

**ASPECTOS ECOLÓGICOS DE
LA MACROALGA ROJA
Chondracanthus chamissoi
(C. Agardh 1843) Kützing
EN LA REGIÓN
LA LIBERTAD, PERÚ**

A1.3

Roberto Uribe Alzamora
Dennis Atoche Suclupe
Jacinto Paredes Paredes



FONDO EDITORIAL
Universidad César Vallejo



ASPECTOS ECOLÓGICOS DE LA MACROALGA ROJA *Chondracanthus chamissoi* (*C. Agardh*) Kützing EN LA REGIÓN LA LIBERTAD, PERÚ

A1.3

Proyecto subvencionado por UE-AECID: “Gestión sostenible, cultivo y procesamiento de macroalgas marinas para el aprovechamiento eficiente de las asociaciones algúeras de las provincias de Chepén, Pacasmayo, Ascope y Trujillo de la región La Libertad, bajo el enfoque de conservación del medio ambiente y de la biodiversidad”.



FONDO EDITORIAL
Universidad César Vallejo

Aspectos ecológicos de la macroalga roja *Chondracanthus chamissoi* (C. Agardh) Kützing en la región La Libertad, Perú

A1.3

©Universidad César Vallejo, 2023

Autores: Roberto Uribe Alzamora, Dennis Atoche Suclupe, Jacinto Paredes Paredes

Primera edición digital, agosto de 2023

Libro electrónico disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/120612>

DOI: <https://doi.org/10.18050/aspecmacroalgaroja>

ISBN: 978-612-5114-10-5

Hecho el Depósito legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2023-07081

Edición y diseño:

Universidad César Vallejo SAC

Av. Alfredo Mendiola 6232, Panamericana Norte, Los Olivos

Lima, Perú

El contenido de este libro fue validado a través de un proceso de evaluación de doble pares ciegos (double-blind peer review)

Todos los derechos reservados. La reproducción parcial o total de esta obra en cualquier tipo de soporte está prohibida sin la autorización expresa de los editores.



ASPECTOS ECOLÓGICOS DE LA MACROALGA ROJA *Chondracanthus chamissoi* (*C. Agardh*) Kützing EN LA REGIÓN LA LIBERTAD, PERÚ

A1.3

Proyecto subvencionado por UE-AECID: “Gestión sostenible, cultivo y procesamiento de macroalgas marinas para el aprovechamiento eficiente de las asociaciones algúeras de las provincias de Chepén, Pacasmayo, Ascope y Trujillo de la región La Libertad, bajo el enfoque de conservación del medio ambiente y de la biodiversidad”.

**Autores: Roberto Uribe Alzamora, Dennis Atoche Suclupe,
Jacinto Paredes Paredes**



FONDO EDITORIAL
Universidad César Vallejo

Información de resultados

El presente documento corresponde al entregable A 1.3 del proyecto: "Gestión sostenible, cultivo y procesamiento de macroalgas marinas para el aprovechamiento eficiente de las Asociaciones algaras de las provincias de Pacasmayo, Ascope y Trujillo de la región La Libertad- bajo el enfoque de conservación. Resolución N.º 2021 SPE/0000400182".

Extensión de responsabilidad

"La presente publicación ha sido producida con la asistencia financiera de la Unión Europea y de la Aecid. Los contenidos de esta publicación son de responsabilidad exclusiva de la dirección de la acción y no deben interpretarse en modo alguno como un reflejo de las opiniones de la Unión Europea o de la Aecid".

Autores:

Dr. Roberto Uribe Alzamora

<https://orcid.org/0000-0001-5302-0820/>
uribealzamora@gmail.com

Mg. Dennis Atoche Suclupe

<https://orcid.org/0000-0002-2785-5434>
deas885@gmail.com

Blgo. Jacinto Paredes Paredes

<https://orcid.org/0000-0002-5240-3982>
jparedesp84@gmail.com

Coordinadora del proyecto:

Dra. Nancy Mercedes Soto Deza

Directora del Instituto de Investigación en Ciencia y Tecnología, Universidad César Vallejo

<https://orcid.org/0000-0003-4440-8772>
nsoto@ucv.edu.pe

Comité técnico:

Blga. Silvia Paola Ramírez Aguilar

Subgerencia de Pesquería, GRLL

Dr. Jorge Luis Minchola Gallardo

Responsable del Área de Acuicultura, GRLL

Mg. Amado Abdías Solano Sare

Coordinador Laboratorio Costero Huanchaco, Imarpe

Apoyo administrativo

Lic. Manuel Guillermo Martínez Tang

CONTENIDO

Resumen	9
Introducción	11
Metodología	13
Resultados	16
Discusión	37
Conclusiones	41
Referencias	42
Anexos	45

Aspectos ecológicos de la macroalga roja *Chondracanthus chamissoi* (C. Agardh) Kützing en la región La Libertad, Perú: Implicancias para la conservación y el manejo de sus poblaciones naturales

*Ecological aspects of the red macroalgae *Chondracanthus chamissoi* (C. Agardh) Kützing in La Libertad, Peru: Implications for conservation and managements of wild populations*

RESUMEN

El objetivo general del presente estudio fue conocer el estado bioecológico de la macroalga roja *Chondracanthus chamissoi* en las principales praderas de la región La Libertad. Mensualmente, se evaluaron 23 praderas entre enero y diciembre del 2022. La metodología utilizada consistió en la colecta de datos biológicos y ambientales para ser analizados en el laboratorio y, posteriormente, procesados. Los resultados mostraron que el hábitat fue dinámico en cuanto a espacio y a características fisicoquímicas. Las condiciones ambientales que caracterizaron el borde costero de la región La Libertad durante el año 2022 fueron determinantes para un incremento en la producción de las praderas de *C. chamissoi*. Estos resultados son un referente histórico para realizar predicciones sobre su producción en similares condiciones futuras. La biomasa total, estimada entre enero y diciembre del 2022 en la región La Libertad, fue de 429.5 toneladas (t). La provincia de Ascope presentó las mayores densidades y biomásas. En toda la región, la condición reproductiva indicó que los ejemplares vegetativos fueron dominantes. Se identificaron 47 taxas de fauna y 25 de flora recurrentes que comparten el hábitat. Se recomendó mantener la estrategia de rotación dentro de las mismas praderas. Esto permitirá mejorar la abundancia y biomasa, y evitar la extracción de ejemplares con estructuras reproductivas visibles, lo cual es fácilmente reconocido por los extractores alqueros. Finalmente, el apoyo en la trazabilidad del recurso es necesario para que los pescadores artesanales cuenten con un sistema de comercialización estandarizado en la región La Libertad, lo cual se verá traducido en una mejor gestión de sus praderas naturales, mejora en la calidad de vida, en el manejo y la conservación local del recurso y su biodiversidad asociada.

Palabras clave: *Pradera de macroalgas, estructura poblacional, hábitat, condiciones ambientales, biomasa, densidad, condición reproductiva.*

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the bioecological status of the red macroalga *Chondracanthus chamissoi* in the main meadows of the La Libertad region. Twenty-three meadows were evaluated monthly between January and December 2022. The methodology used consisted of collecting biological and environmental data, to be later analyzed in the laboratory and subsequently processed. The results showed that the habitat of *C. chamissoi* was dynamic in terms of space and physical-chemical characteristics. The environmental conditions that characterized the coastal edge of the La Libertad region during the year 2022 were decisive for an increase in the production of *C. chamissoi* meadows. These results are a historical benchmark for making predictions about the production of *C. chamissoi* under similar future conditions. The estimated total biomass between January and December 2022 in the La Libertad region was 429.5 tons (t). The province of Ascope presented the highest densities and biomasses. Throughout the region, the reproductive condition of *C. chamissoi* indicated that the vegetative specimens were dominant. 47 recurring fauna and 25 flora taxa that share the habitat with *C. chamissoi* were identified. It is recommended to maintain the rotation strategy within the same meadows and between meadows. This will improve the abundance and biomass of *Chondracanthus chamissoi* to be more effective. Also avoid extracting specimens with visible reproductive structures, which is easily recognized by seaweed extractors in the field. Finally, support in the traceability of the resource is necessary so that artisanal fishermen have a standardized marketing system in the La Libertad region, which will be translated into better management of their natural meadows, improvement in quality of life, improvements in the management and local conservation of the resource and its associated biodiversity.

Keywords: *Macroalgae meadow, population structure, habitat, environmental conditions, biomass, density, reproductive condition.*

1. INTRODUCCIÓN

Un desafío importante para los científicos es conocer las características biológicas y ecológicas de las especies comerciales con la finalidad de asesorar planes de gestión pesquera de una manera sostenible (Uribe et al., 2020). *Chondracanthus chamosoi*, yuyo o mococho es una macroalga del grupo de las *Rhodophyta* (algas rojas). Habita desde el intermareal rocoso hasta profundidades cercanas a los 15 m. Es una especie de amplia distribución en el océano Pacífico, i.e. Corea, Japón, Perú y Chile y el Mediterráneo, i.e. Francia (Yeon et al., 2017). En el Pacífico Suroccidental, su distribución va desde los 5°S (Paita, Perú) hasta los 42°S (Ancud, Chile) (Ramírez y Santelices, 1991). *C. chamosoi* es de importancia comercial, debido a su alta aceptación en el ambiente culinario en el mercado local y con fines de exportación. Las regiones con mayor extracción en el Perú son La Libertad, Lambayeque e Ica (Imarpe, 2019).

La extracción de esta especie se ha incrementado durante la última década en el Perú, siendo La Libertad (norte de Perú) la región con mayor aporte y la más afectada. Similar a otras regiones, el desembarque de *C. chamosoi* en La Libertad se realiza directo en playa sin un centro de acopio establecido, lo que dificulta el control del registro de la extracción. En un intento por contar con información confiable, el Instituto del Mar del Perú lleva a cabo el Programa de Recuperación de Información de Extracción de Macroalgas en la región La Libertad, esto con el apoyo de las asociaciones formales de extractores algueros en las localidades de Trujillo, Pacasmayo y Ascope. Así mismo, realizan evaluaciones directas anuales; sin embargo, a pesar del esfuerzo realizado por el Estado, es necesario contar con una información más detallada en cortas escalas temporales, ya que esta macroalga se desarrolla de manera rápida.

La actividad extractiva en La Libertad presenta una tendencia estacional, los mayores volúmenes son registrados entre los meses de agosto y diciembre. Similar tendencia ha sido reportada por las poblaciones de *C. chamosoi* en Puerto Aldea, Chile (González et al., 1997). Posiblemente el incremento de la productividad estacional en las praderas sea debido a los cambios de temperatura (invierno-primavera) y la disponibilidad de luz (incremento de días soleados y bajas de marea más prolongadas) que se determina a finales e inicios del año (Bulboa y Macchiavello, 2001; Fonck et al., 2007). Contrariamente, a finales de enero (verano), los ríos costeros descargan altas cantidades de sedimento en las playas. Esto podría ser causante de un proceso de “arenamiento costero” (observado en la zona norte de Perú), dejando el intermareal cubierto, en gran parte, de arena y sin disponibilidad de sustrato, afectando el reclutamiento de las macroalgas, incluyendo *C. chamosoi*. Además, durante los meses de mayo a agosto, incrementa el oleaje costero, lo que causa el desprendimiento de los

discos de fijación de las macroalgas y posterior varamiento, y, junto a ellos, toda su biodiversidad asociada. Similar a otras macroalgas rojas, la estrategia reproductiva trifásica de *C. chamissoi* con fases sexual/asexual y el crecimiento vegetativo (Acleto, 1986). Posiblemente, son estrategias claves en el mantenimiento y recuperación de las poblaciones de *C. chamissoi* frente a perturbaciones de tipo ambiental como los fuertes oleajes, el arenamiento costero y el impacto humano de la sobreexplotación.

En el marco del proyecto “Gestión sostenible, cultivo y procesamiento de macroalgas marinas para el aprovechamiento eficiente de las Asociaciones algueras de las provincias de Chepén, Pacasmayo, Ascope y Trujillo de la región La Libertad- bajo el enfoque de conservación del medio ambiente y de la biodiversidad” se desarrolla el estudio de las principales poblaciones de *Chondracanthus chamissoi* en el medio natural que corresponde al capítulo 1 de la investigación y vigilancia estratégica.

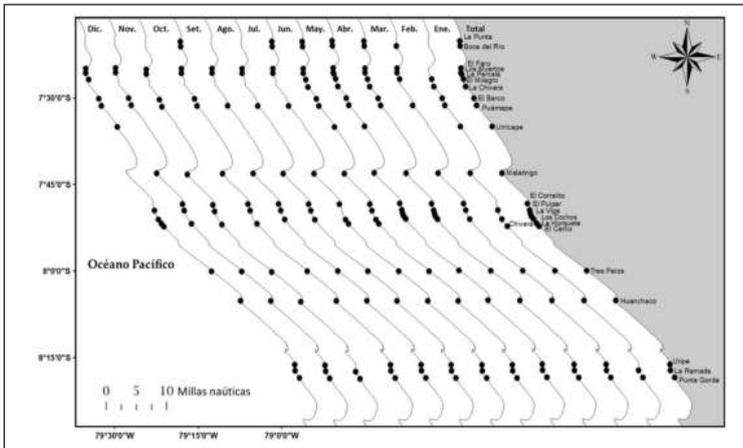
Con la finalidad de ampliar el conocimiento biológico y ecológico de las praderas de macroalgas rojas comerciales en la región La Libertad, el objetivo general del estudio fue conocer la dinámica anual de la macroalga roja *Chondracanthus chamissoi* en las principales praderas de la región La Libertad durante enero a diciembre 2022. Para esto, se desarrollaron seis objetivos específicos: conocer el estado del hábitat de *C. chamissoi* y caracterizar el estado físico químico del agua de mar; conocer la estructura de tallas (cm); estimar su densidad en las principales localidades de extracción ubicadas en Pacasmayo, Ascope y Trujillo; estimar la biomasa, en las principales localidades de extracción ubicadas en Pacasmayo, Ascope y Trujillo, conocer la condición reproductiva de durante un mes en La Libertad; verificar la frecuencia relativa de ejemplares con presencia de estructuras reproductivas (cistocarpos) por pradera; y conocer las principales especies de flora y fauna acompañante de *C. chamissoi* en las principales localidades de extracción ubicadas en Pacasmayo, Ascope y Trujillo.

