

CARACTERÍSTICAS BIOECOLÓGICAS DE LA MACROALGA ROJA *Chondracanthus chamissoi* (C. Agardh) Kützing (Rhodophyta, Gigartinaceae) EN LA ZONA INTERMAREAL DEL NORTE DE PERÚ

BIOECOLOGICAL FEATURES OF THE RED MACROALGAE *Chondracanthus chamissoi* (C. Agardh) Kützing (Rhodophyta, Gigartinaceae) IN THE INTERTIDAL ZONE OF NORTHERN PERU

Roberto A. Uribe¹
Jacinto Paredes-Paredes

Dennis Atoche-Sucuple
Josep Seclén Leyva

RESUMEN

URIBE R, ATOCHE-SUCLUPE D, PAREDES-PAREDES J, SECLÉN J. 2020. Características bioecológicas de la macroalga roja *Chondracanthus chamissoi* (C. Agardh) Kützing (Rhodophyta, Gigartinaceae) en la zona intermareal del norte del Perú. *Bol Inst Mar Perú*. 35(2): 271-293.- En La Libertad en invierno y primavera 2018 se estudió a la macroalga roja *Chondracanthus chamissoi* "yuyo" o "mococho". En Trujillo, Paiján y Pacasmayo se determinaron 21 praderas; se realizaron transectos perpendiculares a la línea de costa y tres cuadratas (0,25 m² c/u) en cada transecto; de cada cuadrata se extrajeron los organismos. Las muestras de macroalgas fueron separadas para su análisis, y las de flora y fauna acompañante fueron registradas *in situ* como presente/ausente. Se describió tipo de sustrato y características físico-químicas del agua (temperatura, oxígeno y pH). En laboratorio las muestras de *C. chamissoi* fueron lavadas con agua corriente, se determinó tallas, densidad (ind./m²), biomasa y se diferenciaron ejemplares con estructuras reproductivas (cistocarpos). Los resultados muestran que la mayoría de praderas se encuentran en orilla de arena y fondo de piedras. Los estadísticos de tendencia central y de dispersión calculados fueron similares. Las densidades en promedio fueron de 322 plantas/m² en invierno y 292 plantas/m² en primavera. La biomasa en invierno se estimó en 277,77 t y en primavera 650,69 t. El grupo taxonómico con mayor frecuencia fue Rhodophyta (algas rojas) y las especies más representativas *C. chamissoi*, *Asterfilopsis furcellata* (= *Gymnogongrus furcellata*) y *Grateloupia doryphora*. La biomasa de otras macroalgas se estimó en 11,17 t para *Chondracanthus glomeratus* "clavo" o "yuyo clavo" en invierno y 3,53 t en primavera, para *Gracilariopsis lemaneiformis* "pelillo" se estimó en 1,77 t.

PALABRAS CLAVE: macroalga roja, biomasa, densidad, fauna acompañante, estructura comunitaria

ABSTRACT

URIBE R, ATOCHE-SUCLUPE D, PAREDES-PAREDES J, SECLÉN J. 2020. Bioecological features of the red macroalgae *Chondracanthus chamissoi* (C. Agardh) Kützing (Rhodophyta, Gigartinaceae) in the intertidal zone of northern Peru. *Bol Inst Mar Peru*. 35(2): 271-293.- In winter and spring 2018, we studied the red macroalgae *Chondracanthus chamissoi* known as *yuyo* or *mococho* in La Libertad Region. In Trujillo, Paiján, and Pacasmayo, we determined 21 meadows by performing transects perpendicular to the coastline and three quadrats (0.25 m² each) in every transect. We extracted the organisms from each quadrat, then we separated the samples of macroalgae for analysis from those of accompanying flora and fauna which were recorded *in situ* as present/absent. We described the type of substrate and the physical-chemical characteristics of the water (temperature, oxygen, and pH). In the laboratory, the samples of *C. chamissoi* were washed with running water. We determined sizes, density (ind./m²), biomass, and differentiated specimens with reproductive structures (cystocarps). The results show that the majority of the meadows are found on sandbanks and stone bottoms. The central tendency and dispersion statistics calculated were similar. The mean densities were 322 plants/m² in winter and 292 plants/m² in spring. In winter, the biomass was estimated at 277.77 t and in spring at 650.69 t. The most frequent taxonomic group was Rhodophyta (red algae) and the most representative species were *C. chamissoi*, *Asterfilopsis furcellata* (= *Gymnogongrus furcellata*), and *Grateloupia doryphora*. The biomass of other macroalgae was estimated at 11.17 t for *Chondracanthus glomeratus* *clavo* or *yuyo clavo* in winter and 3.53 t in spring, for *Gracilariopsis lemaneiformis* *pelillo* it was estimated at 1.77 t.

