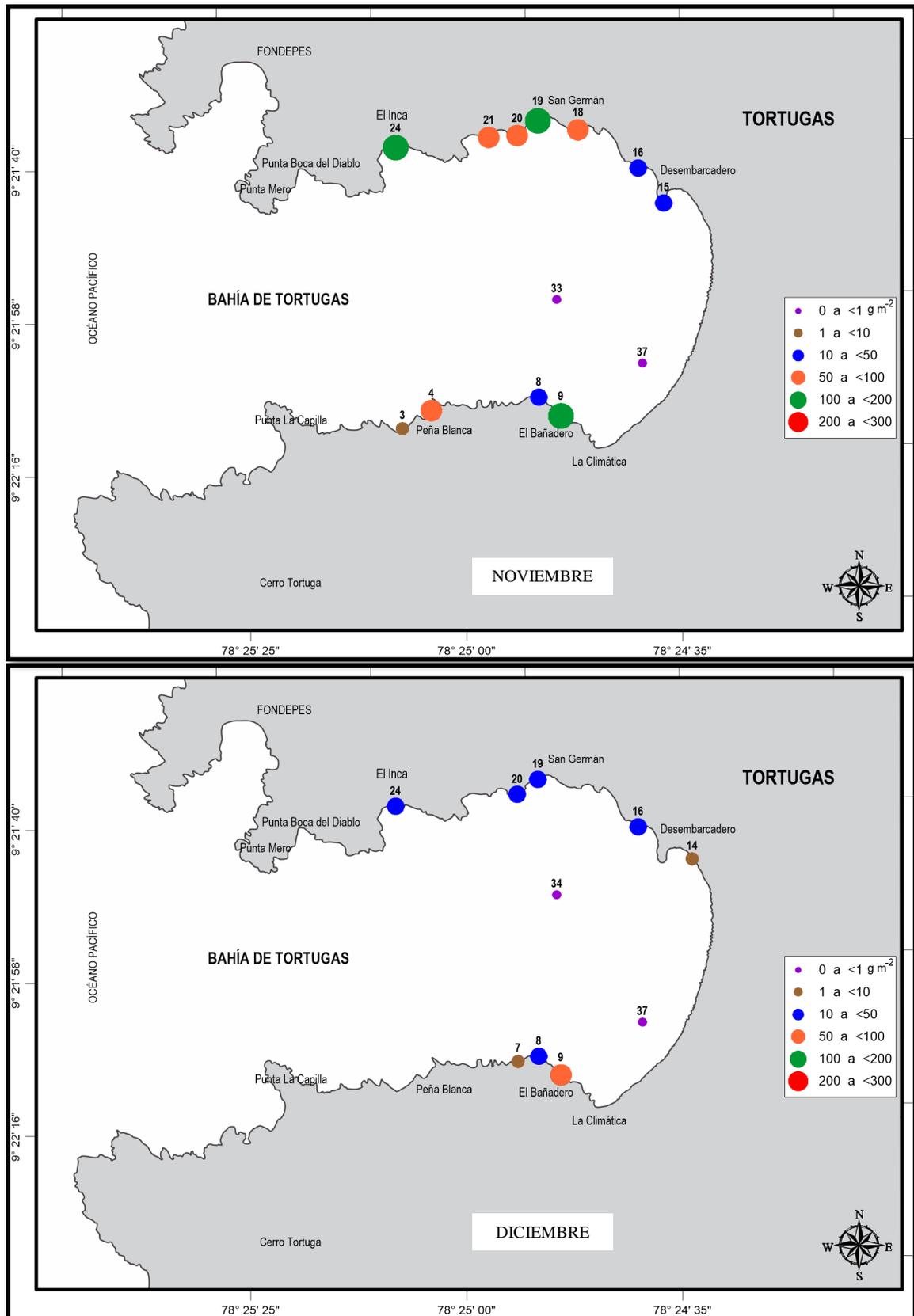


Fig. 12. Distribución de la biomasa seca libre de cenizas de *Caulerpa filiformis* por estación de muestreo, durante los meses noviembre y diciembre del 2011, en la bahía de Tortugas, provincia de Casma, Ancash - Perú.

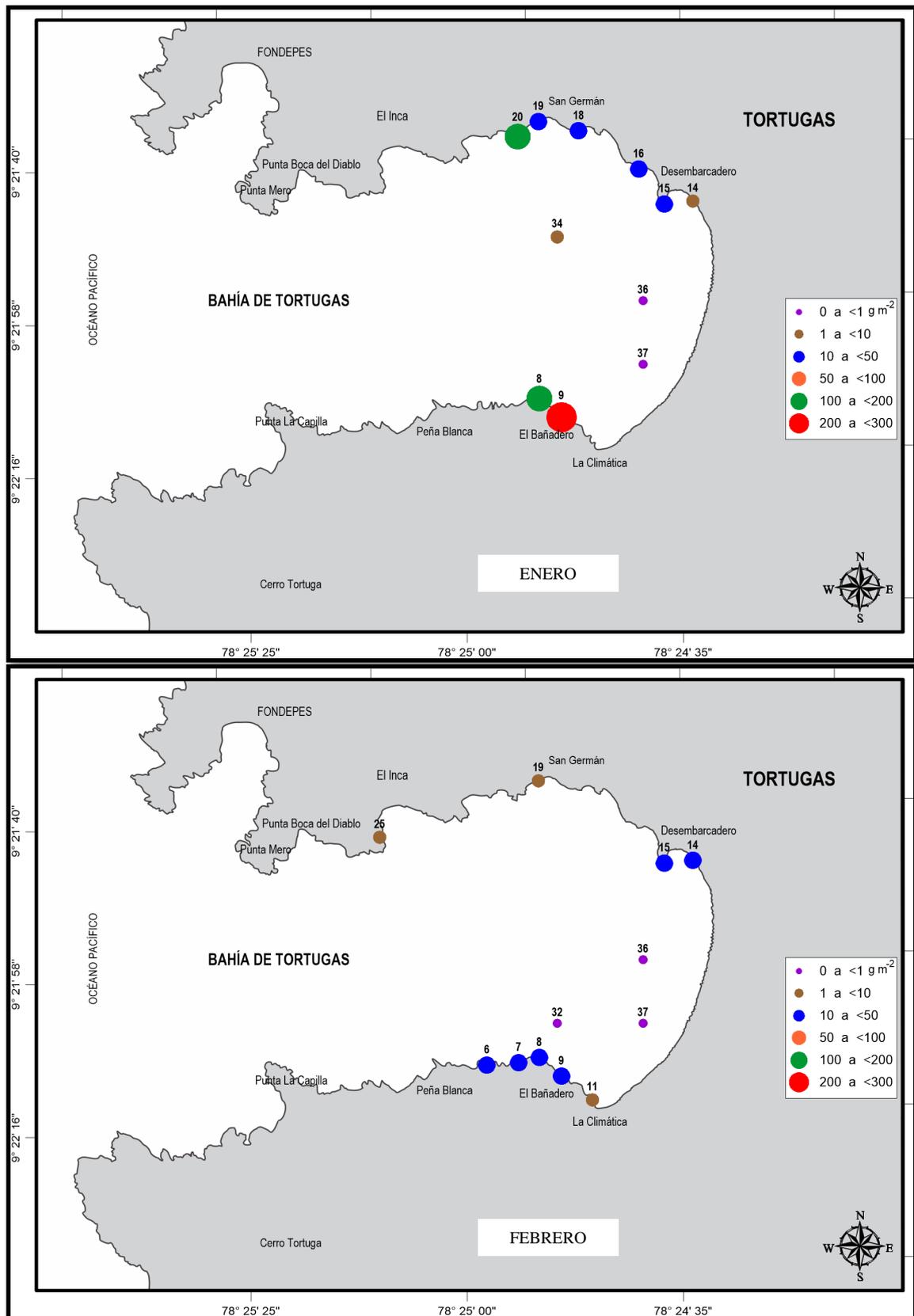


Fig. 13. Distribución de la biomasa seca libre de cenizas de *Caulerpa filiformis* por estación de muestreo, durante los meses enero y febrero del 2012, en la bahía de Tortugas, provincia de Casma, Ancash - Perú.