2. METODOLOGÍA

El presente estudio se llevó a cabo entre enero y diciembre del 2022 en las principales praderas de *C. chamissoi* localizadas en las provincias de Pacasmayo (La Punta, Boca de Río, El Faro, Los Muertos, La Percala, El Milagro, La Chivera, El Barco, Puémape y Urricape), Trujillo (Tres Palos, Huanchaco, La Ramada, Punta Gorda y Uripe) y Ascope (Malabrigo, El Corralito, El Pulpar, La Viga, Los Cochos, Chivera, La Horqueta y El Cerco) y a lo largo del borde costero de la región La Libertad durante seis días por mes. Estas praderas fueron seleccionadas por su mayor abundancia según lo reportado por Uribe et al. (2020) y a la información colectada por el Laboratorio Costero de Huanchaco (Instituto del Mar del Perú) en el periodo 2009 - 2021. Debido a la dinámica del hábitat (e.g. arenamiento, disponibilidad de sustrato, contaminación, variables ambientales) que afecta la presencia/ausencia de *C. chamissoi*, la selección mensual de las praderas estuvo basada en la comunicación personal de los extractores locales en la provincia, la experiencia de los analistas de campo, la información previa colectada por el Imarpe y la información registrada por el extensionista del proyecto. En ese sentido, se puede apreciar en la figura 1 que las praderas fueron cambiando entre meses.

Figura 1.

Mapa de ubicación de las praderas de *C. chamissoi* “yuyo” evaluadas en la región La Libertad durante el 2022



Técnicas e instrumentos

El estudio se realizó en dos partes.

Primera parte: Trabajo de campo. La presente evaluación se realizó en horas de bajamar y con el apoyo de extractores alqueros locales con la finalidad de registrar las praderas de mayor presión de extracción. En cada pradera seleccionada, se establecieron de tres a cuatro transectos perpendiculares a la costa, según la extensión de cada una. Cada transecto fue registrado con la ayuda de un sistema de posicionamiento global (GPS, Garmin Oregon 650) y separados entre 50 a 200 m, dependiendo las condiciones de cada zona. En cada transecto, se seleccionó tres distancias desde el borde costero para la toma de muestra (i.e. orilla, medio y fondo) y con la ayuda de un cuadrante metálico de 50 x 50 cm se realizó la colecta de todos los organismos, incluyendo invertebrados y macroalgas. Las muestras fueron depositadas en mallas previamente marcadas para distinguir el sector. En la orilla, toda la biota colectada (i.e. *C. chamissoi* junto con su fauna y flora acompañante) fueron colocados en bolsas plásticas transparentes de alta densidad (reutilizadas) con su respectiva etiqueta de campo. Luego, las muestras fueron almacenadas y trasladadas al laboratorio en un cooler con hielo a 4°C (con gel pack refrigerante) para evitar desecación. Finalmente, toda la información fue anotada en una libreta bitácora de campo, incluyendo coordenadas, horas de inicio y fin de cada transecto, estimaciones del ancho de cada transecto, condiciones de nubosidad, presencia/ausencia de extractores, y caracterización visual del intermareal (i.e. disponibilidad de sustrato, presencia/ausencia de organismos, arenamiento).

Adicionalmente, se registraron variables ambientales como temperatura superficial del mar (TSM - °C), pH, oxígeno disuelto (OD - mL/L), intensidad de luz (lux) y aceleración del agua (m/s^2). Para el registro de la TSM, se utilizó un sensor de registro continuo y un termómetro de mercurio con sensibilidad de 0.1°C. Para el registro del pH, se utilizó un equipo multiparámetro (Mettler Toledo). El resultado se basó en el promedio de tres lecturas previas. Para determinar el oxígeno disuelto se utilizaron frascos de vidrio color ámbar de 100 mL de capacidad, el agua de mar fue fijada con cloruro de manganeso tetrahidratado y mezcla de solución de hidróxido de sodio con yoduro de sodio hasta su análisis en laboratorio (método de Winkler). La intensidad de luz y aceleración del agua fueron registrados con ayuda de sensores data logger HOBO UA-002-64 y HOBO UA-004-64, respectivamente. Ambos sensores fueron colocados en el mar a una distancia aproximada de 50 m desde la orilla con la ayuda de un sistema de boyas y lastres diseñado para este estudio. Los sensores colectaron información durante 1 a 2 horas con un intervalo de 10 minutos. Finalmente, toda la información fue anotada en una libreta bitácora de campo.

Segunda parte: Trabajo de laboratorio. En las instalaciones del laboratorio húmedo del Imarpe – Huanchaco, los ejemplares de *C. chamissoi* fueron separados de su biota asociada por pradera, transecto y distancia. En una bandeja plástica, se colocó por separado cada grupo taxonómico identificado de invertebrado y macroalga. Los ejemplares completos de *C. chamissoi* o al menos identificado como un ejemplar entero fueron separados de acuerdo a su condición reproductiva, considerando individuos con y sin presencia de carposporas, según Acleto (1986). Luego, se seleccionó un grupo de individuos de cada grupo reproductivo los cuales fueron medidos (cm) y pesados en grupo (g). El registro de la fauna y flora asociada fue semi-cuantitativo mediante la categorización 1 (escaso), 2 (abundante) y 3 (muy abundante). Finalmente, toda la información fue anotada en una libreta bitácora de laboratorio.

Método

Durante el trabajo de gabinete, se procedió a la digitación de los datos obtenidos en el trabajo de campo. La información fue colocada en una hoja de cálculo Excel, la cual contiene la bitácora de campo, los datos obtenidos en el laboratorio y los parámetros ambientales registrados. Posteriormente, se agregó las estimaciones de la densidad (ind/m^2), biomasa (g/m^2), biomasa total expresada en toneladas (t) y la estructura de tallas de *C. chamissoi* por pradera, provincia y por mes. Para las estimaciones de la densidad y biomasa por metro cuadrado, se utilizó el conteo y peso total de plantas por pradera dividido por el número total de transectos y cuadrantes. La biomasa total se estimó a partir de la biomasa por cuadrante en relación al área de cada pradera.

El cálculo de las áreas en cada pradera se realizó de manera mensual. Se consideró el valor estimado *in situ* del ancho del transecto (perpendicular al borde costero) y la extensión de cada pradera, la cual fue estimada a partir de los datos georreferenciados en campo y ploteados en la aplicación *google earth*. Finalmente, los resultados fueron mostrados en tablas, gráficos, figuras y fotografías.

3. RESULTADOS

Caracterización del hábitat y parámetros ambientales

Durante el periodo de estudio, se trabajó en cinco praderas en la provincia de Trujillo, ocho en la provincia de Ascope, y diez en la provincia de Pacasmayo. Las praderas mostraron cambios en el estado de arenamiento parcial y total según el tiempo de estudio. Esto se reflejó en la variabilidad del área habitable de *C. chamissoi* que se contrae de enero hasta agosto y se incrementa desde fines de setiembre a diciembre, indicando mayor área habitable en meses de primavera-verano (ver figura 2). En cuanto a la variabilidad ambiental, durante el periodo de estudio, la TSM presentó un comportamiento similar a la curva patrón, la cual refiere al promedio anual de temperaturas superficial del mar en La Libertad entre el lapso 1964 - 2010 (ver figura 3). Los menores valores de la TSM se observaron en julio y noviembre con 15.9 y 16.0 °C, respectivamente; y los mayores valores se observaron en febrero (18.9 °C) y diciembre (18.2 °C). Los valores promedios de oxígeno disuelto variaron de 6.76 mL/L en julio a 9.35 mL/L en diciembre (ver figura 4). Con respecto al pH, los máximos valores se registraron en setiembre y diciembre (8.06 en ambos meses) y el menor valor se registró en noviembre (7.86) (ver figura 5). La intensidad de luz presentó valores variables, siendo el mes de diciembre aquel que presentó el mayor valor (52133.4 LUX); mientras que julio fue el mes con el menor valor registrado (ver figura 6). Finalmente, los valores del movimiento del mar fueron mayores durante el primer trimestre (enero – marzo), variando de 10.3 a 9.8 m/s²; mientras que, de abril a octubre, los valores se mantuvieron estables en 9.5 m/s² (ver figura 7).

Figura 1.

Ejemplares de C. chamissoi blanqueados producto de la excesiva exposición al sol



Figura 2.

Dinámica del área habitable de *Chondracanthus chamissoi* "yuyo" en la región La Libertad durante el 2022

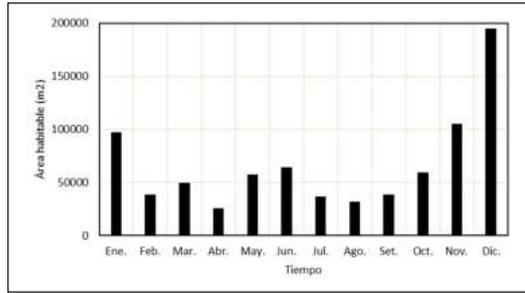


Figura 3.

Variación de la temperatura superficial del mar (TSM) en la región La Libertad durante el 2022. La línea roja representa el promedio histórico de la TSM

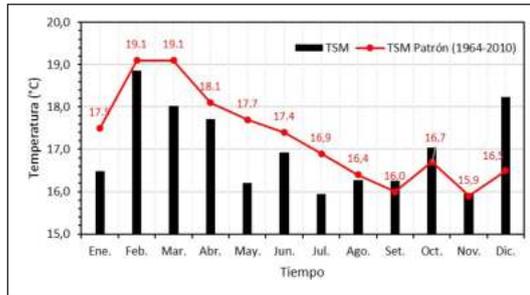


Figura 4.

Variación del oxígeno disuelto (OD) en la región La Libertad durante el 2022

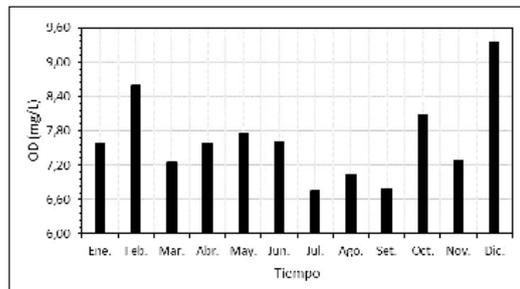


Figura 5.
Variación del pH en la región La Libertad durante el 2022

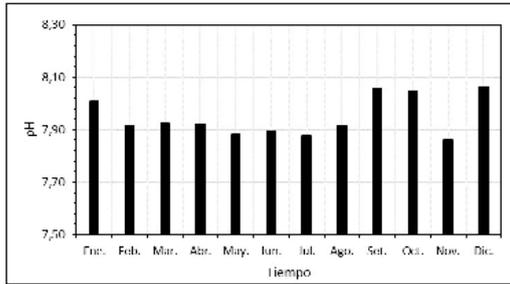


Figura 6.
Variación de la intensidad de luz en la región La Libertad durante el 2022

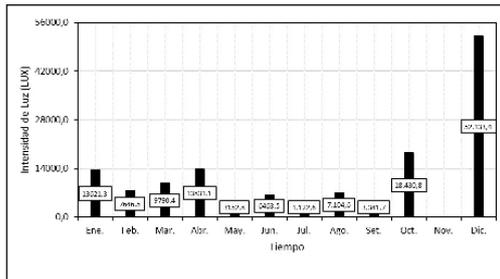
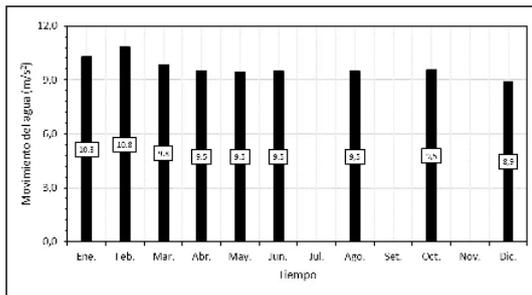


Figura 7.
Variación del movimiento de agua en la región La Libertad durante el 2022



La salinidad promedio del agua de mar, en la región La Libertad durante el 2022, mantuvo valores promedio de 34.876 ups con una máxima 34.949 ups en agosto, y mínima de 34.794 ups en octubre, excepto en el mes de marzo que presentó valores de 34.554 (ver figura 8). Respecto a los nutrientes del agua de mar (ver tabla 1), se observó valores similares a los reportados para otras áreas en el litoral peruano (ver figura 9). En el caso de los derivados de nitrógeno, se muestra una influencia de la actividad antropogénica en el mes de octubre, esto tiene relación con los valores de salinidad. Los valores de fosfatos y potasio registrados entre los meses de agosto y octubre muestran una tendencia a aumentar, los cuales están también relacionados con el incremento de la productividad en las praderas hacia los meses de primavera.