KEYWORDS: red macroalgae, biomass, density, accompanying fauna, community structure

1. INTRODUCCIÓN

Un desafío importante para los científicos es conocer las características biológicas y ecológicas de las especies consideradas recurso con la finalidad de asesorar planes de gestión pesquera de una mane-

1. INTRODUCTION

For scientists, knowing the biological and ecological characteristics of the species considered as a resource is an important challenge

¹ IMARPE. Área de Macroalgas y Biodiversidad. Laboratorio Costero de Huanchaco. Av. La Rivera 805 Huanchaco. ruribe@imarpe.gob.pe.

ra sostenible. *Chondracanthus chamissoi* (C.Agardh) Kützing, 1843, conocida como “yuyo” o “mococho” es la macroalga roja comercial más abundante en el Perú y ha sido registrada desde el intermareal mixto (piedras y arena) hasta profundidades cercanas a los 15 m (HOFFMANN y SANTELICES, 1997) sobre fondo duro con presencia de moluscos bivalvos, galeñas de poliquetos y otras macroalgas (observación personal). Esta especie se encuentra en el Océano Pacífico (Corea, Japón, Perú y Chile) y el Mediterráneo (Francia) (YANG *et al.*, 2017). En el Pacífico Suroriental su distribución es continua desde Paita, Perú (5°S) hasta Ancud, Chile (42°S) (ACLETO, 1971; RAMÍREZ y SANTELICES, 1991; ARBAIZA, 2016).

Similar a todas las macroalgas, *C. chamissoi* tiene importancia ecológica debido a su condición formadora de hábitat y formación de extensas praderas, donde la estabilidad de sus poblaciones podría estar relacionada con la variabilidad de la estructuración de las comunidades costeras (VÁSQUEZ & VEGA, 2001; KIM *et al.*, 2004; PISFIL, 2014; TORRES *et al.*, 2017). Recientemente en el Pacífico norte, UMANZOR *et al.* (2019) indicaron que los organismos formadores de hábitat (como *Chondracanthus canaliculatus*) pueden influenciar en la naturaleza de las relaciones interespecíficas de la comunidad de macroinvertebrados en variedad de vías en el sistema intermareal. En el norte de Perú *C. chamissoi* domina el intermareal junto a otras especies como *Cryptopleura cryptoneuron*, *Asterfilopsis furcellata* (= *Gymnogongrus furcellatus*), *Grateloupia doryphora* y *Ulva* sp. Además, concentra altas abundancias de herbívoros como los gasterópodos *Tegula* spp., *Prisogaster niger* y el crustáceo *Acanthonyx petiverii*. En los sectores de Malabrigo y Puémape (intermareal rocoso) *C. chamissoi* cohabita con las especies comerciales *C. glomeratus* y *Gracilariopsis lemaneiformis*, que son utilizadas en consumo directo y con fines industriales, respectivamente.

C. chamissoi muestra demanda internacional debido a la presencia de carragenina (hidrocoloide) utilizado en la industria alimentaria (BIXLER, 2017), demanda que también está en el consumo local, lo que ha permitido el incremento en los volúmenes de extracción y la posible sobreexplotación de las praderas naturales. La extracción de *C. chamissoi* 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. En esta región, el desembarque se realiza directo en playa sin un centro de acopio establecido, lo que dificulta llevar el control del registro de la extracción. En un intento de contar con información confiable, el

for advising sustainable fisheries management plans. *Chondracanthus chamissoi* (C.Agardh) Kützing, 1843, known locally as *yuyo* or *mococho* is the most abundant commercial red macroalgae in Peru and has been recorded from the mixed intertidal (stones and sand) to depths close to 15 m (HOFFMANN & SANTELICES, 1997) on a hard bottom with the presence of bivalve mollusks, polychaetes, and other macroalgae (personal observation). This species is found in the Pacific Ocean (Korea, Japan, Peru, and Chile) and the Mediterranean (France) (YANG *et al.*, 2017). In the Southeast Pacific, its distribution is continuous from Paita, Peru (5°S) to Ancud, Chile (42°S) (ACLETO, 1971; RAMÍREZ & SANTELICES, 1991; ARBAIZA, 2016).