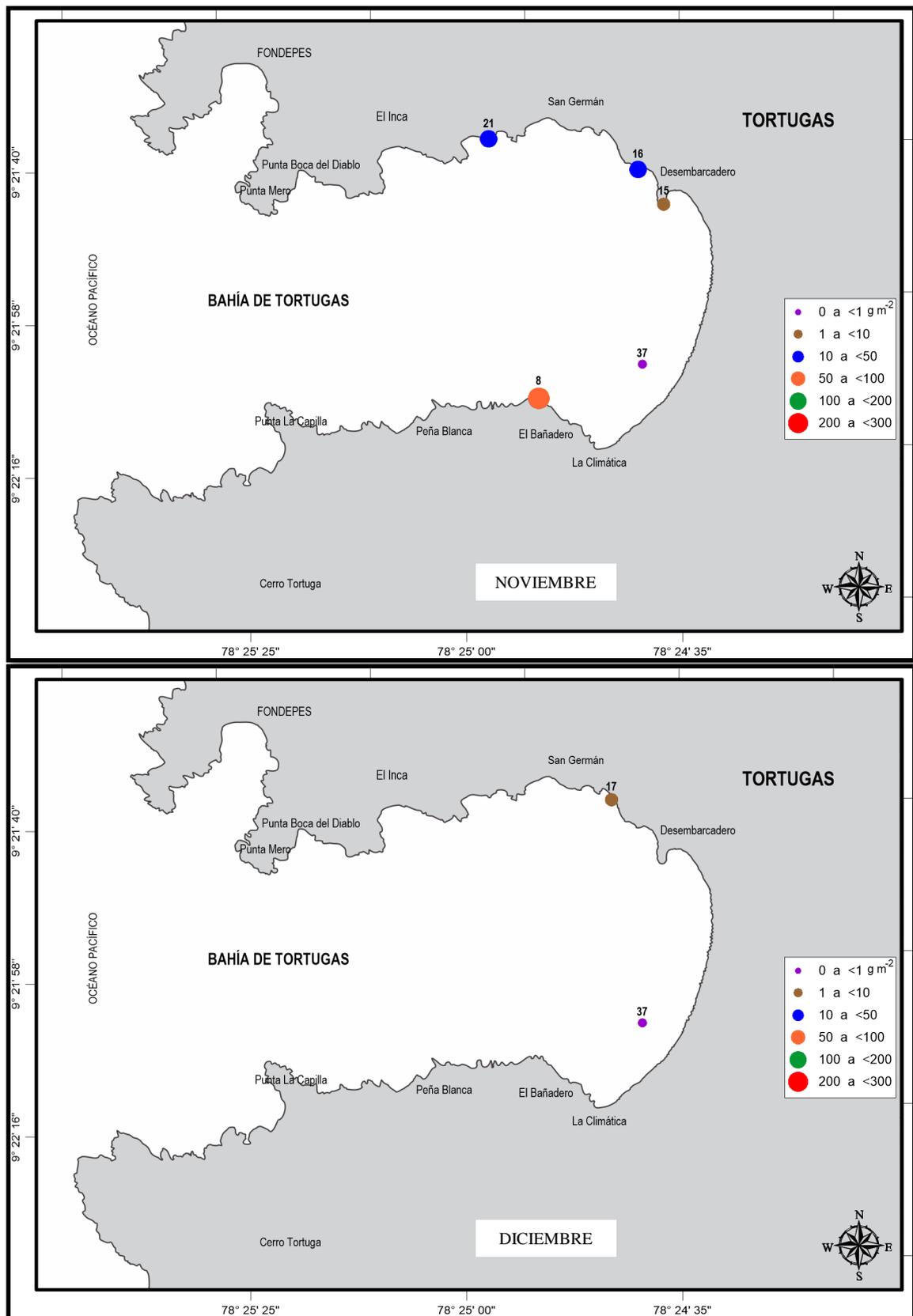


Fig. 14. Distribución de la biomasa seca libre de cenizas de *Chondracanthus chamissoi* por estación de muestreo, durante los meses noviembre y diciembre del 2011, en la bahía de Tortugas, provincia de Casma, Ancash - Perú.

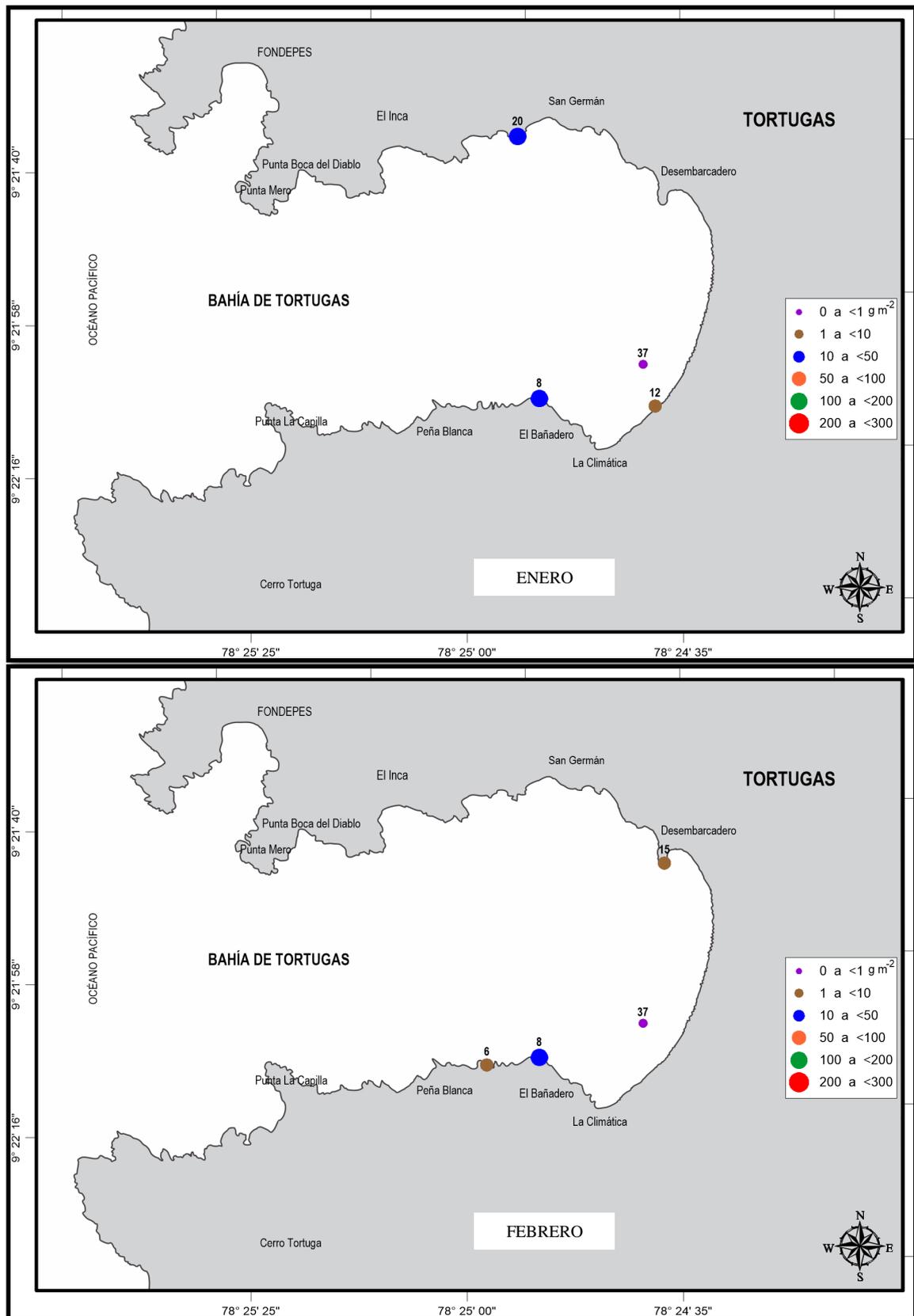


Fig. 15. Distribución de la biomasa seca libre de cenizas de *Chondracanthus chamissoi* por estación de muestreo, durante los meses enero y febrero del 2012, en la bahía de Tortugas, provincia de Casma, Ancash - Perú.

Dentro de las especies con mayor biomasa húmeda, se encontraron a *Caulerpa filiformis*, *Chondracanthus chamissoi*, *Ulva lactuca*, *Chondracanthus glomeratus* y *Grateloupia doryphora*; siendo las principales *Caulerpa filiformis* y *Chondracanthus chamissoi*, las que presentaron un promedio de biomasa húmeda total (todas las estaciones y meses de muestreo) de 123,31 g m⁻² (64,77 %) y 9,76 g m⁻² (5,13 %), respectivamente.

Con respecto a las especies con mayor biomasa seca libre de cenizas, fueron similares a las encontradas con biomasa húmeda: *Caulerpa filiformis*, *Chondracanthus chamissoi*, *Ulva lactuca*, *Chondracanthus glomeratus* y *Grateloupia doryphora*. De similar forma que para la biomasa húmeda, *Caulerpa filiformis* y *Chondracanthus chamissoi*, presentaron un promedio de biomasa seca total libre de cenizas (todas las estaciones y meses de muestreo) de 12,20 g m⁻² (62,56 %) y 1,28 g m⁻² (6,56 %), respectivamente.

Caulerpa filiformis, en el mes de noviembre presentó los mayores valores de biomasa seca libre de cenizas en las estaciones 9, 19 y 21, con 179,8 g m⁻², 174,1 g m⁻² y 121,6 g m⁻², respectivamente; mientras que en las estaciones, 1, 2, 5-7, 10-14, 17, 22, 23, 25-32 y 34-36, no se encontraron macroalgas durante los muestreos. Para el mes de diciembre disminuyó los valores de biomasa por estación, presentándose el mayor valor en la estación 9 con 64,9 g m⁻². En el mes de enero hubo un incremento de la biomasa en la estación 9, con 220,0 g m⁻², seguido de las estaciones 8 y 20, con 104,2 g m⁻² y 102,9 g m⁻², respectivamente. Para el mes de febrero se presentó una baja presencia de biomasa seca libre de cenizas de *C. filiformes*, con máximos en las estaciones 6, 7, 8 y 14, con 31,5 g m⁻², 37,9 g m⁻², 32,4 g m⁻² y 36,5 g m⁻², respectivamente.