Figura 8.

Salinidad (ups) promedio a lo largo del borde costero en la región La Libertad durante el 2022

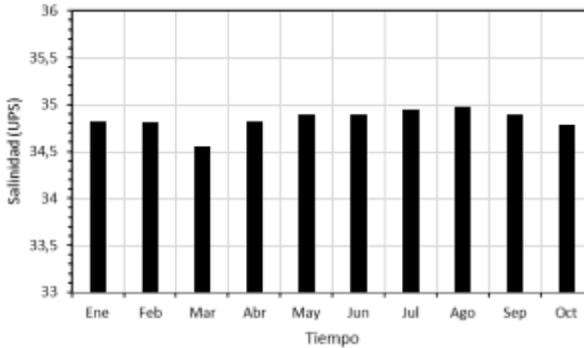


Figura 9.

Promedio de la concentración de nutrientes en el agua de mar por provincia durante los meses de agosto, setiembre y octubre del 2022

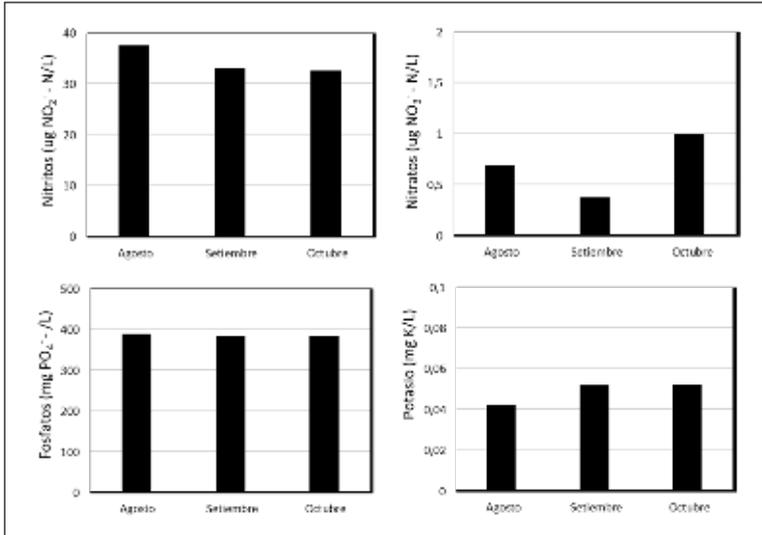


Tabla 1.

Nutrientes en agua de mar durante los meses de agosto y setiembre

Mes	Provincia	Pradera	Transecto	Nitritos (ug NO ₂ - - N/L)	Nitratos (ug NO ₃ - - N/L)	Fosfatos (mg PO ₄ -/L)	Potasio (mg K/L)
Agosto	Trujillo	Huanchaco	1	29	0.1	0.043	360
Agosto	Trujillo	Tres Palos	1	33	0.3	0.041	385
Agosto	Trujillo	La Ramada	1	36	0.3	0.05	400
Agosto	Trujillo	Punta Gorda	1	42	0.4	0.057	410
Agosto	Ascope	Pulpar	1	37	0.5	0.022	380
Agosto	Ascope	Chivera	2	55	0.6	0.035	416
Agosto	Ascope	Corralito	1	23	0.9	0.05	395

Aspectos ecológicos de *C. chamissoi* en el Perú

Agosto	Ascope	Corralito	2	33	0.8	0.047	395
Agosto	Ascope	Malabrigo	4	51	0.1	0.038	375
Agosto	Pacasmayo	Puémape	1	45	1.7	0.035	375
Agosto	Pacasmayo	Faro	2	44	0.2	0.041	380
Agosto	Pacasmayo	Muertos	3	22	2.3	0.045	390
Setiembre	Trujillo	Huanchaco	1	41.2	0.3	0.045	372
Setiembre	Trujillo	Huanchaco	5	42.3	0.1	0.049	366
Setiembre	Trujillo	Huanchaco	8	45.1	0.8	0.06	355
Setiembre	Trujillo	Tres palos	2	34.5	0.5	0.053	383
Setiembre	Trujillo	La Ramada	1	30.8	5	0.048	387
Setiembre	Trujillo	La Ramada	2	34.4	< 0.1	0.057	381
Setiembre	Trujillo	Punta Gorda	1	42.2	0.1	0.044	375
Setiembre	Trujillo	Punta Gorda	3	35.1	< 0.1	0.057	388
Setiembre	Trujillo	Uripe	1	39.3	< 0.1	0.052	384
Setiembre	Ascope	Corralito	1	26.3	< 0.1	0.052	396
Setiembre	Ascope	Malabrigo	1	30.7	0.1	0.044	385
Setiembre	Ascope	La Horqueta	1	34.1	< 0.1	0.046	392
Setiembre	Ascope	La Horqueta	3	35.2	< 0.1	0.065	386
Setiembre	Ascope	Pulpar	1	24.5	< 0.1	0.059	375
Setiembre	Ascope	Pulpar	3	36.3	< 0.1	0.065	394
Setiembre	Pacasmayo	Los Muertos	1	36.4	< 0.1	0.058	403
Setiembre	Pacasmayo	Los Muertos	3	22.7	0.3	0.039	392
Setiembre	Pacasmayo	La Punta	1	29.3	< 0.1	0.052	384

Setiembre	Pacasmayo	Faro	2	19.1	< 0.1	0.041	391
Setiembre	Pacasmayo	Puémape	1	25.5	< 0.1	0.047	375
Setiembre	Pacasmayo	El Barco	1	29.4	< 0.1	0.052	394
Octubre	Trujillo	Huanchaco	7	42.3	4.0	0.053	285.6
Octubre	Trujillo	Tres Palos	2	35.4	2.1	0.052	375.2
Octubre	Trujillo	Punta Gorda	1	44.3	< 0,1	0.056	390.1
Octubre	Ascope	La Horqueta	1	26.2	1.2	0.062	400.1
Octubre	Ascope	Pulpar	4	31.1	1.0	0.063	384.3
Octubre	Ascope	Corralito	1	32.5	0.8	0.055	400.4
Octubre	Ascope	Malabrigo	1	35.3	0.4	0.047	391.4
Octubre	Pacasmayo	Puémape	1	30.8	< 0,1	0.049	404.7
Octubre	Pacasmayo	El Barco	2	31.2	< 0,1	0.050	395.6
Octubre	Pacasmayo	Faro	1	21.7	< 0,1	0.044	390.8
Octubre	Pacasmayo	Los Muertos	3	26.4	1.2	0.043	397.5

Estructura poblacional de *C. chamissoi*

Estructura por tallas (cm)

Durante todo el periodo de estudio, se observó una mayor dispersión de tallas en los meses de primavera 2022. El promedio de tallas fue disminuyendo desde enero hacia el mes de agosto, y luego se observó un incremento hacia diciembre (ver figura 10). Durante el periodo de estudio de enero – diciembre 2022, se midieron 18 016 individuos de *C. chamissoi*, las cuales alcanzaron longitudes máximas de 73 cm (El Pulpar) y mínimas de 1 cm (El Faro, Malabrigo, El Pulpar, Tres Palos, Huanchaco y La Ramada). El promedio de longitud estimado para toda la región fue 14.5 cm (\pm 0.10 cm), la moda fue 10 cm y la mediana fue 13.0 cm. Las praderas de la provincia de Pacasmayo fueron las que tuvieron menor longitud promedio (13.9 cm), y las praderas de la provincia de Trujillo tuvieron la mayor longitud promedio (14.8 cm) (ver tabla 2).

Densidad (ind/m²)

La tendencia temporal del promedio total de la densidad en todas las praderas visitadas fue incrementando hacia el mes de julio (405 ind/m²). Luego, en agosto-octubre se observó un periodo de transición para tener el máximo valor de la densidad en noviembre (663 ind/m²) y, finalmente, hubo una disminución ligera de la densidad en diciembre, relacionado con la presencia de ejemplares con mayor longitud promedio (ver figura 11).

Figura 10.

Frecuencia relativa de la estructura de tallas de *C. chamissoi* “yuyo” separado por clases (10 cm) en la región La Libertad durante el 2022

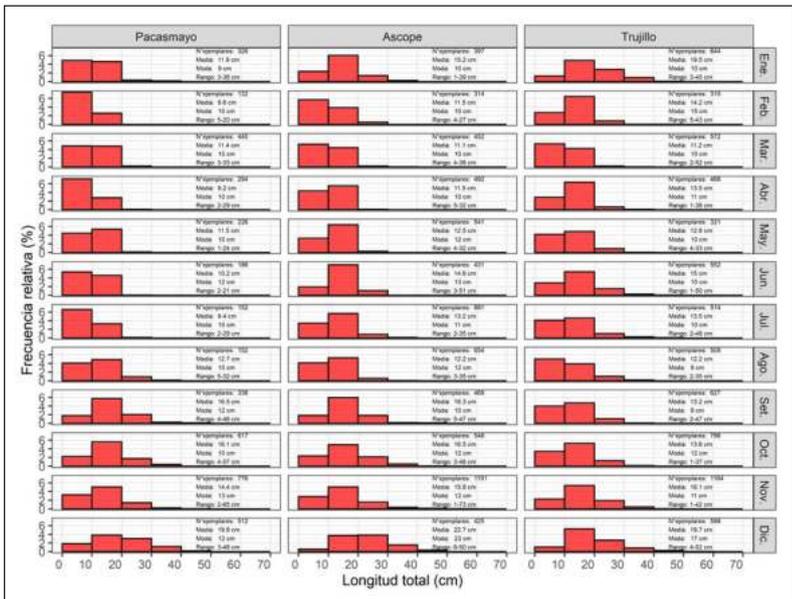


Tabla 2.

Estadísticos de tendencia central y de dispersión de la longitud (cm) de Chondracanthus chamissoi por localidad en la región La Libertad durante el 2022

Longitud (cm)	Pacasmayo	Ascope	Trujillo	Total
N.º total individuos	4151	6793	7072	18016
Promedio	13.9	14.4	14.8	14.5
Desviación Estándar	7.16	6.90	7.10	7.05
Moda	10.0	10.0	10.0	10.0
Mediana	12.0	13.0	13.0	13.0
Longitud máxima	65.0	73.0	52.0	73.0
Longitud mínima	1.0	1.0	1.0	1.0

La densidad total de individuos tuvo diferentes tendencias a través de cada provincia durante el tiempo de estudio. En Trujillo, se observó dos patrones: el primero se mantuvo estable de enero hasta agosto, con una densidad promedio de 133 ind/m²; y, el segundo, mantuvo elevada densidad, con valores de 208 ind/m² a 663 ind/m², de setiembre a diciembre. En Ascope, la densidad varió de 388 ind/m² a 799 ind/m² y se observó que, a excepción de febrero, mayo y junio, la densidad no presentó mayores cambios. En Pacasmayo, la densidad mostró similar comportamiento al de las praderas de Ascope, donde los valores se mantuvieron bajo durante todo el periodo de estudio, a excepción de junio, noviembre y diciembre donde se registraron altos valores correspondientes a las praderas de Los Muertos (junio) y Puémape (noviembre y diciembre) (ver tabla 3). Respecto a los individuos con carposporas, se observaron diferentes tendencias. En Trujillo, los valores no fueron dispersos; mientras que, en Pacasmayo y Ascope, se observó un incremento hacia el mes de junio y julio respectivamente (ver tabla 4). La densidad de individuos vegetativos fue mayor con similares tendencias en las tres provincias (ver tabla 5). Los individuos reconocidos como tetrasporofitos no mostraron un claro patrón de distribución temporal. En Trujillo, se registraron altos valores en setiembre y noviembre; mientras que, en Ascope, los valores mayores se dieron en julio y noviembre; y, en Pacasmayo, el mayor valor se dio en noviembre (ver tabla 6).

Figura 11.

Densidad promedio (ind/m²) de *C. chamissoi* "yuyo" en la región La Libertad durante el 2022

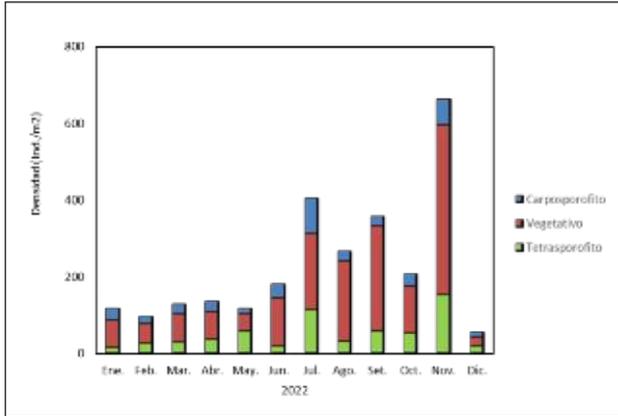


Tabla 3.