C. chamissoi, similar to all macroalgae, has ecological importance due to its condition for forming habitats and extensive grasslands, where the stability of their populations could be related to the variability of the structuring of coastal communities (VÁSQUEZ & VEGA, 2001; KIM *et al.*, 2004; PISFIL, 2014; TORRES *et al.*, 2017). Recently, in the North Pacific, UMANZOR *et al.* (2019) indicated that habitat-forming organisms (such as *Chondracanthus canaliculatus*) can influence the interspecific relationships of the macroinvertebrate community in the intertidal system. In northern Peru, *C. chamissoi*, together with other species (*Cryptopleura cryptoneuron*, *Asterfilopsis furcellata* (= *Gymnogongrus furcellatus*), *Grateloupia doryphora*, and *Ulva* sp.) dominates the intertidal. It also concentrates herbivores such as the gastropods *Tegula* spp., *Prisogaster niger*, and the crustacean *Acanthonyx petiverii*. In Malabrigo and Puémape (rocky intertidal), *C. chamissoi* cohabits with the commercial species *C. glomeratus* and *Gracilariopsis lemaneiformis*, which are destined for direct consumption and industrial purposes, respectively.

There is international demand for *C. chamissoi*, due to the carrageenan (hydrocolloid) used by the food industry (BIXLER, 2017) as well as local demand for its consumption in food, which has allowed the increase in extraction volumes and possible overexploitation of natural meadows. In Peru, the extraction of *C. chamissoi* has increased over the last decade, with La Libertad (northern Peru) being the region with the greatest contribution and consumption. In that region, the landing is done directly on the

Instituto del Mar del Perú lleva a cabo el Programa de Recuperación de Información de Extracción de Macroalgas en La Libertad, con el apoyo de asociaciones formales de extractores algueros en las localidades de Huanchaco y Paiján.

La actividad extractiva en La Libertad presenta tendencia estacional, los mayores volúmenes son registrados entre los meses de agosto y enero. Similar tendencia ha sido reportada para las poblaciones de *C. chamissoi* en Puerto Aldea, Chile (GONZÁLEZ *et al.*, 1997). Posiblemente el incremento de la productividad en las praderas de *C. chamissoi* 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 da a finales e inicios del año (BULBOA & MACCHIAVELLO, 2001; FONCK *et al.*, 2008). Contrariamente, a finales de enero (verano), los ríos costeros descargan altas cantidades de sedimento en las playas, lo que 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. chamissoi*. Además, durante los meses de mayo - agosto incrementa el oleaje costero, lo que causa el desprendimiento de los discos de fijación de *C. chamissoi* y posterior varamiento. Similar a otras macroalgas rojas, la estrategia reproductiva trifásica de *C. chamissoi* con fases sexual/asexual y el crecimiento vegetativo (ACLETO, 1986) posiblemente son claves en el mantenimiento y recuperación de las poblaciones de la especie frente a perturbaciones de tipo ambiental como los fuertes oleajes, arenamiento costero y el impacto humano por la extracción.

Es necesario ampliar el conocimiento de *C. chamissoi* y su relación ecológica-social; en este sentido el objetivo del presente estudio es mostrar el estado biológico poblacional de la especie en la Región La Libertad y comparar algunos indicadores de productividad durante los meses de invierno y primavera 2018. Los resultados se presentan basados en: (1) caracterización de las praderas, (2) estructura de tallas por pradera y por estación, (3) comparación de la densidad y biomasa entre invierno y primavera, (4) la proporción sexual durante agosto/setiembre (invierno) y noviembre (primavera) 2018, a través de la frecuencia relativa de ejemplares con presencia de estructuras reproductivas (cistocarpos) por pradera, (5) principales especies de flora y fauna acompañante y (6) las condiciones del agua (tipo de sustrato, temperatura, oxígeno y pH).

beach, without an established collection center, which hinders the control of the recording of the extraction. The Instituto del Mar del Perú, to have reliable information, carries out the Macroalgae Extraction Information Recovery Program in La Libertad, with the support of formal associations of algae extractors in Huanchaco and Paiján.