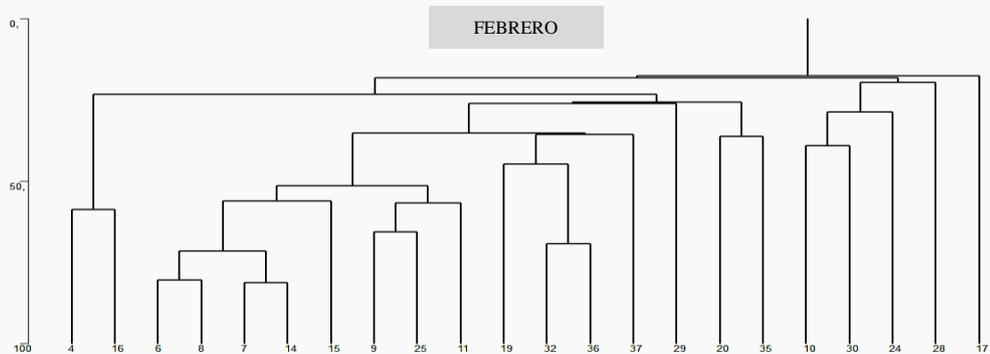
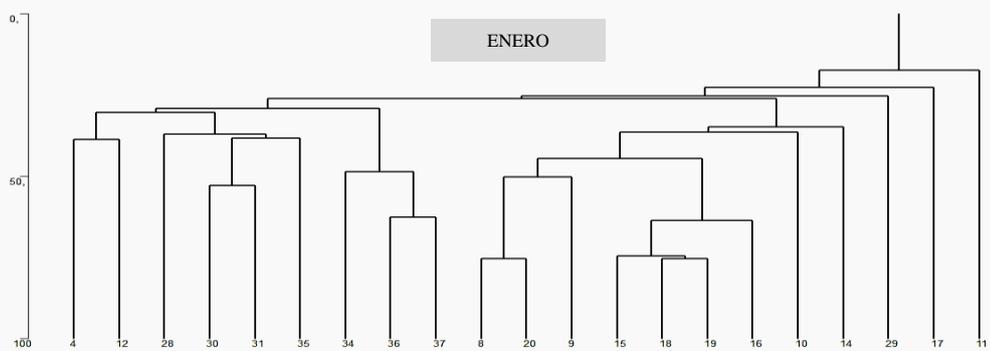
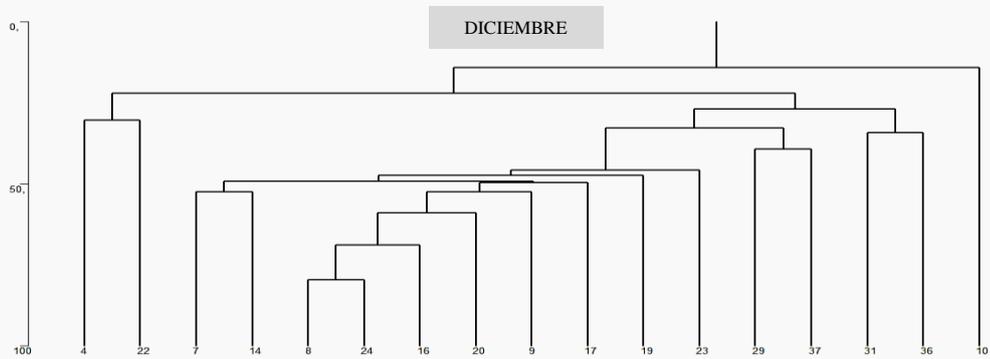
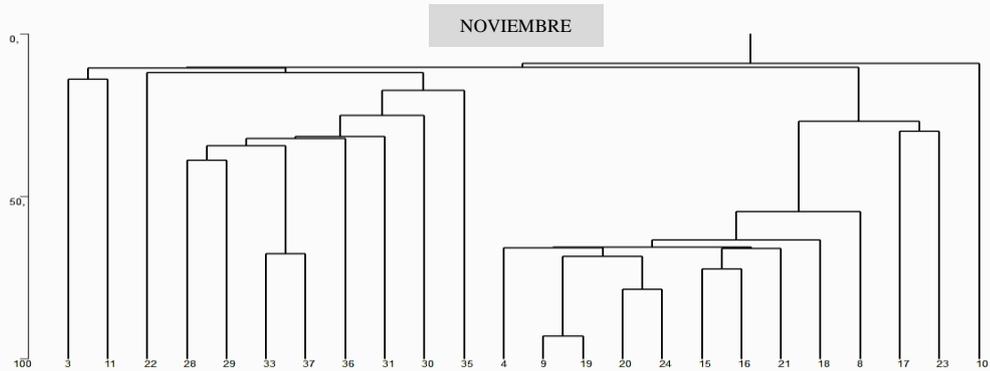
En el caso de *Chondracanthus chamissoi*, en el mes de noviembre sólo se encontraron valores de biomasa seca libre de cenizas en las estaciones 8, 15, 16 y 21, con 52,1 g m⁻², 8,0 g m⁻², 19,5 g m⁻² y 19,1 g m⁻², respectivamente; mientras que en las demás estaciones, no se encontraron macroalgas durante los muestreos. Para el mes de diciembre disminuyó los valores de biomasa y sólo fueron encontrados en las estaciones 17 y 31 con 4,8 g m⁻² y 0,1 g m⁻², respectivamente. En el mes de enero hubo un ligero incremento de la biomasa encontrándose en las estaciones 8, 12, 20 y 37, con 43,3 g m⁻², 2,2 g m⁻², 13,3 g m⁻² y 0,4 g m⁻², respectivamente. Para el mes de febrero se presentó

una biomasa seca libre de cenizas para *C. chamissoi*, con máximos en las estaciones 6, 8, 15 y 37, con $8,5 \text{ g m}^{-2}$, $14,7 \text{ g m}^{-2}$, $2,3 \text{ g m}^{-2}$ y $0,3 \text{ g m}^{-2}$, respectivamente.

La biomasa húmeda encontrada tuvo valores máximos para la especie *C. filiformes* en la estación 9, con $1863,3$ y $2468,3 \text{ g m}^{-2}$, para los meses de noviembre y enero, respectivamente, siendo estos también los más altos en todo el muestreo.

Las especies más raras encontradas correspondieron a *Desmarestia herbácea* y *Desmarestia firma*, con valores promedio total de biomasa húmeda (todas las estaciones los 4 meses de muestreo) de $0,43 \text{ g m}^{-2}$ (0,23 %) y $0,11 \text{ g m}^{-2}$ (0,06 %), respectivamente; mientras que para la biomasa seca libre de cenizas les correspondieron $0,23 \text{ g m}^{-2}$ (0,13 %) y $0,06 \text{ g m}^{-2}$ (0,05 %), respectivamente.

Las similitudes de la diversidad (Anexos 1-4) de especies encontradas en las diferentes estaciones de muestreo de la bahía de Tortugas se muestran en los dendrogramas de la Fig. 16, los cuales fueron clasificados por mes de muestreo. En un análisis al 50 % de similitud, se puede observar que en el mes de noviembre se obtuvieron tres clústeres entre las estaciones 33 y 37; 9, 19, 20 y 24; y 15, 16 y 21. En diciembre fueron encontrados dos clúster, entre las estaciones 7 y 14; y 8, 24, 16 y 20. En enero fueron identificados 4 clústeres entre las estaciones 30 y 31; 34, 36 y 37; 8, 20 y 9; y 15, 18, 19 y 16. Finalmente en el mes de febrero, se observan 4 clústeres conformados por las estaciones 4 y 16; 6, 8, 7, 14 y 15; 9, 25 y 11; y 32 y 36.



ESTACIONES DE MUESTREO

Fig. 16. Dendrogramas de similitud para las especies en las estaciones de muestreo, durante los meses noviembre y diciembre del 2011, enero y febrero del 2012, en la bahía de Tortugas, provincia de Casma, (Ancash, Perú).

En noviembre se encontró que las estaciones más similares al 50% de similitud, fueron la 9 y 19 de la zona intermareal, aunque estas forman un conglomerado junto a otras estaciones (4, 20, 24, 15, 16, 21, 18, 8 17, 23 y 10) de la zona intermareal; mientras que las estaciones de la zona Submareal, forman un conglomerado diferente, siendo las estaciones 33 y 37 las que muestran mayor similitud.

En diciembre se encontró que las estaciones más similares fueron la 8 y 24 de la zona intermareal, aunque estas forman un conglomerado junto a otras estaciones (7, 14, 16, 20, 9, 17, 19 y 23) de la zona intermareal; mientras que las estaciones de la zona submareal 29 y 37 muestran mayor afinidad a este conglomerado, seguidos por las estaciones 31 y 36 de esta misma zona.

En enero se encontró que las estaciones más similares fueron la 8 y 20 de la zona intermareal, y estas forman un conglomerado junto a otras estaciones (9, 15, 18, 19 y 16); mientras que las estaciones 30, 31 y 15, 34, 36 y 37, forman un conglomerado entre estaciones submareales, pero se muestra que un tercer grupo se forma entre las estaciones 10, 14, 29, 17 y 11, aunque son de baja similitud.

Para el mes de febrero, las agrupaciones entre estaciones de la zona intermareal continúan para algunas estaciones como la 6 y 8, 7 y 14, 9 y 25; mientras que otros no tienen relación a su zona de procedencia, encontrándose similitudes entre las estaciones 20 y 35, 24 y 28.

3.3. Potencialidades de las macroalgas en la bahía de Tortugas

Las especies de macroalgas fueron valoradas de acuerdo a su presencia y biomasa durante los meses de muestreo, asimismo por su uso, realizando un juicio de valor y se ha resumido en la siguiente Tabla 11.