Promedio de la distribución espacial y temporal de la densidad total (Ind/m²) en la región La Libertad durante el 2022

Pradera/Tiempo	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
Trujillo	188	88	133	128	39	70	197	219	388	388	799	575	266
Tres Palos	403	48	21	407	39	123	316	176	67	761	327	368	255
Huanchaco	98	65	71	35	83	37	287	53	53	553	1050	420	234
Uripe		265	140	46	1	100	115		1176		434	173	272
La Ramada	116	36	163	113	33	48	72	19		142	259	514	138
Punta Gorda	136	29	271	40	37	43	197	629	257	97	1924	1402	422
Ascope	60	112	133	80	150	88	715	415	93	117	490	517	237
Malabrigo	66	26	98	81	49	42	289	1373	40	70			242
El Corralito			94	260	97	195	51	120	171	79	235		186
El Pulpar	88	259		164	31		1855	27	39	93	545	317	342
La Viga				207	4								105
Los Cochos				0	0								0
Chivera	52	68	101	136	136	90	598	87				437	189
La Horqueta					341	168			213	71	322	449	261
El Cerco	35											864	449

Pacasmayo	75	56	65	92	35	341	199	28	59	117	667	336	159
Boca del Río			0	0	0	0							0
La Punta			117						111				114
El Faro		59	53	74	17	315		55	14	109	272	114	108
Los Muertos		74	181	121	145	635	383		22	112	353	75	210
La Percala				37									37
El Milagro	200	36	48		69							327	136
La Chivera	0		0	0	0								0
El Barco			37	165					80	87	348	94	135
Puémape	44		85	256	14	412	16	1	68	162	4	1	348
Urricape	56			82	0								46
Total	119	96	129	136	118	181	405	268	358	208	663	400	220

Tabla 4.

Promedio de la distribución espacial y temporal de la densidad (Ind/m²) de individuos con carposporas en la región La Libertad durante el 2022

Pradera/Tiempo	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
Trujillo	67	18	28	34	11	16	29	20	29	59	67	92	39
Tres Palos	119	7	6	105	5	35	40	33	13	130	47	71	51
Huanchaco	35	23	33	13	34	13	59	2	12	46	135	121	44
Uripe		38	15	13	1	16	11		35		91	26	27
La Ramada	50	10	37	23	12	11	7			45	10	78	28
Punta Gorda	64	12	48	15	2	4	29	25	55	16	54	162	41
Ascope	16	23	40	24	19	25	176	38	18	24	90	125	50
Malabrigo	12	9	38	27	10	7	100	107	11	22	141		44
El Corralito		30	34	24	40	6	26	18	26	27	37		27
El Pulpar	29	43		44	2		71	10	8	29	73	48	36
La Viga			65	1									33
Los Cochos													
Chivera	15	8	24	22	28	33	507	18				129	87
La Horqueta					16	53			29	20	110	85	52
El Cerco	7											236	122

Pacasmayo	13	14	18	30	19	194	86	10	16	18	44	30	27
Boca del Río			0	0	0	0							0
La Punta			14						38				26
El Faro				27	3			10	6	17	37	22	18
Los Muertos		15	63	45	48	194	86		0	30	81	38	60
La Percala				8									8
El Milagro	22	13	5		7							57	21
La Chivera													
El Barco			1	60					18	21	54	23	30
Puémape	4		3	4						4	3	9	4
Urricape	12			38									25
Total	33	19	28	29	16	37	94	28	27	34	67	79	39

Tabla 5.

Promedio de la distribución espacial y temporal de la densidad (Ind/m²) de individuos vegetativos en la región La Libertad durante el 2022

Pradera/Tiempo	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
Trujillo	102	59	97	76	28	36	122	177	303	258	551	296	165
Tres Palos	229	11	10	227	16	88	210	106	39	552	151	72	149
Huanchaco	49	45	25	23	38	16	200	50	25	406	763	161	86
Uripe		227	124			42	78		1006		239	21	295
La Ramada	63	18	102	29	21	15	18	7		32	69	240	34
Punta Gorda	67	17	223	25	35	17	104	544	141	42	1530	986	121
Ascope	31	49	89	47	62	45	318	338	45	68	234	236	127
Malabrigo	24	14	56	35	39	26	181	1212	26	42	248		173
El Corralito		35	210	23	149	7	55	88	29	174	167		94
El Pulpar	48	135		111	19		1009	15	12	42	382	166	194
La Viga			76	3									40
Los Cochos													
Chivera	31	10	15	65	100	52	25	36				157	55
La Horqueta					6	93			112	12	137	244	101
El Cerco	20											377	198

Pacasmayo	84	44	41	88	39	386	152	23	33	40	520	58	117
Boca del Río													0
La Punta			53						57				55
El Faro		59	3	46	14	315		44	6	35	187	67	78
Los Muertos		52	77	63	68	433	288		6	32	234	23	128
La Percala				29									29
El Milagro	174	20	17		62							120	79
La Chivera													
El Barco			35	105					27	27	219	14	71
Puémape	40		59	240	14	409	16	1	68	68	1441	67	220
Urricape	38			44									41
Total	71	52	72	71	45	126	199	210	274	122	444	194	137

Tabla 6.

Promedio de la distribución espacial y temporal de la densidad (Ind/m²) de tetrasporofitos en la región La Libertad durante el 2022

Pradera/Tiempo	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
Trujillo	20	19	11	56	14	23	46	28	57	71	181	187	67
Tres Palos	56	31	5	75	17		67	38	15	79	129	225	67
Huanchaco	14	19	13		10	8	28	0	16	101	152	137	45
Uripe			1	33		42	25		136		104	126	67
La Ramada	4	8	24	61		22	47	12		65	180	195	62
Punta Gorda	6					21	64	60	611	38	339	254	105
Ascope	14	41	37	32	86	19	222	39	30	25	166	156	72
Malabrigo	30	2	4	20		9	8	54	4	6	144		28
El Corralito		29	16	49	6	38	40	65	25	34	358		66
El Pulpar	12	81		9	10		774	20	20	22	90	103	112
La Viga			66										66
Los Cochos													
Chivera	5	51	61	50	8	5	66	34				151	48
La Horqueta					319	22			72	39	74	120	108
El Cerco	8											250	129

Pacasmayo	4	5	38	13	29	6	8	1	17	59	102	44	37
Boca del Río													0
La Punta			50					1	16				33
El Faro			50						2	57	47	25	30
Los Muertos		7	41	14	29	8	8		16	50	37	14	22
La Percala													
El Milagro	4	3	26									150	46
La Chivera													
El Barco									35	39	76	26	44
Puémape			23	12		4				90	250	6	64
Urricape	5												5
Total	14	26	29	36	57	18	113	30	57	52	152	127	61

Biomasa (g/m²)

La biomasa mínima fue 116.8 g/m² (agosto) y la máxima 1166.1 g/m² (diciembre) (ver figura 12). Los valores totales de biomasa por pradera mostraron un patrón más claro que la densidad (ver figura 12 y tabla 7). Las tres provincias mostraron que los valores mínimos se desarrollan de febrero a setiembre y los máximos se presentan en meses de primavera-verano (ver tabla 7). Este patrón se mostró en la distribución de los carposporofitos (ver tabla 8) y vegetativos (ver tabla 9). En el caso de los tetrasporofitos, los mayores valores de biomasa se muestran en meses de primavera (ver tabla 10).

Figura 12. Densidad promedio (ind/m²) de *C. chamissoi* “juyo” en la región La Libertad durante el 2022

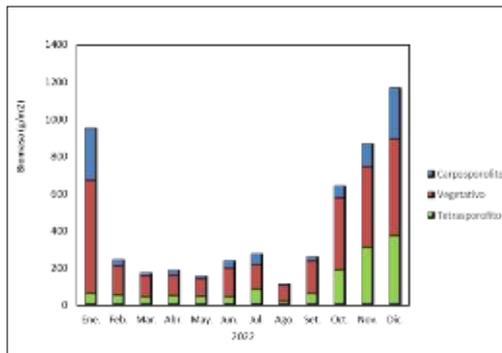


Tabla 7.

Promedio de la distribución espacial y temporal y de la biomasa total (g/m²) en la región La Libertad durante el 2022

Pradera/ Tiempo	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
Trujillo	1856.1	332.0	137.6	265.9	37.2	88.5	148.9	81.6	310.5	740.7	841.2	1127.8	472.3
Tres Palos	973.5	115.8	27.9	309.2	39.0	119.0	253.1	84.0	48.8	523.9	757.0	1526.1	398.1
Huanchaco	1732.7	320.8	75.1	30.2	74.4	37.7	193.3	8.0	49.3	531.9	1602.9	858.4	459.5
Uripe		333.4	170.8	455.7	4.3	117.6	73.4		311.6		541.6	526.1	281.6
La Ramada	3395.3	195.8	188.2	289.8	37.0	74.1	101.2	10.5		1086.2	321.3	1230.8	630.0
Punta Gorda	1323.0	694.3	225.9	244.3	31.4	94.0	123.3	224.0	432.4	820.8	983.2	1497.5	557.8
Ascope	520.5	228.4	244.7	144.8	244.2	374.2	482.3	186.8	389.5	789.9	889.8	1811.8	500.1
Malabrigo	495.0	26.9	439.6	449.0	342.9	414.7	432.2	423.5	781.4	727.3	1351.7		534.9
El Corralito		329.9	456.0	128.3	151.1	280.4	94.4	110.3	160.7	379.1	428.6		251.9
El Pulpar	679.3	313.0		192.5	103.1		692.3	77.8	135.3	1201.8	1087.6	1208.0	569.1
La Viga			265.8	9.7									137.7
Los Cochos			0.0	0.0									0.0
Chivera	646.2	243.6	62.0	89.5	307.5	446.7	710.3	135.6				2691.7	592.6
La Horqueta					316.3	354.9			480.5	851.2	691.6	1432.6	687.8
El Cerco	261.6											1915.0	1088.3
Pacasmayo	228.1	61.4	77.2	67.1	81.2	191.5	102.9	21.9	56.5	392.8	875.6	713.8	230.5
Boca del Río			0	0	0	0							0
La Punta			129.9						78.0				104.0
El Faro		65.3	70.7	171.1	102.3	130.5		43.4	102.9	200.0	523.9	706.8	211.7
Los Muertos		64.9	141.8	79.5	97.7	417.0	202.4		15.5	102.1	518.9	399.5	203.9
La Percala				48.4									48.4
El Milagro	179.6	53.9	52.1		43.2							858.6	237.5
La Chivera	0		0	0	0								0.0
El Barco			10.9	80.7					49.3	312.3	451.1	392.2	216.1
Puémape	384.6		212.2	117.5	244.1	218.5	3.4	0.5	36.6	956.8	2008.4	1211.8	490.4
Urricape	348.1			39.1									193.6
Total	952.1	245.0	172.5	186.9	155.0	239.3	274.9	116.8	260.9	641.1	866.7	1166.1	399.6

Tabla 8.

Promedia de la distribución temporal y espacial de la biomasa (g/m²) de individuos con carposporas en la región La Libertad durante el 2022

Pradera/ Tiempo	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
Trujillo	580.1	48.3	25.8	63.6	10.9	20.1	27.2	10.9	26.0	85.0	121.2	222.7	99.9
Tres Palos	364.6	22.5	4.4	60.7	5.9	27.5	18.6	20.6	8.8	94.7	160.1	393.2	98.5
Huanchaco	606.2	112.8	32.2	11.4	24.5	10.4	83.4	0.7	14.3	25.7	234.9	246.5	116.9
Uripe		36.1	12.5	119.6	3.0	28.5	7.0		24.3		101.8	47.9	42.3
La Ramada	1044.8	11.9	56.4	86.8	10.6	27.2	4.3			178.2	38.8	224.8	168.4
Punta Gorda	305.0	58.4	23.3	39.5	10.5	7.0	22.8	11.3	56.5	41.4	70.5	200.9	70.6
Ascope	175.0	47.1	34.9	18.5	35.3	61.4	119.5	24.6	41.0	93.3	187.0	539.1	111.2
Malabrigo	193.9	9.1	31.5	31.6	35.4	27.5	105.0	40.9	50.2	33.5	392.6		86.5
El Corralito		77.4	46.8	17.6	27.9	6.7	14.3	11.7	23.2	29.1	31.5		28.6
El Pulpar	246.4	43.1		18.3	9.0		24.9	14.1	29.2	169.0	139.4	207.0	90.0
La Viga			54.3	1.9									28.1
Los Cochos													
Chivera	194.5	58.9	7.0	23.2	61.6	126.0	333.6	31.8				847.0	187.1
La Horqueta					42.5	85.6			61.4	141.5	184.3	407.9	153.9
El Cerco	65.3											694.4	379.8
Pacasmayo	37.8	14.2	13.3	17.7	9.9	123.0	49.0	10.2	11.3	30.9	75.5	119.7	40.1
Boca del Río													0
La Punta			9.1						26.3				17.7
El Faro				9.5	17.0			10.2	6.6	39.9	80.9	127.7	41.7
Los Muertos		9.4	38.8	33.0	19.5	123.0	49.0		0.4	30.9	128.2	128.4	56.1
La Percala				12.8									12.8
El Milagro	32.0	18.9	7.8		2.6							165.0	45.3
La Chivera													
El Barco			3.0	32.1					11.9	45.1	90.6	124.9	51.3
Puémape	14.2		7.6	2.4	0.5					7.7	2.6	52.4	12.5
Urricape	67.2			16.5									41.9
Total	284.9	41.7	23.9	32.3	19.3	46.9	66.3	17.7	30.2	69.7	127.4	276.3	87.3

Tabla 9.