In La Libertad, the extraction activity shows a seasonal pattern, with higher volumes recorded between August and January. This is similar to what has been reported in Puerto Aldea, Chile (GONZÁLEZ *et al.*, 1997). Possibly, the increasing productivity in the meadows of *C. chamissoi* is due to changes in temperature (winter-spring) and the availability of light (increased sunshine and longer low tide days) at the end and beginning of the year (BULBOA & MACCHIAVELLO, 2001; FONCK *et al.*, 2008). Conversely, in late January (summer), coastal rivers discharge high amounts of sediment onto beaches, which could be the cause of a "coastal sandblasting" process (observed in northern Peru) leaving the intertidal largely covered with sand and no substrate available affecting the recruitment of macroalgae, including *C. chamissoi*. Between May and August, coastal waves increase, causing the detachment and stranding of the *C. chamissoi* fixation discs. Like other red macroalgae, the reproductive strategy of *C. chamissoi* with sexual/asexual phases and the vegetative growth (ACLETO, 1986) possibly are key in the maintenance and recovery of the species' populations from environmental disturbances, such as strong waves, coastal sandblasting, and human extractive activity.

We need further knowledge about *C. chamissoi* and its ecological-social relationship. Therefore, this study aims to show the biological population status of the species in the La Libertad Region and to compare some productivity indicators in winter and spring 2018. Our results are based on (1) the characterization of the meadows, (2) size structure per meadow and per season, (3) the comparison of density and biomass between winter and spring, (4) the sex ratio in August/September (winter) and November (spring) 2018, through the relative frequency of specimens with the presence of reproductive structures (cystocarps) per meadow, (5) the main accompanying species (flora and fauna), and (6) the water conditions (type of substrate, temperature, oxygen, and pH).

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se realizó en las provincias costeras de Pacasmayo, Ascope y Trujillo/Salaverry a lo largo del borde costero de la Región La Libertad, donde se ubican las praderas de *Chondracanthus chamissoi* (Fig. 1). Se realizaron dos campañas de muestreo, la primera a finales del invierno (23, 25-28 de agosto y 9-12 de setiembre) y la segunda a fines de primavera (19 al 26 de noviembre y 6 de diciembre). La zona intermareal de la Región La Libertad está representada por extensas playas de arena con fondos pedregosos y algunas zonas rocosas. Esta característica le permite el asentamiento de más de 20 especies comunes de macroalgas y representa un hábitat particular para muchas especies de organismos bentónicos vertebrados e invertebrados (LI-ALFARO y ZAFRA-TRELLES, 2012; TORRES *et al.*, 2017). De las 28 praderas intermareales identificadas en la región (IMARPE, 2017) solo 21 fueron consideradas para evaluación en el presente estudio basados en la constante presión de extracción.

Estrategia de muestreo

La evaluación se realizó en horas de bajamar con la finalidad de tener acceso a las praderas contándose con el apoyo de extractores algueros locales.

En cada pradera, de acuerdo a sus extensiones, se establecieron de tres a cuatro transectos perpendiculares a la costa. Cada transecto fue establecido con la ayuda de un posicionador satelital (GPS) y separados entre 100 a 300 m, dependiendo de las condiciones de cada localidad. Una vez localizado el transecto, se seleccionaron tres puntos de muestreo equidistantes desde la orilla hasta la máxima extensión de la pradera (entre 50 y 100 m) basados en el conocimiento de los extractores algueros, los registros de evaluaciones previas y las condiciones del mar.

En cada punto de muestreo se lanzó un cuadrado metálico de 0,25 m² de lado, también denominado cuadrata, del que se extrajeron organismos y sustrato (piedras) los que fueron colocados en una malla de nylon. La flora y fauna fueron identificadas en campo como presente/ausente.