Tabla 11. Potencialidades de las macroalgas identificadas en todas las estaciones de muestreo, durante noviembre y diciembre del 2011, y enero y febrero 2012, en la bahía de Tortugas, provincia de Casma, Ancash - Perú.

ESPECIE	PARÁMETROS				Características	Tipo de Uso	POTENCIALIDAD DEL USO
	BHPT (g m ⁻²)	BSPT (g m ⁻²)	BHPT (%)	BSPT (%)			
<i>Caulerpa filiformis</i>	123,31	12,20	64,77	62,56	clorofita, alargada tipo césped, altamente invasiva	alimento, medicina, acuarística	MUY ALTO
<i>Chondracanthus chamissoi</i>	9,76	1,28	5,13	6,56	rodofita, frondas gregarias, talos isomórficos	alimento, medicina, cosmética, carragenina	MUY ALTO
<i>Ulva lactuca</i>	9,46	0,91	4,97	4,69	clorofita, estructura laminar, talos ligeramente cortos foliosos	alimento, cosmética, fertilizante	ALTO
<i>Chondracanthus glomeratus</i>	7,47	0,76	3,92	3,90	rodofita, frondas gregarias, talos isomórficos	alimento, medicina, cosmética, carragenina	ALTO
<i>Grateloupia doryphora</i>	6,66	0,76	3,50	3,88	rodofita, talo erecto foliáceo, hoja principal y delgada	alimento, cosmética, carragenina	ALTO
<i>Ahnfeltiopsis concinna</i>	5,56	0,65	2,92	3,31	rodofita, invasiva, talos delgados	alimento, cosmética, acuarística	MODERADO
<i>Ulva papenfussii</i>	6,08	0,63	3,19	3,22	clorofita, estructura laminar, talos ligeramente cortos foliosos	alimento, cosmética, fertilizante	MODERADO
<i>Rhodymenia howeana</i>	5,24	0,48	2,75	2,46	rodofita, fronda plana, talo erecto foliáceo, dicotómico	alimento, cosmética, fuente de alginatos	MODERADO
<i>Gigartina paitensis</i>	4,09	0,47	2,15	2,41	rodofita, frondas gregarias, talos isomórficos	alimento, medicina, cosmética, carragenina	MODERADO
<i>Cryptonemia latissima</i>	2,35	0,26	1,23	1,32	rodofita, hojas delgadas, márgenes lisos	alimento, cosmética, medicina	BAJO
<i>Pterosiphonia dendroidea</i>	1,97	0,22	1,03	1,12	rodofita, talos erectos, ramas cilíndricas comprimidas	acuarística, fertilizante	BAJO
<i>Ahnfeltiopsis furcellata</i>	2,01	0,19	1,06	0,98	rodofita, invasiva, talos delgados	acuarística	BAJO
<i>Pterothamnion orbignianum</i>	1,25	0,16	0,66	0,80	rodofita, talo principal y secundarios	acuarística, cosmética	BAJO
<i>Halymenia tenera</i>	1,19	0,11	0,63	0,55	rodofita, hoja irregular, frondosa	acuarística, cosmética	BAJO
<i>Colpomenia sinuosa</i>	0,68	0,10	0,36	0,54	feofita, estructura gruesa, talos globosos	fertilizante, fuente de ficoloides	BAJO
<i>Ahnfeltiopsis durvillei</i>	0,70	0,08	0,37	0,43	rodofita, invasiva, talos delgados	alimento, cosmética, acuarística	BAJO
<i>Petalonia fascia</i>	0,63	0,08	0,33	0,40	feofita, hojas erectas lanceoladas alargadas	acuarística, antibiótico	BAJO
<i>Prionitis decipiens</i>	0,58	0,05	0,31	0,26	rodofita, talos erectos, ramas principales dicotómicas	alimento, cosmética, fertilizante	BAJO
<i>Ahnfeltiopsis pygmaea</i>	0,40	0,04	0,21	0,23	rodofita, invasiva, talos delgados	acuarística	BAJO
<i>Codium peruvianum</i>	0,44	0,04	0,23	0,22	clorofita, consistencia de esponja, estructuras dicotómicas	alimento, cosmética exfoliante	BAJO
<i>Desmarestia herbacea</i>	0,43	0,03	0,23	0,13	feofita, eje erecto ramificado	acuarística, fuente de laminarina	BAJO
<i>Desmarestia firma</i>	0,11	0,01	0,06	0,05	feofita, eje erecto ramificado	acuarística, fuente de laminarina	BAJO

BHPT: Biomasa húmeda promedio del total de estaciones en los 4 meses de muestreo.

BSPT: Biomasa seca libre de cenizas promedio del total de estaciones en los 4 meses de muestreo.

La potencialidad de las macroalgas fueron valoradas por juicio de valor, dependiendo de su presencia, valores de biomasa y tipo de uso.

Así, las macroalgas con juicio de valor “MUY ALTO” fueron *Caulerpa filiformis* y *Chondracanthus chamissoi*.

Las macroalgas con juicio de valor “ALTO” fueron *Ulva lactuca*, *Chondracanthus glomeratus* y *Grateloupia doryphora*.

Las especies de macroalgas valoradas como “MODERADO” fueron *Ahnfeltiopsis concinna*, *Ulva papenfussii*, *Rhodymenia howeana* y *Gigartina paitensis*.

Las especies de macroalgas restantes (13) fueron valoradas con juicio de valor como “BAJO”, que corresponden a 8 rodofitas, 4 feofitas y una clorofita.

Un aspecto importante a destacar es que todas las especies de macroalgas encontradas en la bahía de Tortugas durante el presente trabajo, tienen uso potencial.

IV. DISCUSIÓN

Vivanco *et al.* (2011), mencionan que es necesario desarrollar investigaciones científicas que permitan determinar cuáles son los parámetros óptimos para el crecimiento de las algas en Pisco-Perú, y de la misma manera, es necesario realizar estudios de impacto ambiental que determinen los factores que afectan el crecimiento de las algas. En la bahía de Tortugas, a través del presente estudio, se observa que exhiben patrones de variación con marcada diferencia entre los meses de noviembre, diciembre y enero entre la zona intermareal y submareal.

La riqueza específica en la bahía de Tortugas correspondió a 22 especies en total, lo que se consideraría baja, comparado con lo encontrado en México por Saad-Navarro & Rafael Riosmena-Rodríguez (2006), en bahía de Muertos compuesto por 123 especies y en bahía Concepción (Mateo-Cid *et al.*, 1993), donde se reportaron 103 especies. Las posibles causas de estas condiciones podrían deberse a que las especies con valor comercial están siendo muy explotados y a que existan otros factores como lo especificado por Dawes (1986), quien menciona que es el ambiente que tiene influencia en la distribución de las macroalgas y sus factores son muchos, complejos e interrelacionados, pero se consideran los factores marea y temperatura como los más importantes. Además, la baja diversidad de macroalgas puede deberse a la existencia de especies invasivas (Infantes *et al.*, 2011) como *C. filiformis*, que estaría desplazando algunas especies y colonizando cada día más sustratos en la bahía de Tortugas. Aunque comparando la riqueza de especies de la bahía de Tortugas con lo reportado por Li & Zafra (2012), para el sector sur del puerto de Malabrigo en la Libertad - Perú, quienes identificaron 16 especies (4 clorofitas y 12 rodofitas), la bahía de Tortugas presenta una mayor riqueza de especies.

Los estudios florísticos en el golfo de California en México, descritos por Saad-Navarro & Riosmena-Rodríguez (2005), sugieren a la primavera como la estación donde ocurre la mayor riqueza de especies, aunque en su estudio muestran que esto puede variar con respecto de la División y la estación. La presencia de una máxima en verano para las algas rojas de Punta Perico en México, es algo notable ya que se supone la época de menor cantidad de nutrientes (Álvarez-Borrego, 1983; Santamaría del Ángel *et al.*, 1994). Por lo que el presente estudio nos muestra la riqueza de especies para el final de

la primavera y el verano, la misma que posiblemente varíe en las estaciones como el otoño e invierno.

Conforme a lo anterior, Alvítez-Izquierdo & Rodríguez-Rodríguez (2005), afirman que por observaciones directas y comunicaciones personales de pescadores artesanales de diferentes caletas del Perú, que las algas bénticas del litoral norte, especialmente luego del evento "El Niño" 1982-83, disminuyeron drásticamente debido al arenamiento que sufrió el litoral como consecuencia de las lluvias en la costa; aunque, a partir de 1988 se observó que las algas recuperaron su diversidad respecto al año 1980. En este contexto, la diversidad de la comunidad de macroalgas en la bahía Tortugas podría también depender de estos factores, y entre otros los factores humanos, que pueden influir tanto negativa o positivamente en la presencia de especies en toda el área de estudio.

En el mundo, las Phaeophyceae se distribuyen en 240 géneros y más de 1500 especies (Schultz, 1980; Bold & Wynne, 1986; South & Whittick, 1987; Lee, 1989). En el Perú, Alvítez-Izquierdo & Rodríguez-Rodríguez (2005), en base a colecciones efectuadas desde 1980 a 1994 y de la revisión de especímenes catalogados en los Herbarios de la Universidad Nacional de Trujillo (HUT) y Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM), encontraron que en el Litoral peruano, las feofitas presentan 21 géneros con 29 especies; siendo este mucho mayor a lo encontrado en el presente estudio que estuvo conformado por 4 especies para el total de los meses de muestreo, correspondiendo al 13,8 % del total nacional.