Promedio de la distribución temporal y espacial de la biomasa (g/m²) de individuos vegetativos en la región La Libertad durante el 2022

Pradera/ Tiempo	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
Trujillo	1199.5	254.7	82.0	158.7	21.5	40.9	69.4	61.8	132.7	417.7	457.2	366.1	258.9
Tres Palos	547.0	54.2	10.3	224.9	22.4	91.4	146.8	51.0	23.8	381.6	373.3	257.8	182.0
Huanchaco	1026.9	118.7	28.5	18.9	36.5	17.3	92.9	7.3	24.4	418.3	981.9	310.1	256.8
Uripe		297.3	111.9	252.3	1.3	24.9	35.4		198.3		194.5	43.5	128.8
La Ramada	2248.3	167.6	115.7	108.2	26.4	16.8	111	2.3		255.7	111.6	273.1	303.3
Punta Gorda	975.7	635.9	143.5	189.4	20.9	53.9	61.0	186.7	284.2	615.2	624.8	945.9	394.8
Ascope	289.6	116.9	233.4	117.3	166.9	259.5	233.8	139.2	287.6	578.3	368.1	804.5	293.3
Malabrigo	250.7	16.5	386.5	338.0	307.5	369.1	312.9	349.4	685.4	661.8	458.2		376.0
El Corralito		195.5	389.6	18.1	119.4	204.2	54.5	80.5	116.4	234.9	55.6		146.9
El Pulpar	410.6	151.5		168.8	24.9		321.8	54.5	85.0	908.1	628.2	602.9	335.6
La Viga			135.5	7.7									71.6
Los Cochos													
Chivera	361.7	104.2	21.8	53.6	243.0	276.8	246.2	72.5				1182.3	284.7
La Horqueta					139.8	188.1			263.8	508.6	330.3	724.7	359.2
El Cerco	135.3											708.1	421.7
Pacasmayo	261.5	45.2	60.0	68.8	101.4	209.1	76.5	16.1	38.6	178.2	470.5	452.7	169.4
Boca del Río													
La Punta			57.9						41.4				49.6
El Faro		65.3	1.7	161.6	85.3	130.5		31.6	93.8	76.1	263.6	402.5	131.2
Los Muertos		41.5	78.4	35.7	35.9	279.6	149.6		5.7	14.7	299.2	170.2	111.0
La Percala				35.5									35.5
El Milagro	143.5	28.9	22.5		40.6							379.7	123.0
La Chivera													
El Barco			7.8	48.6					15.3	94.1	209.4	158.0	88.9
Puémape	370.4		191.6	108.6	243.6	217.3	3.4	0.5	36.6	527.9	1109.6	1153.1	360.2
Urricape	270.7			22.6									146.7
Total	612.8	156.4	113.5	112.0	96.2	155.8	130.5	83.6	174.7	391.4	433.9	522.3	242.7

Tabla 10.

Promedio de la distribución temporal y espacial de la biomasa (g/m²) de tetrasporofitos en la región La Libertad durante el 2022

Pradera/ Tiempo	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
Trujillo	76.5	48.3	29.9	54.4	12.1	34.3	52.3	11.6	51.8	238.0	262.7	539.0	131.7
Tres Palos	61.8	39.1	13.1	23.7	10.8		87.7	12.4	16.1	47.6	223.6	875.0	128.3
Huanchaco	99.6	89.2	14.4		13.4	10.0	17.1	0.1	10.5	87.9	386.1	301.7	93.6
Uripe			46.4	83.9		64.3	31.1		88.9		245.3	434.7	142.1
La Ramada	102.2	16.4	16.1	94.8		30.0	85.8	8.3		652.3	170.9	732.9	191.0
Punta Gorda	42.3		59.2	15.5		33.1	39.5	25.9	91.7	164.3	287.9	350.7	111.0
Ascope	56.0	64.3	37.6	47.5	52.5	53.2	129.0	22.9	60.8	118.2	334.8		117.7
Malabrigo	50.5	1.3	21.5	79.4		18.1	14.3	33.2	45.8	32.0	500.9		79.7
El Corralito		57.1	19.6	92.5	3.8	69.5	25.6	18.0	21.0	115.2	341.4		76.4
El Pulpar	22.3	118.3		5.4	69.2		345.6	9.2	21.2	124.7	319.9	398.1	143.4
La Viga			75.9										75.9
Los Cochos													
Chivera	90.0	80.4	33.3	12.7	2.8	43.9	130.5	31.3				662.5	120.8
La Horqueta					134.0	81.3			201.1	201.1	177.0	300.0	174.8
El Cerco	61.1											383.1	222.1
Pacasmayo	7.1	10.1	38.3	8.7	42.3	7.8	3.8	1.6	11.1	183.7	329.6	141.4	94.3
Boca del Río													0
La Punta			63.0						10.3				36.7
El Faro			69.0					1.6	2.4	84.0	179.4	176.6	85.5
Los Muertos		14.1	24.6	10.9	42.3	14.4	3.8		9.4	56.5	91.5	100.9	36.8
La Percala													
El Milagro	4.1	6.1	21.8						22.1	173.0	151.1	313.9	98.9
La Chivera													
El Barco										421.2	896.3	109.3	475.6
Puémape			13.0	6.6		1.1						6.3	6.7
Urricape	10.2												10.2
Total	54.4	46.9	35.1	42.5	39.5	36.6	78.1	15.5	56.1	180.0	305.5	367.5	117.1

Biomasa total

La biomasa total estimada entre enero y diciembre del 2022 en la región La Libertad fue de 429.9 toneladas (ver tabla 11). Los valores promedio fueron mayores en el mes de diciembre para las tres provincias. Respecto a las comparaciones espaciales, las tres provincias mostraron el mismo patrón, con valores mínimos entre febrero y octubre y valores máximos en noviembre y diciembre (ver tabla 11).

Tabla 11.

Biomásas (t) totales por pradera y por tiempo en la región La Libertad durante el 2022

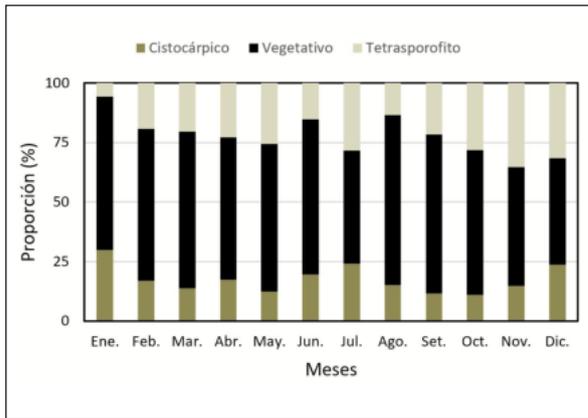
Pradera/Tiempo	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
Trujillo	20.2	5.3	1.3	3.2	0.4	2.8	1.4	0.9	1.3	9.0	9.8	41.7	97.4
Tres Palos	1.8	0.3	0.1	1.6	0.2	1.3	1.0	0.5	0.1	2.1	0.1	6.6	9.1
Huanchaco	6.6	2.3	0.2	0.0	0.1	0.4	0.2	0.0	0.1	0.1	4.6	21.0	14.6
Uripe		0.1	0.2	0.1	0.0	0.2	0.0		0.1		0.1	1.2	0.9
La Ramada	6.1	0.2	0.1	0.4	0.0	0.5	0.1	0.0		2.0	0.3	3.4	9.7
Punta Gorda	5.8	2.3	0.7	1.1	0.1	0.5	0.1	0.3	1.0	4.9	4.7	9.6	21.5
Ascope	35.3	3.5	2.5	2.6	3.7	8.0	1.8	2.2	8.2	18.8	24.2	103.5	214.3
Malabrigo	2.0	0.1	1.2	1.5	1.1	2.1	0.3	0.9	2.7	1.6	2.5		16.1
El Corralito		0.3	0.7	0.1	0.9	1.7	0.4	0.2	0.4	0.4	0.1		5.2
El Pulpar	16.6	2.4		0.2	0.9		0.7	0.1	0.9	10.1	15.7	19.9	67.3
La Viga			0.0	0.0									0.0
Los Cochos			0.0	0.0									0.0
Chivera	9.6	0.7	0.5	0.8	0.4	1.3	0.3	1.0				36.6	51.2
La Horqueta					0.4	3.0			4.2	6.8	5.9	24.2	44.4
El Cerco	7.1											22.8	29.9
Pacasmayo	4.3	0.5	2.6	0.8	3.1	2.7	0.2	0.3	0.6	9.2	38.9	54.5	117.8
Boca del Río			0	0	0								0
La Punta			0.3						0.2				0.5
El Faro		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.3	0.1	1.1	4.1	5.8	11.5
Los Muertos		0.5	0.2	0.1	2.1	2.1	0.2		0.0	0.5	9.3	2.9	17.9
La Percala				0.0									0.0
El Milagro	1.2	0.0	0.7		0.0							21.9	23.9
La Chivera	0		0	0	0								0.0
El Barco			0.0	0.1					0.2	4.5	19.1	20.0	43.9
Puémape	1.6		1.4	0.6	1.0	0.6	0.0	0.0	0.1	3.1	6.4	3.9	18.6
Urricape	1.5												1.5
Total	59.8	9.3	6.3	6.7	7.2	13.6	3.4	3.4	10.6	37.0	72.9	199.7	429.5

Proporción sexual

En todo el periodo de estudio, predominaron los vegetativos (60.3 %), seguido por la fase tetrasporofita (22.2%) y los de menor proporción los cistocárpicos (17.5 %) (ver figura 13).

Figura 13.

Proporción sexual (%) de individuos vegetativos (negro), cistocárpicos (gris oscura) y tetrasporofitos (gris claro) en el medio natural en la región La Libertad durante el 2022



Fauna y flora acompañante de *C. chamissoi*

Se registraron 47 especies de fauna y 25 de flora (ver tabla 12). Respecto a la comunidad de macroalgas, las especies *Corallina officinalis*, *Cryptopleura cryptoneuron* y *Gymnogongrus furcellatus* estuvieron presentes en todas las praderas. Otras especies como *Ahnfeltiopsis durvillaei* y *Chondracanthus glomeratus* fueron abundantes en la provincia de Pacasmayo y Ascope. Las praderas de Malabrigo y Puémape, caracterizadas por presentar el intermareal rocoso expuesto, presentaron alta abundancia de *Chondracanthus glomeratus* (ver tabla 13). Esta especie es también un recurso y reemplaza el comercio de *C. chamissoi* en los meses de otoño e invierno donde se presenta menor abundancia de yuyo.

Flora	<i>Gelidium sp.</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	3	1	1	1	3	1		
Flora	<i>Gracilaria sp.</i>						1																											
Flora	<i>Grateloupia dorypora</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
Flora	<i>Griffytsia chilensis</i>		1		1	1	1		1		2		1	1	2	1				2		1	1			2	1	1		2	1	1		
Flora	<i>Gymnogongrus furcellatus</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2
Flora	<i>Neorubra decipiens</i>	2	1		1		1	1		1	1															2								
Flora	<i>Polysiphonia sp.</i>	1	1	1	1		1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	
Flora	<i>Porphyra columbina</i>																															2		
Flora	<i>Prionitis decipiens</i>																															2		
Flora	<i>Pterosiphonia sp.</i>																																	
Flora	<i>Rhodymenia flabellifolia</i>	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1			2		1	2		1	2			1			2			3			2	
Flora	<i>Rhodymenia sp.</i>		1						1			3			2	1		1	1		2	1		2	1	1	2	1	1	1	1	1		
Flora	<i>Ulva intestinalis</i>																																	
Flora	<i>Ulva lactuca</i>					1	1	1	1	1	1	1		2	2	1												1						
Flora	<i>Ulva sp.</i>	1	1	2	1	1	1				1			2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1

Fuente: Elaboración propia.

4. DISCUSIÓN

En general, se observó que los valores de temperatura entre enero y agosto del 2022 fueron menores al patrón de temperatura local. Posiblemente, esto se debe al evento frío que se viene presentando desde inicios de mayo 2022 (Enfen, 2022). También, relacionamos al oxígeno disuelto como un posible indicador de abundancia de macroalgas, ya que estos organismos producen oxígeno como parte de su metabolismo. Esta relación la hemos podido observar en el transecto siete y ocho de la pradera de Huanchaco, ya que hay una mayor abundancia en el ensamble de macroalgas, habitando una pequeña ensenada. El resto de las praderas se encuentran expuestas al oleaje, lo que no permitió observar esta relación. Similar al oxígeno disuelto, el grado de acidez o alcalinidad del agua, a través del pH también fue usado para determinar zonas de mayor productividad. Ambos parámetros fueron importantes para la caracterización de las condiciones ambientales del agua de mar en cada pradera. Ello muestra que altos valores de oxígeno disuelto y valores intermedios de pH se registran en zonas con altas abundancias de macroalgas en el ecosistema marino costero en La Libertad. Estudios previos mostraron similares valores relacionados con un incremento en el desarrollo de otras macroalgas rojas como *Gracilaria* spp. (Mawi *et al.*, 2020).