En la orilla, los ejemplares de *C. chamissoi* fueron desprendidos de las piedras, colocados en bolsas

2. MATERIAL AND METHODS

Study area

We conducted the study in the Pacasmayo, Ascope, and Trujillo/Salaverry along the coastal edge of the La Libertad Region, where the *C. chamissoi* meadows are located (Fig. 1). Two sampling campaigns were conducted, the first in late winter (August 23, 25-28, and September 9-12) and the second in late spring (November 19-26 and December 6). The intertidal zone of La Libertad Region is represented by extensive sandy beaches with rocky bottoms and some rocky areas. This characteristic allows the settlement of more than 20 common species of macroalgae and represents a particular habitat for many species of benthic vertebrate and invertebrate organisms (LI-ALFARO & ZAFRA-TRELLES, 2012; TORRES *et al.*, 2017). Of the 28 intertidal meadows identified in the region (IMARPE, 2017) only 21 were considered for evaluation in this study based on constant extraction pressure.

Sampling strategy

The evaluation was carried out during low tide hours to have access to the meadows with the support of local extractors.



Figura 1.- Localidades de ubicación de las principales praderas de *C. chamissoi* "yuyo" o "mococho", Región La Libertad

Figure 1. Location of the main meadows of *C. chamissoi* in La Libertad Region

rotuladas y trasladados al laboratorio en una caja térmica con hielo (para evitar desecación). En el laboratorio, se registró la talla y el estado reproductivo de cada ejemplar completo, considerando ejemplares con y sin presencia de carposporas según ACLETO (1986). Además, se registraron los pesos totales por cuadrata (g). Posteriormente, se estimaron los valores de densidad y biomasa. Los restos de *C. chamissoi* fueron pesados y considerados para la estimación total.

Parámetros ambientales

En cada pradera se recolectó agua de mar en un balde de 20 L para medir temperatura superficial del mar (TSM, °C) con la ayuda de un termómetro de mercurio simple. Para el registro del pH se utilizó un equipo multiparámetro (Mettler Toledo) el resultado fue basado 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).

Adicionalmente en cada transecto se realizó una descripción de sustrato intermareal.

Análisis de datos

Para la estimación del área se consideró la distribución de cada pradera de yuyo según los extractores locales. La estimación de la biomasa y densidad de *C. chamissoi* se realizó a partir de la metodología indicada en el protocolo de evaluación para macroalgas pardas (TEJADA *et al.*, 2018) modificado a un solo estrato. Los análisis se realizaron en hoja de cálculo Excel. Un análisis de significancias para datos no balanceados fue utilizado para detectar diferencias de la densidad y biomasa de ejemplares hembras y machos, entre provincias y entre invierno y primavera; previamente se realizó la prueba Kolmogorov-Smirnov. Se utilizaron las pruebas no paramétricas de Kruskal-Wallis (similar a la prueba t-Student) para las comparaciones entre dos variables (estaciones, sexo) y la prueba de Mann-Whitney (para muestras independientes equivalente al análisis de varianza) para las comparaciones entre localidades y entre praderas.

In each meadow, according to its extension, we established three to four transects perpendicular to the coast. Each transect was established using a satellite positioner (GPS) and separated between 100 to 300 m, depending on the conditions of each location. Once the transect was located, we selected three sampling points equidistant from the shore to the maximum extension of the meadow (between 50 and 100 m) based on the knowledge of the algal extractors, the records of previous evaluations, and the conditions of the sea.

At each sampling point, we launched a metal square of 0.25 m² side (quadrat) from which organisms and substrate (stones) were extracted and placed in a nylon mesh. Flora and fauna were identified in the field as present/absent.

On the shore, we detached the *C. chamissoi* specimens from the stones, placed them in labeled bags, and transferred them to the laboratory in a thermal box with ice (to avoid drying out). In the laboratory, the size and reproductive status of each complete specimen were recorded, considering specimens with and without the presence of carpospores according to ACLETO (1986). Moreover, we recorded the total weights per quadrat (g). Subsequently, we estimated the values of density and biomass. The remains of *C. chamissoi* were weighed and considered for the total estimate.

Environmental parameters

In each meadow, we collected seawater in a 20 L bucket to measure sea surface temperature (SST, °C) using a simple mercury thermometer. A multiparameter instrument (Mettler Toledo) was used to record the pH and the result was based on the average of three previous readings. To determine the dissolved oxygen, we used amber glass flasks of 100 mL capacity, the seawater was fixed with manganese chloride tetrahydrate and a mixture of sodium hydroxide solution with sodium iodide until its further analysis in the laboratory (Winkler's method).