Alvítez-Izquierdo & Rodríguez-Rodríguez (2005), mencionan que la baja diversidad reportada de especies de las macroalgas se debería a que la zona submareal de nuestro litoral no ha sido debidamente explorada, y por otro lado el litoral peruano no presenta un clima templado bien definido, influenciado por la Corriente Peruana especialmente en el centro y sur, sino más bien un clima tropical y subtropical como lo sostienen Zuta & Guillen (1970) y Guillén (1976). Con relación a esto Dawes (1986), indica que existe un mayor número de especies de macroalgas intermareales en climas templados e igualmente en la zona submareal pero en climas tropicales y subtropicales, y según el presente reporte de temperatura del agua, estaríamos en la primera aseveración de un clima templado, ya que el mayor número de especies y biomasas se encuentra en las estaciones de la zona intermareal, lo mismo tendría influencia en la diversidad de especies de todas las divisiones de macroalgas.

En principio, las condiciones del intermareal son mejores que los del submareal para las macroalgas: mayor luz, menor cantidad de sólidos suspendidos totales, mayor temperatura, mayor cantidad de oxígeno, y si se trata del intermareal rocoso, mejores condiciones de sustrato, por tanto lo que se debería esperar es conglomerados en cada ámbito. Así, los dendrogramas de similitud indicarían que noviembre y diciembre, presentan agrupamiento sólo entre estaciones de la intermareal y sólo en la submareal; los mismos que y para enero y sobre todo febrero se muestran patrones de similitud entre estaciones intermareales con las submareales, dado posiblemente a las variaciones por el verano y la entrada de masas de agua caliente procedente del norte o por el simple calentamiento de la existente dado lo somero de las aguas en la bahía de Tortugas.

En el ambiente marino somero, las condiciones diarias, mensuales o estacionales cambian drásticamente, registrándose una baja concentración de nutrientes asociada a las anomalías cálidas del agua, y el fuerte oleaje, factores que causan un efecto dramático reflejado en la pérdida considerable de biomasa macroalgal y la reducción de la distribución de estas poblaciones, dependiente de la intensidad del evento (Edding *et al.*, 1994; Arntz & Fahrbach, 1996; Fernández *et al.*, 1999; Tegner, 2001; Vásquez *et al.*, 2006). Este puede ser otro de los factores que esté influenciando en la baja riqueza de especies, encontradas en las bahía de Tortugas, pero se tendría que realizar estudios más rigurosos para determinar la dinámica de las macroalgas en esta bahía. Debemos tener en cuenta también el tipo de sustrato que en su mayoría y según lo dicho por Littler & Littler (1984), los sustratos duros brindan mayor estabilidad que sustratos móviles al encontrar mayor abundancia de especies pertenecientes a los últimos estadios de la sucesión en un área con mayor disposición de sustrato rocoso. Es así que no se reporta especies de macroalgas para las estaciones con sustrato arenoso 12, 13 y 14 durante el mes de noviembre, pero ya para diciembre, enero y febrero se presentan especies en las estaciones 12 y 14, mientras la estación 13 no presentó especies durante todos los meses de muestreo, dichas estaciones están compuestas por un sustrato arenoso y sobre todo expuesto al oleaje por estar en el borde litoral. Aunque las estaciones 1 y 5 del intermareal y 26 del submareal tampoco presentaron especies aun teniendo sustrato rocoso, esto puede deberse a otros factores, posiblemente a la exposición a corrientes, de manera similar a la estación 27 con sustrato fangoso que tampoco presentó especies durante el muestreo.

La Universidad Nacional del Santa, a través de su Escuela Académico Profesional de Biología en Acuicultura, pone de manifiesto su interés en el estudio de las macroalgas que son de importancia económica como las Rhodophyta, Phaeophyta y Chlorophyta, a través de prácticas preliminares en las diferentes asignaturas, proyectos de investigación y proyectos de tesis como el realizado por Alvarado & Ramos (2005), quienes pudieron determinar que la mayor abundancia de la *Gracilariopsis lemaneiformis* se presenta en profundidades de 3,5 y 5 m., registrándose valores promedios de 1106,3 g m⁻² y 1475,5 g m⁻² de biomasa fresca y 121,9 g m⁻² y 166,9 g m⁻² de biomasa seca. En el estudio no encontramos esta especie, pero comparando aquella con dos de las especies más representativas, como *Caulerpa filiformis* y *Chondracanthus chamissoi*, en valores reportados resultan menores, ya que obtuvimos un pico en enero para *C. filiformis* de 2468,3 g m⁻² en biomasa fresca y 220,0 g m⁻² en biomasa seca libre de cenizas, mientras que para enero en *C. chamissoi* fue de 381,7 g m⁻² de biomasa fresca y 52,1 g m⁻² para biomasa seca.

Huerta & Espinosa (2000), determinaron el uso potencial en varias especies de macroalgas en la península de Yucatán en México, encontrando que del grupo Chlorophyta los porcentajes más altos de proteínas en materia seca pertenecen a *Caulerpa prolifera* con 28,15 % y *Ulva lactuca* quien tiene 17,89 % y *Ulva fasciata delile* con 12,55 % y, aunque las demás algas analizadas de este grupo tienen valores más bajos (4,8 % *Gracilaria mammillaris*, 8,63 % en *Enteromorpha intestinalis*, entre otros) superan la cantidad de proteínas contenidas en el grano de trigo y de maíz, los cuales tienen 10,6 y 8,3 % respectivamente, siendo estos granos básicos en la alimentación de la población mexicana, por lo que consideran importantes a las macroalgas como una fuente muy importante de proteínas para consumo humano. Es entonces que de acuerdo al presente estudio, las especies con mayor potencial son *C. filiformis* y *Chondracanthus chamissoi*, los cuales son factibles y muy importantes de explotación y se deben seguir estudios sobre ellas. Pero teniendo en cuenta que *C. filiformis* es una especie invasiva, se encuentra en mucha mayor cantidad en biomasa, lo cual requiere mayores estudios, sobre todo de manejo responsable de estas especies.

También de acuerdo a Vivanco *et al.* (2011), los alguceros pueden ver de una manera positiva la creación de un plan piloto para el cultivo de algas, asimismo, la extracción de

algas se convierte en una actividad con mucho potencial en el campo económico, que podría generar fuentes de trabajo en una zona y por consiguiente promovería el desarrollo en las áreas de influencia de una bahía. Además Vivanco *et al.* (2011), refieren que las mayores dificultades que los alqueros reconocen durante la extracción de algas son: la contaminación del agua de mar, la menor cantidad de algas en el mar y el establecimiento de áreas restringidas para la actividad que generan conflictos sobre el espacio marino; por lo que se debe establecer mecanismos de conllevar dicha actividad y más aún en propuestas de cultivo sobre todo de algunas especies encontradas en el estudio.

En general, la biodiversidad de macroalgas existentes en el Perú, podrían ser utilizadas de forma muy favorable, a través de la biotecnología con el fin de desarrollar productos para la agricultura como fertilizantes porque liberan más lentamente el nitrógeno, son ricos en microelementos y no generan semillas de malezas; además, se pueden utilizar en compuestos farmacéuticos, materiales de investigación médica, industria cosmética, alimentaria, textil, fabricación del papel, dental, de electrodos de soldadura, etc. (Polanco *et al.*, 2000). En el estudio presentamos a la totalidad de macroalgas como de importancia comercial, en diverso grado, dado a su mayor y menor requerimiento y presencia en la bahía, pero que en su generalidad son susceptibles de realizar una adecuada explotación dado las propiedades de estas.

La extracción de las algas pardas responde a su utilidad como fuente de alginatos de alta calidad; por ello, la continuidad de su explotación requiere de un manejo adecuado y sostenible de los cinturones y praderas algales. En ese sentido, se requiere de muestreos intensivos y extensivos que permitan evaluar la biomasa disponible y la biomasa cosechable (Vásquez, 2004). Pero fueron pocas las especies de este grupo que se pudo encontrar en la bahía de Tortugas, siendo posible objeto de una depredación o el simple hecho de algún impacto negativo, la cual afecta la presencia y desarrollo de estas especies.

Como resultado de las evaluaciones realizadas por el Laboratorio Costero de IMARPE Chimbote en la bahía de Tortugas (IMARPE, 2007), se determinó para setiembre del 2006 la siguiente composición macroalgal: *Caulerpa filiforme* (91,5%), *Rhodomyenia flavelifolia* (7,9%), *Pterosiphonia* sp (0,3%), *Cryptopleura cryptoneuron* (0,2%) y

Chondracanthus chamissoi (0,1%). Adicionalmente fue observado cinturones de *Ahnfeltia durvillaei* en el borde costero rocoso. Asu vez, en el estudio base de la bahía de Tortugas, encontró que la biomasa húmeda de macroalgas varió de 1,91 g m⁻² (1,9 m) a 4733,76 g m⁻² (2,0 m), presentando las mayores biomosas la macroalga *C. filiformes* que representa la principal macroalga en Bahía Tortuga, distribuyéndose en una gran pradera ubicada en el margen este de la bahía, sobre fondo de tipo arenoso y a profundidades de 1 a 5 m.