Por otro lado, en este estudio, se ha adaptado un sistema para la instalación de los sensores en una zona intermareal expuesta al oleaje con prueba y error. Si bien esta metodología ha sido ampliamente utilizada para el estudio de otras praderas submareales de macroalgas alrededor del mundo, este sistema de anclaje no asegura la permanencia de los equipos, debido a que está expuesto al robo y, en ocasiones, el fuerte oleaje puede arrancarlos y desarmar el sistema (Evans y Abdo, 2010; Smale *et al.*, 2016; Uribe *et al.*, 2015). A pesar de los riesgos, se lograron buenos resultados por el continuo registro de datos. Al respecto, con excepción del mes de abril, la tendencia de los valores continuos registrados con sensores para la intensidad de luz sobre el fondo marino fue decreciendo hasta setiembre del 2022. Esto tiene sentido, ya que la intensidad de rayos solares siempre es mayor en los meses de verano y, posterior a estos meses, se presenta mayor nubosidad que puede generar eventos "oscuros" y limitar el paso de los rayos solares, afectando la fotosíntesis de los productores primarios como el yuyo. Los valores de movimiento de agua fueron disminuyendo hacia el mes de diciembre. Se esperaba que este patrón sea contrario, debido al mayor oleaje durante los meses fríos; sin embargo, es posible que el evento de La Niña, que se dio desde inicios de mayo 2022, haya tenido efecto sobre este parámetro.

A pesar de esto, los valores de oleaje no han sido elevados. Esto se vio reflejado en la poca cantidad de organismos varados que fueron observados durante las evaluaciones mensuales. Otras de las características ambientales, determinantes en la productividad de las praderas, fue su extensa plataforma, ya que, en los meses de mayor intensidad de luz y extensas bajas de mareas, el sustrato queda expuesto por largos períodos de tiempo. Estas condiciones, junto a la adaptación de su actividad reproductiva, podrían ser favorables para el rápido crecimiento del yuyo. Sin embargo, esto podría ser también perjudicial, ya que se observó plantas blanqueadas en zonas con poca pendiente como El Faro y El Pulpar. En praderas de plataforma rocosa expuesta como Malabrigo y Puemape, la estrategia biológica del yuyo es retener mayor cantidad de agua en sus tejidos, lo que vuelve poco atractivo al comercio y disminuye los precios. Sin embargo, la intensidad de luz, en los meses de primavera y verano, causan daños al tejido de los organismos más débiles (ver foto 1).

Los resultados de la salinidad se debieron posiblemente a que las praderas tuvieron mucha influencia de los drenes de agua dulce desde el continente. En general, estos valores son normales y son característicos de las aguas costeras frías (34.8 a 35.0 ups), las cuales están asociadas al sistema de afloramiento costero en el Perú (Morón 2011; Kittu *et al.*, 2023). Los valores mínimos presentados en los meses de primavera/verano pueden estar asociados a un efecto de los poblados cercanos a las praderas o por la influencia de aguas ecuatoriales superficiales (34.00 a 34.80). Sin embargo, esto último podría tener menos razón, ya que el 2022 se sintió más frío, los vientos Alisios incrementaron y se presentaron características ambientales del ciclo frío del ENOS. Respecto al enriquecimiento con nutrientes del agua de mar, como un resultado del afloramiento de aguas oceánicas profundas, está bien documentado y puede, en cierta forma, explicar la producción de áreas con organismos coloniales formadores de hábitat como *C. chamissoi* (Firstater *et al.*, 2010). Sin embargo, esto debería ser contrastado con resultados donde las áreas de interés se vean influenciadas por un aporte estacional de aguas residuales de residuos humanos.

Debido a la plasticidad de esta especie, solo se reconocieron como tetrasporofito a los individuos enteros que, a simple vista, presentaban tetrasporangios. Es importante señalar que esta disponibilidad de mayor abundancia vegetativa de *C. chamissoi* en la región La Libertad posiblemente sea uno de los mecanismos que permita la subsistencia después de una fuerte presión de extracción (Vásquez *et al.*, 2001). El estado vegetativo le permite a *C. chamissoi* regenerarse a partir de cualquier fragmento que quede adherido al sustrato. Esto se desarrolla siempre y cuando las condiciones, tanto ecológicas como ambientales, sean favorables para este proceso. Por ejemplo, en la pradera de Boca del Río, en años anteriores siempre se encontró disponibilidad de hábitat (piedras expuestas); sin embargo, desde enero del 2022, no hemos registrado organismos, quizá a

las malas condiciones ambientales, ya que siempre se observó el agua de mar turbia. En Chile, la extracción del yuyo se realiza entre el intermareal bajo hasta los 10 m, caso contrario a las poblaciones que habitan en el norte de Perú, ya que hay una alta predominancia de individuos carposporofitos. Esta estrategia le permite a la especie liberar una mayor cantidad de esporas, las cuales pueden alcanzar un éxito reproductivo como las localidades de Chile y sur de Perú, habitando el submareal costero en bahías y ensenadas (González *et al.*, 1997; Arakaki *et al.* 2021).

Otros de los grupos de fauna abundante fueron los moluscos herbívoros *Tegula spp.* y *Prisogaster niger*. Estas especies son los principales consumidores de macroalgas (Vásquez *et al.*, 2001; Uribe *et al.*, 2022). Praderas como La Chivera, La Viga y Boca del Río presentaron las mayores abundancias de estas especies. Además, se observó la presencia de los moluscos carnívoros *Stramonita biserialis* y *Thaisella chocolate*, principales consumidores de caracoles herbívoros y filtradores coloniales como los choritos *Semimytilus algosus*. Otra relación trófica importante que fue observada en categoría escasa, en la mayoría de las praderas, fueron los erizos *Tetrapygus nigery* y los cangrejos *Platyxanthus orbigny* y *Romaleon setosum*. Esto fue observado principalmente en la pradera de Huanchaco (ver tabla 13). Son necesarios más estudios para tener un mejor entendimiento de las relaciones tróficas en la zona intermareal de La Libertad. Esto debería ser enfocado con fines de conservación y monitoreo, debido a que un desbalance en la trama trófica debido a la fuerte presión de extracción (factor externo) y el incremento de grupos tróficos específicos como carnívoros o herbívoros (factor interno), incluso una mezcla de ambos podría generar perturbaciones a larga escala (temporal y espacial), ocasionando una lenta recuperación del ecosistema y sus especies asociadas (Uribe *et al.*, 2022).

En ese sentido, se recomienda mantener la estrategia de rotación dentro de las mismas praderas y entre praderas. Esto permitirá que mejoren la abundancia y biomasa de *Chondracanthus chamissoi* en la región La Libertad. También, se debe evitar la extracción de ejemplares con estructuras reproductivas visibles (i.e. cistocárpicas o hembras), lo cual es fácilmente reconocido por los extractores agujeros en terreno. Ampliar la caracterización de las condiciones ambientales e incluir mediciones de turbidez, clorofila y contenido de nutrientes (silicatos, fosfatos, nitritos y nitratos) en el análisis del agua de mar. Adicionalmente, se debería realizar un estudio para determinar el origen del sedimento y su dinámica. Así, se podrá evitar el uso de espátulas o artefactos similares en la extracción del recurso yuyo, especialmente en las localidades de Malabrigo y Pacasmayo. Debido a la alta variabilidad anual de las condiciones biológicas de *C. chamissoi*, en respuesta las condiciones ambientales en cada pradera, no se recomienda tomar en cuenta la estructura de tallas como una medida directa de gestión. Lo mejor sería contar con los valores estimados de biomasa lo más rápido posible.

Por otro lado, es necesario una mayor eficiencia en la fiscalización de las actividades de campo y en el traslado de las macroalgas por parte de las autoridades competentes. De esta manera, se podrá contar con información veraz sobre el origen, cantidades, destino y el tiempo que demoran en extraer los pescadores artesanales. Esta sugerencia se fortaleció a través de continuas conversaciones con integrantes de todas las asociaciones de extractores algueros durante el año y lo observado en campo. Finalmente, el apoyo en la trazabilidad del recurso es necesario para que los pescadores artesanales cuenten con un sistema de comercialización estandarizado en la región La Libertad, lo cual se verá traducido en una mejor gestión de sus praderas naturales, mejora en la calidad de vida, mejoras en el manejo y conservación local del recurso y su biodiversidad asociada.

La tendencia mostrada de la estructura poblacional de *C. chamissoi* se debió posiblemente a la continua presión de extracción del recurso, ya que, durante el intento de completar sus cuotas personales de extracción diaria, las praderas llegaron a un punto de baja productividad. Esto puede traducirse como "sobre-explotación"; sin embargo, a diferencia de otras pesquerías como en el grupo de los peces e invertebrados, para el grupo de las macroalgas, es necesario un mayor número de argumentos antes de llegar a esta calificación debido a su alta variabilidad poblacional y ecosistémica. Esta tendencia en la disminución de los valores estadísticos entre enero y agosto, como la media, la moda, indican que el estado de la población del recurso de yuyo, posiblemente se encuentra en una continua presión de extracción. Sumado esto, se encuentra la respuesta fisiológica local del yuyo a la variabilidad de los factores ambientales, la vuelve compleja con una interpretación del estado pesquero del recurso respecto a la propuesta para una medida de gestión basada en las tallas.

5. CONCLUSIONES

El hábitat de *C. chamissoi* fue dinámico en cuanto a espacio y a características fisicoquímicas. El área habitable presentó el valor más elevado en diciembre (194 989 m²); y, el valor mínimo, en abril (25 525 m²). En cuanto a las características fisicoquímicas, estas se debieron por la presencia del evento de La Niña.

Las condiciones ambientales que caracterizaron el borde costero de la región La Libertad durante el año 2022 fueron determinantes para un incremento en la producción de las praderas de *C. chamissoi*. Estos resultados son un referente histórico para realizar predicciones sobre la producción de *C. chamissoi* en similares condiciones futuras.

La densidad de *C. chamissoi* en las praderas de la provincia de Pacasmayo fue 159 Ind/m²; en la provincia de Ascope, 237 Ind/m²; y, en la provincia de Trujillo, 266 Ind/m².

La biomasa total estimada entre enero y diciembre del 2022 en la región La Libertad fue 429.5 toneladas (t). La biomasa en las praderas de la provincia de Pacasmayo fue 117.8 t; en Ascope, 214.3 t; y, en Trujillo, 97.4 t.

La condición reproductiva de *C. chamissoi* indicó que los ejemplares vegetativos predominaron en 60.3 %; los cistocárpicos, en 17.5 %; y los tetrasporofitos, en 22.2 %.

Se identificaron 47 taxas de fauna y 25 de flora recurrentes que comparten el hábitat con *C. chamissoi* a lo largo de la región La Libertad.

El hábitat de *C. chamissoi* fue dinámico en cuanto a espacio y a características fisicoquímicas. El área habitable presentó el valor más elevado en diciembre (194 989 m²), y el valor mínimo en abril (25 525 m²). En cuanto a las características fisicoquímicas, estas fueron propias de la ocurrencia del evento de La Niña. Las condiciones ambientales que caracterizaron el borde costero de la región La Libertad durante el año 2022 fueron determinantes para un incremento en la producción de las praderas de *C. chamissoi*.

El estado bioecológico de *C. chamissoi* mostró que la densidad en las praderas de la provincia de Pacasmayo fue 159 Ind/m²; en la provincia de Ascope, 237 Ind/m²; y, en la provincia de Trujillo, 266 Ind/m². La biomasa total estimada entre enero y diciembre del 2022, en la región La Libertad, fue 429.5 toneladas (t). La biomasa en las praderas de la provincia de Pacasmayo fue 117.8 t; en Ascope, 214.3 t; y, en Trujillo, 97.4 t. La condición reproductiva de *C. chamissoi* indicó que los ejemplares vegetativos predominaron en 60.3 %, los cistocárpicos 17.5 % y los tetrasporofitos 22.2 %. Además, se identificaron 47 taxas de fauna y 25 de flora recurrentes que comparten el hábitat con *C. chamissoi* a lo largo de la región La Libertad. Finalmente, estos resultados pueden ser utilizados como bases para el manejo de este recurso.

5. REFERENCIAS

- Acleto, C. (1986). Algunos aspectos biológicos de *Gigartina chamissoi* (C.Ag) J. Agardh (Rhodophyta: Gigartinales). *Revista de Ciencias UNMSM*, 74(1), 38-47.
- Arakaki, N., Suárez-Alarcón, S., Márquez Corigliano, D., Gil Kodaka, P. & Tellier, F. (2021). The widely distributed, edible seaweeds in Peru, *Chondracanthus chamissoi* and *Chondracanthus chamissoi* f. *glomeratus* (Gigartineae, Rhodophyta), are morphologically diverse but not phylogenetically distinct. *Journal of the World Aquaculture Society*, 52(6), 1290-1311.
- Bulboa, C. & Macchiavello J. (2001). The effects of light and temperature on different phases of the life cycle in the carrageenan producing alga *Chondracanthus chamissoi* (Rhodophyta, Gigartinales). *Bot. Mar.* 44(4): 371-374.
- Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno “El Niño” – Enfen. (2022). Comunicado oficial N,° 06-2022. <http://enfen.gob.pe/download/comunicado-oficial-enfen-n-06-2022/?wpdmdl=1735yrefresh=62d69d763bcoe1658232182>
- Evans, S. & Abdo, D. (2010). A cost-effective technique for measuring relative water movement for studies of benthic organisms. *Marine and Freshwater Research*, 61(11), 1327-1335.
- Instituto del mar del Perú (Imarpe). (2019). *Anuario Científico Tecnológico*, 2018, 143 p. <https://repositorio.imarpe.gob.pe/handle/20.500.12958/3376>
- Firstater, F, Hidalgo, F., Lomovasky, B., Ramos, E., Gamero, P., y Iribarne, O. (2011). Habitat structure is more important than nutrient supply in modifying mussel bed assemblage in an upwelling area of the Peruvian coast. *Helgoland Marine Research*, 65(2), 187-196.
- Fonck, E., Martínez R., Vásquez J. & Bulboa C. (2008). Factors that affect the re-attachment of *Chondracanthus chamissoi* (Rhodophyta, Gigartinales) thalli. *J. Appl. Phycol.* 20(3): 311.
- González, J., Meneses, I., y Vásquez, J. (1997). Field studies in *Chondracanthus chamissoi* (C. Agardh) Kützing: seasonal and spatial variations in life-cycle phases. *Biología Pesquera* (Chile), 26, 3-12.
- Kittu, L., Paul, A., Fernández Méndez, M., Hopwood, M. & Riebesell, U. (2023). Coastal N₂ Fixation Rates Coincide Spatially With Nitrogen Loss in the Humboldt Upwelling System off Peru. *Global Biogeochemical Cycles*, 37(2), e2022GB007578.