Furthermore, we made a description of the intertidal substrate in each transect.

Data analysis

For the estimation of the area, we considered the distribution of each meadow by local extractors. The estimation of biomass and density was made from the methodology indicated in the evaluation protocol for brown macroalgae (TEJADA *et al.*, 2018) modified to a single stratum. The analyses were performed in an Excel spreadsheet. We applied a significance analysis for unbalanced data to detect differences in

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización de las praderas (Anexos 2 – 4)

En la provincia de Salaverry las praderas de Punta Gorda y Uripe son extensas playas de arena con fondo pedregoso y la extracción de yuyo solo se realiza en un pequeño sector donde la roca está expuesta. La pradera de La Ramada se encuentra en una punta sobre la proyección de una plataforma de origen volcánico que se forma en la orilla aproximadamente de 30 o 70 m de ancho según la estación del año.

En Trujillo las localidades de Huanchaco y Tres Palos tienen similares características físicas, orilla de arena con fondo pedregoso. En la provincia de Ascope/Paiján, las praderas de El Corralito, El Pulpar, La Chivera, Los Cochos y La Viga presentaron playas de arena con piedras tipo bolones. La playa Urricape es extensa, sin embargo, la pradera solo se ubica en un pequeño sector (Tabla 1). La localidad de Malabrigo presenta una zona rocosa de tipo volcánica y playas de arena.

En la provincia de Pacasmayo se tuvo acceso a 10 praderas de similares condiciones, a diferencia de Puémape que presenta una zona rocosa de tipo volcánica, similar a Malabrigo (Tabla 1). Según los extractores artesanales, durante los últimos meses del año (setiembre a diciembre) la pradera de *C. chamissoi* se extiende hasta cubrir 80 y 100 m de ancho, sin embargo, esto no se observó en el 2018. En cada localidad la pradera alcanzó poca extensión (ancho) entre la orilla y el fondo, llegando hasta 80 m como máximo en las zonas de La Viga/Hierbería y El Pulpar en Paiján, y 30 a 40 m en Urricape y Los Muertos, respectivamente. A partir de esa distancia solo se encontró roca deforestada. En este estudio se evidenció que las localidades de Tres Palos, El Corralito y El Faro se encontraron parcialmente arenadas en primavera, esto podría indicar que los “bancos de arena” se presentarán de manera muy temprana hacia el 2019 y posteriormente afectará el reclutamiento de las especies debido a la falta de complejidad física y biológica (TANIGUCHI & TOKESHI, 2004; HAUSER *et al.*, 2006).

Estructura de tallas

Se analizaron 5.576 ejemplares de *C. chamissoi* en invierno (Fig. 2a, b) y 8.861 ejemplares en primavera (Fig. 2c, d), los que alcanzaron longitudes máximas de 80 cm (invierno) y 78 cm

density and biomass of female and male specimens between provinces in winter and spring; previously the Kolmogorov-Smirnov test was performed. We used the non-parametric Kruskal-Wallis test (similar to the t-Student test) for comparisons between two variables (seasons, sex) and the Mann-Whitney test (for independent samples equivalent to the analysis of variance) for comparisons between localities and between meadows.

3. RESULTS AND DISCUSSION

Characterization of meadows (Appendices 2 – 4)

In Salaverry, the Punta Gorda and Uripe meadows are extensive sandy beaches with rocky bottoms and the extraction of weed is only done in a small sector where the rock is exposed. The Ramada meadow is located on a tip over the projection of a volcanic platform that is formed on the shore, which is approximately 30 or 70 m wide depending on the season.

In Trujillo, the towns of Huanchaco and Tres Palos have similar physical characteristics, a sandy shore with a rocky bottom. In Ascope/Paiján, the El Corralito, El Pulpar, La Chivera, Los Cochos, and La Viga meadows have sandy beaches with larger stones. The Urricape beach is extensive, however, the meadow is only located in a small sector (Table 1). The town of Malabrigo presents a rocky area of volcanic type and sandy beaches.