El IMARPE (2007), menciona la importancia de las macroalgas del género *Caulerpa* por servir de sustrato, refugio y alimentación de diferentes organismos epibiontes, destacándose la importancia ecológica de esta alga por ser considerada como un “ingeniero ecosistémico” por ser sustrato, refugio y alimento de una gran variedad de organismos bentónicos y epifitos en un complejo nexo biocenótico, en la que también “semilla” de *Argopecten purpuratus* fue encontrada entre las frondas de esta alga en sus tallas refugiales dando sustento a lo antedicho.

El presente estudio sienta bases para caracterizar la dinámica de las macroalgas en el litoral de la región Ancash, lo que contribuye a obtener un mayor conocimiento de las macroalgas como recursos potenciales de explotación sostenible.

V. CONCLUSIONES

- Durante los cuatro meses de muestreo, se identificaron 22 especies de macroalgas, distribuidas en 4 especies de clorofitas, 4 especies de feofitas y 14 especies de rodofitas.
- Las especies con mayores valores promedios de biomasa húmeda total fueron la clorofita *Caulerpa filiformis* y la rodofita *Chondracanthus chamissoi*, que representaron el 123,31 g m⁻² (64,77 %) y 9,76 g m⁻² (5,13 %), respectivamente, durante los cuatro meses de muestreo.
- Las especies con mayores valores promedio de biomasa seca libre de cenizas total fueron la clorofita *Caulerpa filiformis* y la rodofita *Chondracanthus chamissoi*, que representaron 12,20 g m⁻² (62,56 %) y 1,28 g m⁻² (6,56 %), respectivamente, durante los cuatro meses de muestreo.
- Las especies con mayores potencialidades en la bahía de Tortugas valoradas como “MUY ALTO” fueron la clorofita *Caulerpa filiformis* y la rodofita *Chondracanthus chamissoi*.
- Las especies con potencialidades valoradas como “ALTO” en la bahía de Tortugas fueron la clorofita *Ulva lactuca*, y las rodofitas *Chondracanthus glomeratus* y *Grateloupia doryphora*.
- Las especies valoradas como “MODERADO” fueron las rodofitas *Ahnfeltiopsis concinna*, *Rhodomenia howeana* y *Gigartina paitensis*, y la clorofita *Ulva papenfussii*.

VI. RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio anual de la distribución de especies de macroalgas en la bahía de Tortugas para caracterizarlas estacionalmente.
- Valorar económicamente la explotación de las principales especies de macroalgas en la bahía de Tortugas lo que permitirá realizar propuestas de planes de manejo para las especies más importantes que se encuentren en la bahía.
- Evaluar la potencialidad de las principales especies de macroalgas mediante un área de manejo de praderas de macroalgas en la bahía de Tortugas, la misma que dará lugar a replicar este conocimiento a otras bahías de la región.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbott, I. A. & G. J. Hollenberg. 1976. Marine Algae of California. Stanford University Press, Stanford. California, U.S.A. 827p.
- Acleto, C. 1973. Las algas marinas en el Perú. *Boletín de la Sociedad Peruana de Botánica*. 6:1-164.
- Acleto, C. 1981. Explotación de algas marinas en el Perú. *Phycol. Lat. Amer.* 1:19-25.
- Acleto, C. 1986. Algas Marinas del Perú de Importancia económica. U.N.M.S.M. Museo de Historia Natural, Departamento de Botánica. Lima, Perú. 88-107pp.
- Alvarado, C. & E. Ramos. 2005. Distribución, abundancia y variación de los estadios sexuales de *Gracilariopsis lemaneiformis* (Gracilariales, Rodophyta) en la playa “El Dorado” (Bahía de Samanco, Ancash, Perú), en el periodo junio a noviembre del 2005. Tesis para optar el título de Biólogo Acuicultor. Universidad Nacional del Santa. Nuevo Chimbote, Perú.
- Álvarez-Borrego, S. 1983. Gulf of California. *In: Estuaries and Enclosed Seas*. Edit. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam. 800p. 427-449pp.
- Alvítez-Izquierdo, E. & E. Rodríguez-Rodríguez. 2005. Diversidad, taxonomía y ecología de las Phaeophyceae del litoral peruano. *Rebiol.* 25(1-2):15-30.
- Anagnostidis, K. & J. Komárek. 1988. Modern approach to the classification system of cyanophytes. 3. Oscillatoriales. *Archiv für Hydrobiologie, Supplement.* 80:327-472.
- Arntz, W. & E. Fahrbach. 1996. El Niño: experimento climático de la naturaleza, causas físicas y efectos biológicos. Fondo de Cultura Económica. México D.F., México. 312p.

- Aponte, M. & A. Lemus. 1990. Comparative studies of the agar obtained from three species of *Gracilaria* feasible for culture in Venezuela. *In: Oliveira & Kautsky* (eds.) *Cultivation of Seaweeds in Latin America. Procc. of a Workshop.* International Foundation for Science-University of São Paulo. São Paulo, Brasil. 117-119pp.
- Bold, H. & M. Wynne. 1986. *Introduction to the Algae. Structure and Reproduction.* 2nd. edit. Edit. Prentice-Hall, Englewood Cliffs. Nueva Jersey, USA. 706p.
- Boraso de Zaixso, A.L. 1983. *Ecología de Gracilaria verrucosa (Hudson) Papenfuss en poblaciones de la Provincia del Chubut (Argentina).* Tesis Univ. Nac. de Buenos Aires (FCEN). Buenos Aires, Argentina. 172p.
- Boraso de Zaixso, A.L. 1984. *Crecimiento de Gracilaria verrucosa en condición suspendida.* *Mem. Soc Latinoamericana Acuic.* 5(3):415-418.
- Boraso de Zaixso, A.L. & I. Kreibohm de Paternoster. 1984. *Demografía, reproducción y propagación en poblaciones de Gracilaria verrucosa (Hudson) Papenfuss de la provincia del Chubut (República Argentina).* I. Golfo Nuevo. *Contr. CENPAT* 99. Chubut, Argentina. 26p.
- Boraso de Zaixso, A.L. 1987. *Gracilaria verrucosa in Golfo Nuevo, Chubut, Argentina. Biological parameters and environmental factors.* *In: Ragan, M.A. and Bird, C.J.* (eds) *XII Int. Seaw. Symp. Proc. Hydrobiologia.* 151/152:239-244.
- Boraso de Zaixso, A.L. 1990. *Ecological considerations for the possibility of culturing Gracilaria verrucosa in Argentina.* *En: Oliveira E.C. & N. Kautsky (Eds.). Cultivation of Seaweeds in Latin America. Proc. Workshop Cultivation of Seaweeds in Latin America, 1989 April 2-8, São Paulo, SP, Univ. São Paulo, Brasil.* 51-58pp.
- Chao, A.; R.L. Chazdon; R.K. Colwell & T.-J. Shen. 2005. *A new statistical approach for assessing similarity of species composition with incidence and abundance data.* *Ecology Letters.* 8(2):148-159.

- Dawson, E.Y. 1953. Marine red algae of the Pacific México. Part 1. Bangiales to Corallinaceae subf. Corallinoideae. *Allan Hancock Pacific Expeditions*. 17:1-239.
- Dawson, E.Y. 1954. On correlation of marine vegetation with upwelling along the Pacific coast of Baja California, Mexico. *In*: Osvald H. & E. Aberg (Eds.). *Proceeding of the Seventh International Botanical Congress, Almqvist and Wiksell*. July 12–20, 1950. Estocolmo, Suecia. 827p.
- Dawson, E.Y. 1960a. New records of marine algae from Pacific México and Central América. *Pacific Naturalist*. 1(19/20):31-52.
- Dawson, E.Y., 1960b. Marine red algae of the Pacific México. Part 3. Cryptonemiales, Corallinaceae subf. Melobesioideae. *Pacific Naturalist*. 2:3-125.
- Dawson, E.Y. 1961. Marine red algae of the Pacific México. Part 4. Gigartinales, Corallinaceae subf. Melobesioideae. *Pacific Naturalist*. 2(5):191-343.
- Dawson, E.Y. 1963a. Marine red algae of Pacific México. Part. 6. Rhodymeniales. *Nova Hedwigia*. 5(3-4):437-476.
- Dawson, E.Y. 1963b. Marine red algae of the Pacific México. Part 8. Ceramiales: Dasyaceae, Rhodomelaceae. *Nova Hedwigia*. 6(3/4):401-481.
- Dawson, E.Y. 1966. Marine algae in the vicinity of Puerto Peñasco, Sonora, Mexico. Gulf of California Field Guide Series 1. University of Arizona. Tucson, U.S.A. 57p.
- Dawson, E.Y. 1959. Marine algae from the 1958 cruise of the *Stella Polaris* in the Gulf of California. Los Angeles City. *Mus. Contr. Sci.* 27:1-39.
- Dawson, E.Y. 1962. Marine red algae of Pacific México. Part 7. Ceramiales: Ceramiaceae, Delesseriaceae. *Allan Hancock Pac. Exped.* 26:1-207.