Mawi, S., Krishnan, S., Din, M., Arumugam, N. & Chelliapan, S. (2020). Bioremediation potential of macroalgae *Gracilaria edulis* and *Gracilaria changii* co-cultured with shrimp wastewater in an outdoor water recirculation system. *Environmental Technology & Innovation*, 17, 100571.

Morón, O. (2011). *Climatología de la salinidad superficial del mar frente a la costa peruana. 1960 – 2008*. Informe del Instituto del Mar del Perú.

Ramírez, M. & Santelices, B. (1991). *Catálogo de las algas marinas bentónicas de la costa temperada del Pacífico Sudamericano*. Pontificia Universidad Católica del Norte.

Smale, D., Burrows, M., Evans, A., King, N., Sayer, M., Yunnice, A. & Moore, P. (2016). Linking environmental variables with regional-scale variability in ecological structure and standing stock of carbon within UK kelp forests. *Marine Ecology Progress Series*, 542, 79-95.

Uribe, R., Ortiz, M., Pacheco, A. & Araya, R. (2015). Early succession of micro-periphyton communities in kelp bed and barren ground ecological systems. *Marine Ecology*, 36(4), 1415-1427.

Uribe, R., Atoche-Suclupe, D., Paredes-Paredes, J. & Seclén, J. (2020). Características bioecológicas de la macroalga roja *Chondracanthus chamissoi* (C. Agardh) Kützinger (Rhodophyta, Gigartinaceae) en la zona intermareal del norte de Perú. *Bol Inst Mar Perú*, 35(2), 271–293.

Uribe, R., Perea, Á. & Ortiz, M. (2022). Determining ecosystem properties and short-term dynamical simulations in *Eisenia cokeri* kelp forest (north-center of Peru): Implications for conservation and monitoring. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 269, 107813.

Vásquez, J. y Alonso, J. (2001). *Chondracanthus chamissoi* (Rhodophyta, Gigartinales) in northern Chile: ecological aspects for management of wild populations. *Journal of Applied Phycology*, 13(3), 267-277.

Yeon, M., Macaya, E. & Sook, M. (2017). Molecular evidence for verifying the distribution of *Chondracanthus chamissoi* and *C. teedei* (Gigartinaceae, rhodophyta). *Botanica Marina*. 58(2), 103–113.

ANEXOS

ENERO

Anexo 1.

Vista panorámica de la pradera de El Milagro (arriba) y Urricape (abajo), provincia de Pacasmayo



Anexo 2.

Recojo de la boya con los sensores de toma de datos ambientales, pradera de Urricape



Anexo 3.

Análisis de las muestras en laboratorio



FEBRERO

Anexo 4.

Trabajo realizado en Ascope con el apoyo del extractor alguero Henry Polo



Anexo 5.

Trabajo realizado en Trujillo con el apoyo del extractor alguero Luis Oruna



Anexo 6.

Trabajo realizado en Pacasmayo con el apoyo del extractor alguero Percy Paico



MARZO

Anexo 7.

Trabajo realizado en Pacasmayo durante el tercer monitoreo de campo con el apoyo del extractor alguero Percy Paico. Fotografía tomada en la pradera de Boca del Río



Anexo 8.

Trabajo realizado en Ascope durante el tercer monitoreo de campo con el apoyo del extractor alguero Henry Polo. Fotografía tomada en Malabrigo



Anexo 9.

Trabajo realizado en Salaverry durante el tercer monitoreo de campo con el apoyo del extractor alguero Luis Oruna. Fotografía tomada en la pradera de La Ramada



Anexo 10.

Fotografía aérea (drone) de la pradera de La Ramada, Salaverry, Trujillo



Anexo 11.

Trabajo en Campo. Colecta de muestras biológicas y oceanográficas de C. chamissoi realizado en la región a Libertad



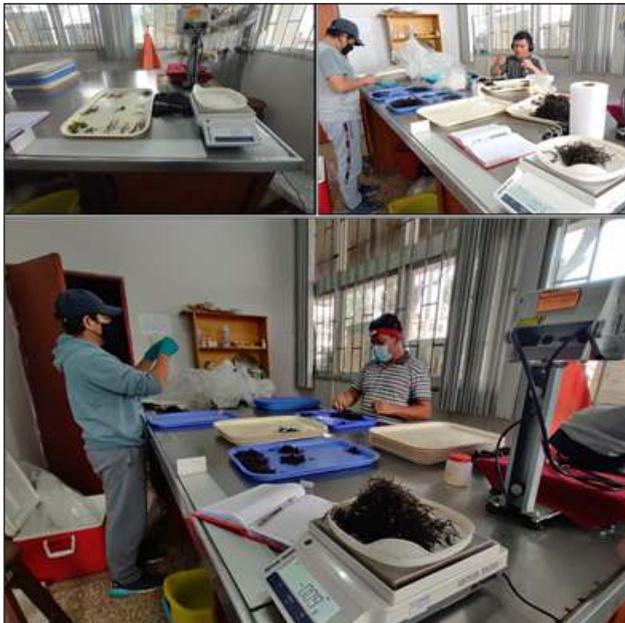
Anexo 12.

Foto aérea (Drone) de la pradera de Malabrigo, provincia de Ascope



Anexo 13.

Trabajo en laboratorio. Trabajo de análisis de las muestras de macroalgas realizado en las instalaciones del Laboratorio húmedo de Imarpe Huanchaco



ABRIL

Anexo 14.

Trabajo realizado en Pacasmayo durante el cuarto monitoreo de campo con el apoyo del extractor alguero Percy Paico. Fotografía tomada en la pradera de Urricape



Anexo 15.

Trabajo realizado en Paiján (Ascope) durante el cuarto monitoreo de campo con el apoyo del extractor alguero Henry Polo. Fotografía tomada en El Corralito



Anexo 16.

Trabajo realizado durante el cuarto monitoreo de campo con el apoyo del extractor alguero Luis Oruna. Fotografía tomada en la pradera de Huanchaco (a) y La Ramada (b)



Anexo 17.

Pradera de El Faro, se presentó arenamiento total



Anexo 18.

Colecta de muestras en la pradera de Puémape



Anexo 19.

Fotografía aérea de las praderas de Paiján (Ascope). Se observa arenamiento parcial en El Pulpar, La Viga y Los Cochos



Anexo 20.

Acondicionamiento de la boya con sensores para registros de parámetros ambientales



MAYO

Anexo 21.

Trabajo realizado en la provincia de Trujillo. A) Pradera Tres Palos y B) pradera de Huanchaco arenadas, C) extractor en Huanchaco, D) pradera La Ramada, E) pradera de Punta Gorda y F) pradera de Uripe



Anexo 22.

Trabajo realizado en Pacasmayo. A) Pradera de Boca de Río, instalación de boya con sensores, B) Puémape, C) pradera El Milagro presentando arenamiento parcial, D) vuelo de drone para la caracterización de la pradera en Urricape, E) pradera El Faro y F) pradera Los Muertos



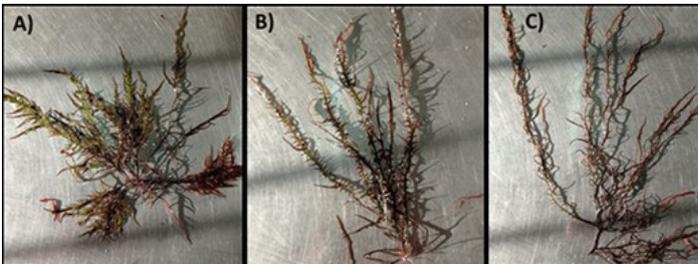
Anexo 23.

Trabajo realizado en Ascope. A) Pradera Chivera, B) El Pulpar, C) preparación de la boya con sensores, D) pradera La Horqueta, E) El Corralito y F) Malabrigo



Anexo 24.

Morfotipos identificados como A) macho, B) hembra y C) tetrasporofito. Debido al tiempo y a la dificultad por identificar los tetrasporofitos a simple vista, estos fueron considerados dentro del grupo de morfotipos machos (sin estructura reproductiva)



Anexo 25.

Vista panorámica de la pradera de Urricape. Se observa arenamiento



Anexo 26.

Vista aérea de la baja de marea en la pradera de Punta Gorda en la provincia de Trujillo



Anexo 27.

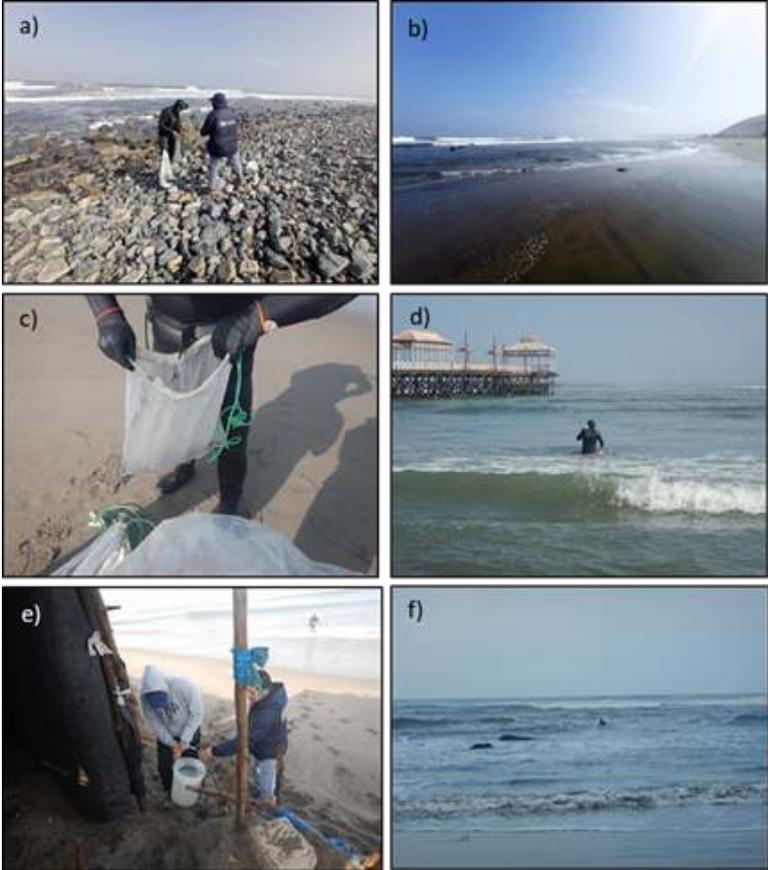
Vista aérea de las praderas de Puémape (arriba) y Malabrigo (abajo) donde se aprecia que están en proceso de desarenamiento



JUNIO

Anexo 28.

Trabajo realizado en la provincia de Trujillo. Pradera La Ramada (a), pradera de Punta Gorda (b), colecta de muestras biológicas en Huanchaco (c), extractor en Huanchaco (d), y colecta para análisis de agua en Tres Palos (e), y pradera de Uripe (f)



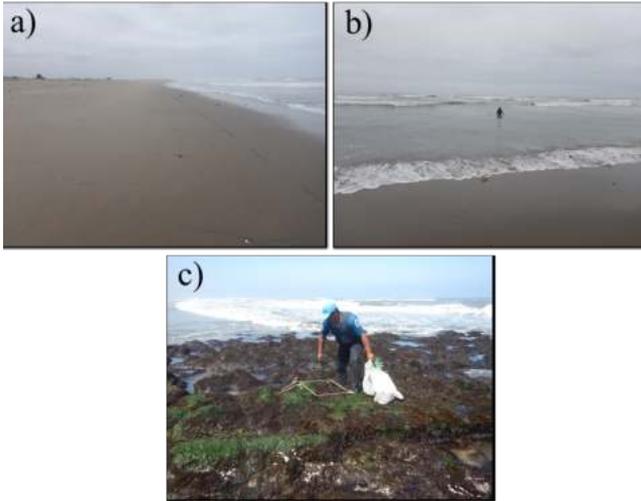
Anexo 29.

Trabajo realizado en Pacasmayo. Pradera de Boca de Río con arenamiento y agua turbia (a), pradera Los Muertos (b), colecta de agua en pradera Los Muertos (c), pradera El Faro mostrando arenamiento total (d), pradera Puémape (e) y extractores algales (mujeres) en Puémape (f)



Anexo 30.