- Darley, M. 1991. *Biología de las algas: Enfoque Fisiológico*. Edit. Limusa S.A. de C.V. Mexico D.F., México. 211-212pp.
- Dawes, C. 1986. *Botánica Marina*. Edit. LIMUSA. México D.F., México. 673p.
- Edding, M.; E. Fonck & J. Macchiavello. 1994. *Lessonia*. En: Akatzuka, I. (Ed.). *Biology of Economic Algae*. SPB Academic Publishing. Amsterdam, The Netherlands. 407-446pp.
- Fernández, E.; C. Córdova & J. Tarazona. 1999. Condiciones del bosque submareal de *Lessonia trabeculata* en la Isla Independencia durante el evento El Niño 1997 – 1998. Facultad de Ciencias Biológicas. UNMSM. *Rev. Peru. Biol. Vol. Extraordinario*: 47-59pp.
- Ferreira, M.; S. Pereira; F. De Carvalho; G. Teixeira; E. Guedes; L. Paes e Melo; S. Mattos; R. da Silva; M. Pedrosa & G. Carvalho. 1988. Prospecção dos bancos de algas marinas dos Estados da Paraíba, de Pernambuco e de Alagoas. (Profundidade de 0 a 10m). *Gayana, Bot.* 45(1-4):413-422. Evaluación de los recursos de *Macrocystis pyrifera*. L. Costa de la Provincia del Chubut entre Pta. Lobos y Pta. Gaviota. *Contrib. CENPAT 31*. Chubut, Argentina. 6p.
- Guillén, O. 1976. El Sistema de la Corriente Peruana. Parte I: Aspectos Físicos. Reunión de Trabajo conocido como "El Niño". Guayaquil. 1974. *Inf. Pesca FAO*. 185:243-284.
- Hinojosa, I; E. González; P. Ugalde; N. Valdivia; E. Macaya & M. Thiel. 2007. Distribución y abundancia de macroalgas flotando a la deriva y su fauna peracarida asociada en los canales de la XI región, Chile. *Ciencia y Tecnología del Mar*. 30(2):37-50.
- Hollenberg, G. J. & E. Y. Dawson. 1961. Marine red algae of Pacific Mexico. Part 5. The genus *Polysiphonia*. *Pacific Naturalist*. 2:345- 375.

- Huerta, L. & D. Espinosa. 2000. Algas marinas bentónicas de la Península de Yucatán y uso potencial de especies selectas. Instituto Politécnico Nacional. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Informe final SNIB-CONABIO. Proyecto No. M039. México D.F., México. 14p.
- IMARPE. 2007. Estudio de Línea Base en el ámbito marino de la bahía de Tortugas, Casma -Perú, 24 Mayo - 13 Junio del 2007. Instituto del Mar del Perú. Callao, Perú. 98p.
- IMARPE. 2009. Estudio de poblaciones de macroalgas. Dirección de investigaciones en recursos demersales y litorales unidad de investigaciones en biodiversidad. Instituto del Mar del Perú. Callao, Perú. <http://www.imarpe.pe/imarpe/archivos/macro_algas/estud_macroalg.pdf>. Accesado: 27 de diciembre del 2013.
- IMARPE. 2010. Extracción Exploratoria Macroalgas IV (Zonas de Punta Lobos y Calaveritas, provincia de Caravelí, Región Arequipa). Instituto del Mar del Perú. Callao, Perú. 25p.
- Infantes, E; J. Terrados & A. Orfila. 2011. Assessment of substratum effect on the distribution of two invasive *Caulerpa* (Chlorophyta) species. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 91(2011):434-441.
- Joly, A.B. 1967. Géneros de algas marinhas da Costa Atlântica latinoamericana. Editora da Universidade de Sao Paulo. Sao Paulo, Brasil. 461p.
- Kraft, G.T. & M.J. Wynne. 1996. Delineation of the genera *Struvea* Sonder and *Phyllodictyon* J.E. Gray (Cladophorales, Chlorophyta). *Phycological Research*. 44:129-143.
- Kómarek, J. & Anagnostidis, K. 1986. Modern approach to the classification system of cyanophytes, 2 - Chroococcales. *Arch. Hydrobiol./Algolog. Stud.* 43:157-226.
- Lee, R. 1989. Phycology. 2nd. edit. Edit. Cambridge University Press. New York. USA.

- Li, G. & A. Zafra. 2012. Composición, abundancia y diversidad de macroalgas en el litoral de puerto Malabrigo, La Libertad - Perú 2009. *Sciéndo*. 15(1):33-42.
- Littler, D.S. & M.M. Littler. 1984. Relationships between macroalgal functional form groups and substrata stability in a subtropical rocky-intertidal system. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 74:13-34.
- Mateo-Cid, L.E.; I. Sánchez-Rodríguez; E. Rodríguez- Montesinos & M.M. Casas-Valdés. 1993. Estudio florístico de las algas marinas bentónicas de Bahía Concepción. B.C.S. México. *Ciencias Marinas*. 19(1):41-60.
- Mayer, A.M.S. 1981. Studies on *Gracilaria* in Bahía Arredondo, Chubut Province, Argentina. *Int. Seaw. Symp. Proc.* 10:705-710.
- Norris, J. N. & H. W. Johansen. 1981. Articulated coralline algae of the Gulf of California, México, I: *Amphiroa* Lamouroux. *Smithsonian Contribution to the Marine Sciences*. 9:1-29.
- Pedroche, F.F. & P.C. Silva. 1996. *Codium picturatum* sp. nov. (Chlorophyta), una especie extraordinaria del Pacífico tropical Mexicano. *Acta Botánica Mexicana*. 35:1-8.
- Piriz, M.L. 2009. Clave ilustrada para identificación de los géneros más frecuentes en golfo nuevo y alrededores. CONICET & CENPAT (Centro Nacional Patagónico). Grupo de Ecología en Ambientes Costeros. Chubut, Argentina. 61p. <<http://www.cenpat.edu.ar/geac/PDFs/Macroalgas.pdf>>. Accesado: 16 de noviembre del 2013.
- Polanco, E; H. Grizel; L. Corral & J. Montes. 2000. La Acuicultura: biología, regulación, fomento, nuevas tendencias y estrategia comercial; Tomo I: Análisis del desarrollo de los cultivos: medio, agua y especies. Edit. Grupo Mundi-Prensa Fundación Alfonso Martín Escudero Av. Brasil, 30. 28020. Madrid, España. 258p.

- Saad-Navarro, G. & R. Riosmena-Rodríguez. 2005. Variación espacial y temporal de la riqueza florística de macroalgas en la zona rocosa de Bahía de Muertos, B.C.S. México. *Ciencia y Mar*. 9(26):19-32.
- Santamaría-del Ángel, E.; S. Álvarez-Borrego & F.E. Müller-Learger. 1994. Gulf of California biogeographic regions based on coastal zone color scanner imagery. *J. Geophys. Res.* 99(C4):7411-7421.
- Setchell, W. A. & N. L. Gardner. 1924. Expedition of the California Academy of Sciences to the Gulf of California in 1921. The marine algae. *Proceedings California Academy of Sciences Ser. 4*. 12:695-949.
- Schultz, A. 1980. Introducao a Botanica Sistemática. 5ta. edic. Edit. URGS. Porto Alegre, Brasil. 290p.
- South, G. & W. Whittick. 1987. Introduction to Phycology. Blackwell Scientific Publications. Oxford, London. 350p.
- Taylor, W.R. 1945. Pacific Marine Algae of the Allan Hancock Expeditions to the Galapagos Islands. *Allan Hancock Pacif. Exped.* 12:1-528.
- Taylor, W.R. 1960. Marine Algae of the Eastern Tropical and Subtropical Coast of the Americas. University of Michigan Press, Ann Arbor, and Ambassador Books Ltd. Toronto, U.S.A. 870p.
- Tegner, M.J. 2001. The ecology of *Strongylocentrotus franciscanus* and *Strongylocentrotus purpuratus*. Edible Sea urchins: Biology and Ecology. Editor John Miller Lawrance. New York, U.S.A. 123-189pp.
- Vásquez, J.A. 2004. Informe sobre la “Pesca de Investigación, evaluación de la biomasa de algas pardas (“huiros”) en la costa de la III y IV Región, Norte de Chile”. Informe Final. Comité de Productores de Algas Marinas (COPRAM) de la Sociedad Nacional de Pesca (SONAPESCA). Santiago de Chile, Chile. 122p.

- Vásquez, J.A.; J.M.A. Vega & A.H. Buschmann. 2006. Long term variability in the structure of kelp communities in northern Chile and the 1997-98 ENSO. *Journal of Applied Phycology*. 18(3-5):505-519.
- Vásquez, J.A. 2009. Estudio de investigación de poblaciones y de las condiciones de viabilidad ecológica de las actividades extractivas de algas pardas e invertebrados en la zona costera sur, en apoyo a la investigación y desarrollo del Instituto del Mar del Perú (IMARPE). Ministerio de Comercio Exterior y Turismo. San Isidro, Perú. 90p.
- Vergara, C. 2005. Descripción de métodos de recolección y conservación de algas. Herbario de la Universidad de Panamá. Panamá.
- Vivanco, C.; J. Álvarez & K. Vodden. 2011. Extracción de algas en Pisco: Desafíos, oportunidades, adaptación y perspectivas futuras. *Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial UNMSM. Ind. data*. 14(1):19-27.
- Zuta, S. & O. Guillen. 1970. Oceanografía de las Aguas Costeras del Perú. Bol. Inst. Mar Perú - Callao. 2(5):157-324.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Valores de análisis de similitud para las especies de las diferentes estaciones de muestreo en la bahía de Tortugas (Casma), Ancash - Perú, noviembre del 2011.