Trabajo realizado en la provincia de Ascope. Praderas de La Horqueta (a), Chivera (b) y Malabrigo (c)



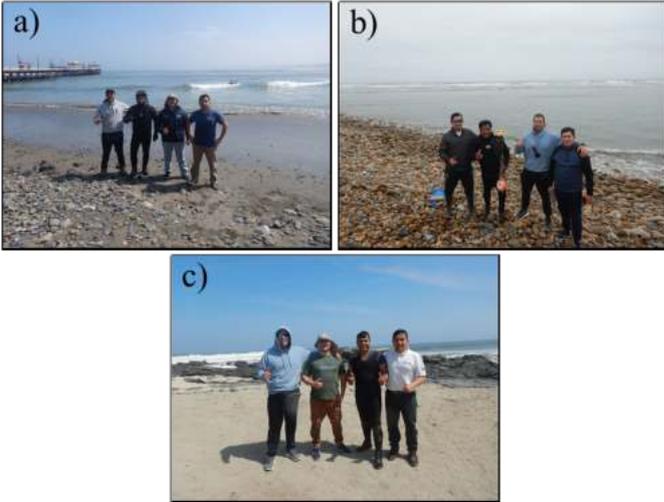
Anexo 31.

Análisis de las muestras en laboratorio. Las imágenes muestran el trabajo realizado en el laboratorio y algunas de las especies de macroalgas rojas asociadas que habitan junto a *Chondracanthus chamissoi* a lo largo de la región La Libertad. Arriba: *Griffithsia chilensis* y *Polysiphonia* sp. abajo: *Ahnfeltiopsis durvillei* y *Asterfilopsis furcellata*



Anexo 32.

Equipo de trabajo con Luis Oruna (Asociación de extractores artesanales de recursos hidrobiológicos de Huanchaco – Huanchaco) (a), Henry Chirinos (Asociación amigos por siempre – Paiján) (b) y Percy Paico (Asociación de recolectores de algas marinas de puerto de Pacasmayo) (c)



Anexo 33.

Análisis morfométrico (estructura de tallas) de *Chondracanthus chamissoi*



Anexo 34.

Registro de *Chondracanthus chamissoi* en el medio natural (pradera de Malabrigo) y su biota acompañante



JULIO

Anexo 35.

Trabajo realizado en la provincia de Trujillo durante el séptimo monitoreo. a) Equipo de trabajo con Luis Oruna (Asociación de extractores artesanales de recursos hidrobiológicos de Huanchaco - Huanchaco) b) pradera de Tres Palos, c) preparación de sistema de anclaje con sensores ambientales, d) Análisis de agua en Huanchaco, e) pradera de Uripe y f) pradera de Punta Gorda mostrando arenamiento



Anexo 36.

Trabajo realizado en Ascope/Paiján durante el séptimo monitoreo de campo a) Henry Chirinos (Asociación amigos por siempre - Paiján), b) pradera Chivera, C) análisis de agua en pradera Malabrigo, d) pradera El Pulpar, e) Análisis de muestras en el laboratorio y f) sustrato rocoso encontrado en todas las praderas de playa, se puede apreciar el yuyo y su comunidad asociada



Anexo 37.

Trabajo realizado en Pacasmayo durante el séptimo monitoreo de campo. a) Percy Paico (Asociación de recolectores de algas marinas de puerto de Pacasmayo), b) análisis de la temperatura de mar, c) Pradera de El Faro, mar movido, d) comunidad asociado de yuyo en Pacasmayo, e) colecta de muestras biológicas en Los Muertos y f) extractores locales de yuyo en Pacasmayo, se aprecian las mallas casi vacías



Anexo 38.

Vista aérea de la pradera de Puémape en Pacasmayo durante julio del 2022, se puede apreciar el fuerte oleaje durante la hora de marea baja



AGOSTO

Anexo 39.

Trabajo realizado en la provincia de Trujillo durante el octavo monitoreo. a) Equipo de trabajo con Luis Oruna (Asociación de extractores artesanales de recursos hidrobiológicos de Huanchaco - Huanchaco), b) pradera de Tres Palos, c) pradera de Uripe mostrando arenamiento total, d) pradera de Punta Gorda, con pescador artesanal mujer, e) preparación de sistema de anclaje con sensores ambientales y f) ejemplar de *C. chamissoi* vivo y enterrado en Punta Gorda



Anexo 40.

Trabajo realizado en Ascope/Paiján durante el octavo monitoreo de campo a) Henry Chirinos (Asociación amigos por siempre - Paiján), b) traslado de muestras en Malabrigo, c) y d) colecta de muestras en pradera Malabrigo, e) pradera Chivera con mar movido y parcialmente arenada y f) preparación de sistema de anclaje para instalación de sensores ambientales en El Pulpar



Anexo 41.

Trabajo realizado en Pacasmayo durante el octavo monitoreo de campo. a) Percy Paico (Asociación de recolectores de algas marinas de puerto de Pacasmayo), b) registro de fauna asociada en pradera Puémape, c) ejemplar de *C. chamissoi* en el sistema rocoso expuesto de Puémape d) colecta de muestras en Puémape, e) Pradera de Puémape mostrando arenaamiento y f) pradera El Faro en proceso de desarenamiento



Anexo 42.

Diversas actividades realizadas durante las actividades de caracterización de las praderas naturales de *C. chamissoi* en La Libertad. A) Registro de la calidad de agua, b) proceso de desarenamiento en la pradera de Malabrigo, c) ruta hacia los primeros transectos en la pradera de Malabrigo



Anexo 43.

Condición actual de las praderas de Paiján



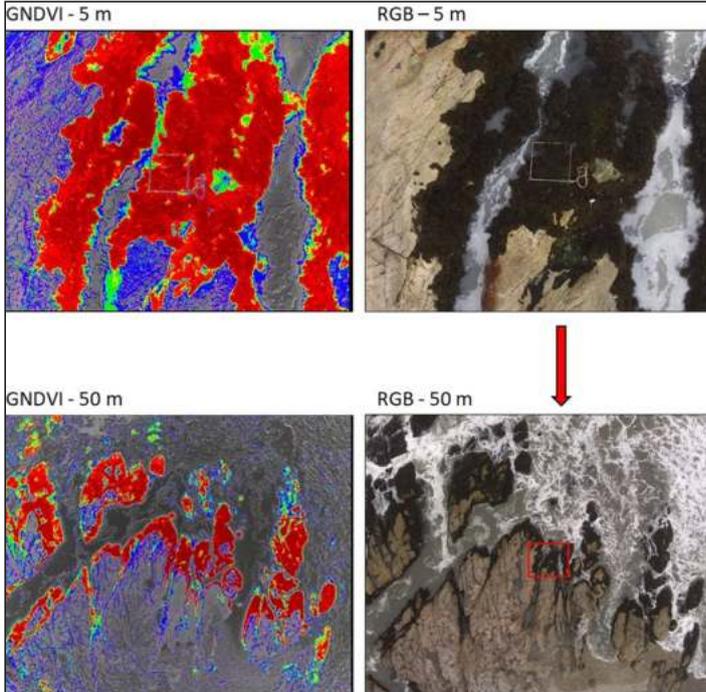
Anexo 44.

Vista aérea de las praderas ubicadas en Salaverry/Trujillo, a) Uripe, b) Punta Gorda, c) La Ramada durante agosto del 2022, se puede apreciar el fuerte oleaje durante la hora de marea baja



Anexo 45.

Fotografía multispectral (GNDVI) y fotografía RGB (visible) en un punto fijo mostrando la cobertura de macroalgas en el intermareal rocoso de la pradera de Malabrigo a diferentes altitudes en color rojo (i.e. 5 y 50 m)



SETIEMBRE

Anexo 46.

Trabajo realizado en la provincia de Trujillo durante el noveno monitoreo



Anexo 47.

Trabajo realizado en Pacasmayo durante el noveno monitoreo de campo



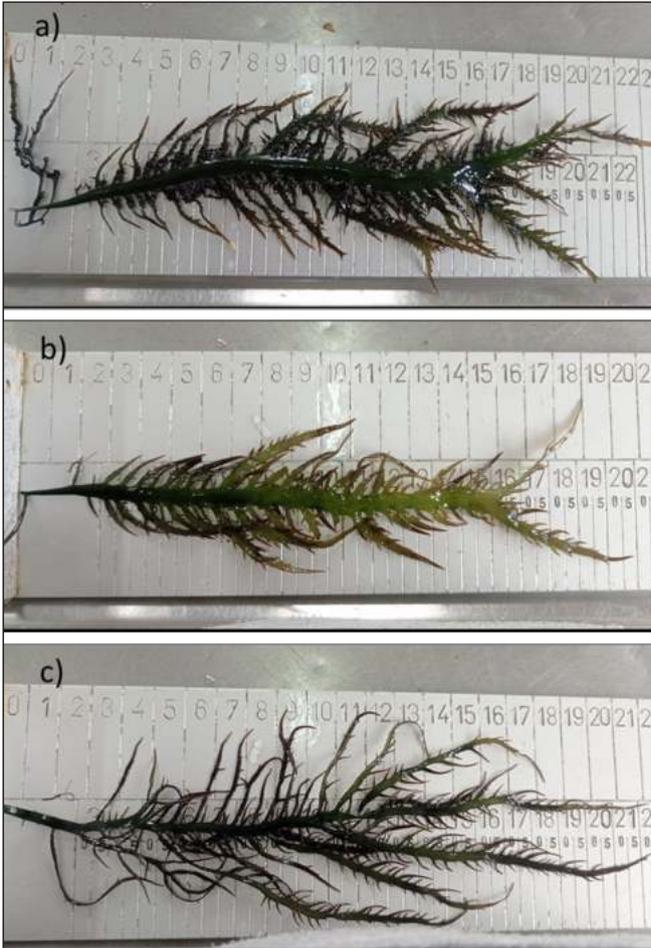
Anexo 48.

Trabajo realizado en Ascope durante el noveno monitoreo de campo



Anexo 49.

Morfotipos identificados como a) hembra (carposparas), b) macho y c) tetrasporofito. Debido al tiempo y a la dificultad por identificar los tetrasporofitos a simple vista, estos fueron considerados dentro del grupo de morfotipos machos (sin estructura reproductiva)



Anexo 50.

Vista aérea de la pradera de El Corralito en la provincia de Ascope



Anexo 51.

Vista aérea de las praderas de Puémape. Las marcas indican la posición de los transectos y la mayor concentración de macroalgas



Anexo 52.

Vista aérea de las praderas de Malabrigo. Las marcas indican la posición de los transectos



OCTUBRE

Anexo 53.

Trabajo realizado en la provincia de Trujillo durante el décimo monitoreo. Abajo se puede apreciar la pradera de Huanchaco con turistas locales aprovechando las bajas de marea



Anexo 54.

Trabajo realizado en Pacasmayo durante el décimo monitoreo de campo. Abajo se puede apreciar el trabajo del extractor en la pradera de El Barco



Anexo 55.

Trabajo realizado en Ascope durante el décimo monitoreo de campo. Abajo se puede apreciar al extractor alguero en la pradera El Pulpar



Anexo 57.

Registro de variables ambientales en cada pradera



Anexo 58.

Extractores algueros en Pacasmayo (Arriba), Trujillo (centro) y Ascope (abajo)



Anexo 59.
Trabajo de laboratorio



NOVIEMBRE

Anexo 60.

Trabajo realizado en la provincia de Trujillo durante el onceavo monitoreo. En la parte superior se muestra la pradera Punta Gorda; en la parte inferior, la pradera La Ramada



Anexo 61.

Trabajo realizado en la provincia de Pacasmayo durante el décimo monitoreo de campo; en la parte superior, en la pradera Puémape; y, en la parte inferior, en la pradera El Barco



Anexo 62.

Trabajo realizado en Ascope durante el décimo monitoreo de campo. Abajo se puede apreciar al extractor alguero en la pradera Malabrigo



Anexo 63.

Registro de variables ambientales en cada pradera



Anexo 64.

Vista panorámica de la pradera de El Faro en la provincia de Pacasmayo. La zona no presentó arenamiento



Anexo 65.

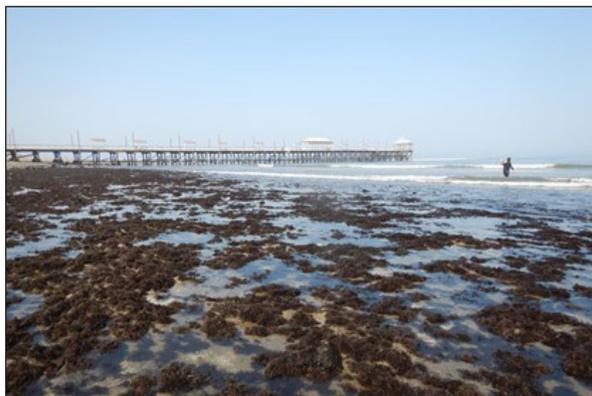
Extractores algueros en Pacasmayo (Arriba), Ascope (abajo) y Trujillo (centro)



DICIEMBRE

Anexo 66.

Trabajo realizado en la provincia de Trujillo durante el décimo segundo monitoreo. Abajo se puede apreciar la pradera de Huanchaco durante la baja de marea y la instalación de la boya oceanográfica



Anexo 67.

Trabajo realizado en Pacasmayo durante el décimo segundo monitoreo de campo. Abajo se puede apreciar el trabajo realizado en la pradera El Milagro



Anexo 68.

Trabajo realizado en Ascope durante el décimo segundo monitoreo de campo. Abajo se puede apreciar la extracción de muestras de macroalgas en la pradera El Cerco



Anexo 69.

Registro de variables ambientales en cada pradera



Anexo 70.

Extractores algueros en La Horqueta, Ascope (arriba) y El Barco, Pacasmayo (abajo)



Anexo 71.

Trabajo de laboratorio