Step	Clusters	Distance	Similarity	Joined 1	Joined 2
1	23	6,914120674	93,08587933	4	11
2	22	21,21848679	78,78151321	12	16
3	21	27,52129173	72,47870827	7	8
4	20	31,30769348	68,69230652	4	12
5	19	32,30768967	67,69231033	21	24
6	18	33,93906021	66,06093979	7	13
7	17	34,1055603	65,8944397	2	4
8	16	34,20083618	65,79916382	2	7
9	15	36,53910828	63,46089172	2	10
10	14	45,16086197	54,83913803	2	3
11	13	61,11111069	38,88888931	17	18
12	12	65,6108551	34,3891449	17	21
13	11	67,69229889	32,30770111	17	23
14	10	68,42105865	31,57894135	17	20
15	9	70,08095551	29,91904449	9	15
16	8	73,00540161	26,99459839	2	9
17	7	74,7967453	25,2032547	17	19
18	6	82,56410217	17,43589783	17	22
19	5	86,13678741	13,86321259	1	6
20	4	88,19075775	11,80924225	14	17
21	3	89,44281769	10,55718231	1	14
22	2	89,71807861	10,28192139	1	2
23	1	90,98787689	9,012123108	1	5

Similarity Matrix	3	4	8	9	10	11	15	16	17	18	19	2	21	22	23	24	28	29	30	31	33	35	36	37			
3	*																										
4	*	*																									
8	*	*	*																								
9	*	*	*	*																							
10	*	*	*	*	*																						
11	*	*	*	*	*	*																					
15	*	*	*	*	*	*	*																				
16	*	*	*	*	*	*	*	*																			
17	*	*	*	*	*	*	*	*	*																		
18	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*																	
19	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*																
2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*															
21	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*														
22	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*													
23	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*												
24	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*											
28	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*										
29	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*									
30	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*								
31	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*							
33	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*						
35	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*					
36	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*				
37	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		

Anexo 2. Valores de análisis de similitud para las especies de las diferentes estaciones de muestreo en la bahía de Tortugas (Casma), Ancash - Perú, diciembre del 2011.

Step	Clusters	Distance	Similarity	Joined 1	Joined 2
1	16	20,22032166	79,77967834	3	13
2	15	30,9329567	69,0670433	3	7
3	14	40,97320175	59,02679825	3	10
4	13	47,4278183	52,5721817	2	6
5	12	47,44973755	52,55026245	3	4
6	11	50,32563782	49,67436218	3	8
7	10	50,77625275	49,22374725	2	3
8	9	52,55544662	47,44455338	2	9
9	8	54,2417984	45,7582016	2	12
10	7	60,74271011	39,25728989	14	17
11	6	65,76576996	34,23423004	15	16
12	5	67,2575531	32,7424469	2	14
13	4	69,69697571	30,30302429	1	11
14	3	73,09091187	26,90908813	2	15
15	2	78,0017395	21,9982605	1	2
16	1	85,78507233	14,21492767	1	5

Similarity Matrix	4	7	8	9	10	14	16	17	19	20	22	23	24	29	31	36	37	
4	*		0	1,7014	0	0	17,2165	0	5,8154	19,411	0	30,303	6,0196	0	10,8108	18,4438	11,9122	0
7	*	*		37,3333	17,5293	0	52,5722	31,8121	16,9932	35,3607	19,8069	0	22,6478	49,2237	8,1633	0	3,7405	19,8901
8	*	*	*		44,1042	0	35,141	67,1691	49,6744	37,386	43,1569	0	31,457	79,7797	7,2484	0	1,513	8,3429
9	*	*	*	*		0	13,0834	52,5503	0	27,3424	34,5971	0	0	41,7991	0	0	0	2,4275
10	*	*	*	*	*		3,7821	2,2569	0	0	14,2149	0	0	0	0	0	2,8292	0,9728
14	*	*	*	*	*	*		30,8125	22,6339	36,1446	18,7812	0	41,8712	38,2886	20	0	4,3597	22,955
16	*	*	*	*	*	*	*		0	46,2493	59,0268	0	0	69,067	0	0	0	5,3281
17	*	*	*	*	*	*	*	*		0	0	21,9983	45,7582	30,0317	11,2384	4,0029	5,2006	7,4973
19	*	*	*	*	*	*	*	*	*		30,54	14,1341	0	47,4446	0	0,9331	0	6,2476
20	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		0	0	46,5011	0	0	0	2,8208
22	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		0	0	0	13,3599	8,0254	0
23	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		15,4282	32,7424	0	7,4679	20,4969
24	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		5,0392	0	2,2575	12,2962
29	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		0	23,8806	39,2573
31	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		34,2342	0
36	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		26,9091
37	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	

Anexo 3. Valores de análisis de similitud para las especies de las diferentes estaciones de muestreo en la bahía de Tortugas (Casma), Ancash - Perú, enero del 2012.

Step	Clusters	Distance	Similarity	Joined 1	Joined 2
1	20	24,43020439	75,56979561	11	12
2	19	24,53961563	75,46038437	2	13
3	18	25,35761261	74,64238739	8	11
4	17	36,38176727	63,61823273	8	9
5	16	37,28813553	62,71186447	20	21
6	15	47,12153625	52,87846375	16	17
7	14	49,75824738	50,24175262	2	3
8	13	51,31578445	48,68421555	18	20
9	12	55,47777557	44,52222443	2	8
10	11	61,18909836	38,81090164	1	6
11	10	61,77474213	38,22525787	16	19
12	9	62,94277573	37,05722427	14	16
13	8	63,50365067	36,49634933	2	4
14	7	65,05189514	34,94810486	2	7
15	6	69,50780487	30,49219513	1	14
16	5	70,89305115	29,10694885	1	18
17	4	73,79912567	26,20087433	1	2
18	3	74,6411438	25,3588562	1	15
19	2	77,39483643	22,60516357	1	10
20	1	82,63204956	17,36795044	1	5

Similarity Matrix	4	8	9	10	11	12	14	15	16	17	18	19	20	28	29	30	31	34	35	36	37	
4	*																					
8	*	*																				
9	*	*	*																			
10	*	*	*	*																		
11	*	*	*	*	*																	
12	*	*	*	*	*	*																
14	*	*	*	*	*	*	*															
15	*	*	*	*	*	*	*	*														
16	*	*	*	*	*	*	*	*	*													
17	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*												
18	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*											
19	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*										
20	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*									
28	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*								
29	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*							
30	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*						
31	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*					
34	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*				
35	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
36	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
37	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Anexo 4. Valores de análisis de similitud para las especies de las diferentes estaciones de muestreo en la bahía de Tortugas (Casma), Ancash - Perú, febrero del 2012.

Step	Clusters	Distance	Similarity	Joined 1	Joined 2
1	21	18,53551292	81,46448708	3	8
2	20	19,33445168	80,66554832	2	4
3	19	28,39624214	71,60375786	2	3
4	18	30,50847244	69,49152756	19	21
5	17	34,23044586	65,76955414	5	15
6	16	41,24809647	58,75190353	1	10
7	15	43,13425064	56,86574936	5	7
8	14	43,87063217	56,12936783	2	9
9	13	48,48156357	51,51843643	2	5
10	12	55,18867493	44,81132507	12	19
11	11	60,7990036	39,2009964	6	18
12	10	63,69942474	36,30057526	13	20
13	9	64,40677643	35,59322357	12	22
14	8	64,66721344	35,33278656	2	12
15	7	71,23287964	28,76712036	6	14
16	6	73,91304016	26,08695984	2	17
17	5	74,23887634	25,76112366	2	13
18	4	76,77902222	23,22097778	1	2
19	3	80,40935516	19,59064484	6	16
20	2	81,85745239	18,14254761	1	6
21	1	82,39756775	17,60243225	1	11

Similarity Matrix	4	6	7	8	9	10	11	14	15	16	17	19	20	24	25	28	29	30	32	35	36	37	
4	*																						
6	*	1,5106																					
7	*	*	0																				
8	*	*	1,3723																				
9	*	*	0	1,3723																			
10	*	*	0	0	7,8467																		
11	*	*	0	0	5,5556	9,4501																	
14	*	*	0	0	20,8313	71,6038	6,3633																
15	*	*	0	0	23,4498	81,4645	55,3008	58,7519															
16	*	*	0	0	27,4646	47,7521	10,9561	16,8703	8,0194														
17	*	*	0	0	27,0193	8,6848	0	0	7,3858	14,6693	23,8269	0	0	0	25,6225	0	0	0	3,6531	1,3845	0	3,6218	3,1746
19	*	*	0	0	2,8567	65,3469	51,327	8,6848	7,2439	6,5893	0	23,4202	0	0	0	3,5834	1,357	1,786	3,2646	2,864			
20	*	*	0	0	48,1626	51,5184	0	8,6957	26,2836	0	12,2694	65,7696	0	0	0	5,3867	0	0	0	12,5	8,046		
24	*	*	0	0	9,9661	0	0	14,5695	0	0	28,7671	11,9443	19,5906	0	39,201	0	0	0	0	0	0	0	0
25	*	*	0	0	24,2174	34,0777	8,6747	0	35,3328	0	0	56,8657	0	0	17,079	7,5802	0	17,257	10,9852				
28	*	*	0	0	56,1294	6,2056	16,646	7,6567	0	2,2817	24,5989	0,5781	1,1161	3,7863	3,0214	0	5,6	6,4551					
29	*	*	0	0	15,814	16,5895	0	0	46,9106	1,2744	2,551	0	3,2446	0	7,6737	15,8604							
30	*	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10,8176	0	13,6102	0					
32	*	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	*	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36	*	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
37	*	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0