In Pacasmayo, we had access to 10 meadows of similar conditions, unlike Puémape which has a volcanic-type rocky area, similar to Malabrigo (Table 1). According to the artisan extractors, in the last quarter of the year, the *C. chamissoi* meadow extends until covering 80 and 100 m wide, however, this was not observed in 2018. In each locality, the meadow reached a small extension (width) between the edge and the bottom, reaching a maximum of 80 m in La Viga/Hierbería and El Pulpar in Paiján, and 30 to 40 m in Urricape and Los Muertos, respectively. From that distance, we only found a deforested rock. In this study, it was evident that the localities of Tres Palos, El Corralito, and El Faro were found partially sanded in spring, this could indicate that the sandbanks will appear very early towards 2019 and they will later affect the recruitment of species due to the lack of physical and biological complexity (TANIGUCHI & TOKESHI, 2004; HAUSER *et al.*, 2006).

Size structure

We analyzed 5,576 specimens in winter (Fig. 2a, b) and 8,861 specimens in spring (Fig. 2c, d), which

(primavera) y mínimas de 1 cm (invierno). La moda disminuyó hacia finales de año (primavera), sin embargo, el promedio de tallas fue similar en ambos tiempos ((Tabla 2, Figs. 3, 4). Los ejemplares con presencia de cistocarpos alcanzaron longitudes máximas de 62 y 60 cm en invierno y primavera, respectivamente).

reached maximum lengths of 80 cm (winter) and 78 cm (spring) and minimum lengths of 1 cm (winter). The mode decreased towards the end of the year (spring). Nevertheless, the mean size was similar in both times ((Table 2, Figs. 3, 4). The specimens with the presence of cystocarps reached maximum lengths of 62 and 60 cm in winter and spring, respectively).

Tabla 1.- Características físicas de las principales praderas de *C. chamissoi* en la región La Libertad durante el 2018

Table 1. Physical characteristics of the main meadows of *C. chamissoi* in La Libertad Region

Pradera / Meadow	Invierno / Winter			Primavera / Spring			Características del sustrato / Substrate characteristics
	Extensión / Extension (m)	Ancho / With (m)	Área / Area (m ²)	Extensión / Extension (m)	Ancho / With (m)	Área / Area (m ²)	
Trujillo							
La Ramada	381,04	30	11431	381,04	60	22862.4	Roquerío con conchuela / Rocks with broken shells
Punta Gorda	218,68	30	6560	218,68	50	10934	Arena, piedras grandes y chicas / Sand, big and small stones
Uripe	53,93	30	1617	53,93	50	2696.5	Arena con plataforma volcánica / Sand with a volcanic platform
Huanchaco	2462	40	98480	2462	50	123100	Piedras chicas con arena / Small stones with sand
Tres Palos	1345	30	40350	1345	30	40350	Piedras chicas con arena
Paiján							
Los Cochos	781,48	30	24459	781,48	60	46889	Piedras medianas tipo bolones / Medium size stones
Chivera	1183	40	47360	1183	70	82810	Piedras medianas tipo bolones
La Viga	609,8	80	48786	609,8	80	48784	Piedras medianas tipo bolones
El Pulpar	518,8	70	36322	518,8	100	51880	Piedras medianas tipo bolones
Corralito	83,95	50	4198	83,95	30	2518.5	Piedras medianas tipo bolones
Malabrigo	360,9	66	5837	360,9	16	5831	Arena con roqueríos / Sand with rocks
Pacasmayo							
Urricape	220	10	2200	220	30	6600	Arena con plataforma volcánica / Sand with volcanic platform
Puémape	193.6	76	4948	193.6	25	4949	Roqueríos / Rocks
El Barco	548.31	40	21932	548.31	60	32898.6	Piedras medianas con arena / Medium size stones with sand
La Chivera	633	30	18990	633	50	31650	Piedras medianas con arena
El Milagro	775	30	23250	775	60	46500	Piedras chicas con arena / Small stones with sand
Los Muertos	800	20	1600	800	40	32000	Piedras medianas tipo bolones
El Faro	737	50	36850	737	70	51590	Plataforma volcánica con piedras
Boca de Río	352	40	14080	352	60	21120	Piedras chicas con arena
La Barranca	336	50	16800	336	30	10080	Piedras medianas tipo bolones
Playa Chica	300	40	1200	300	50	1500	Piedras chicas con arena

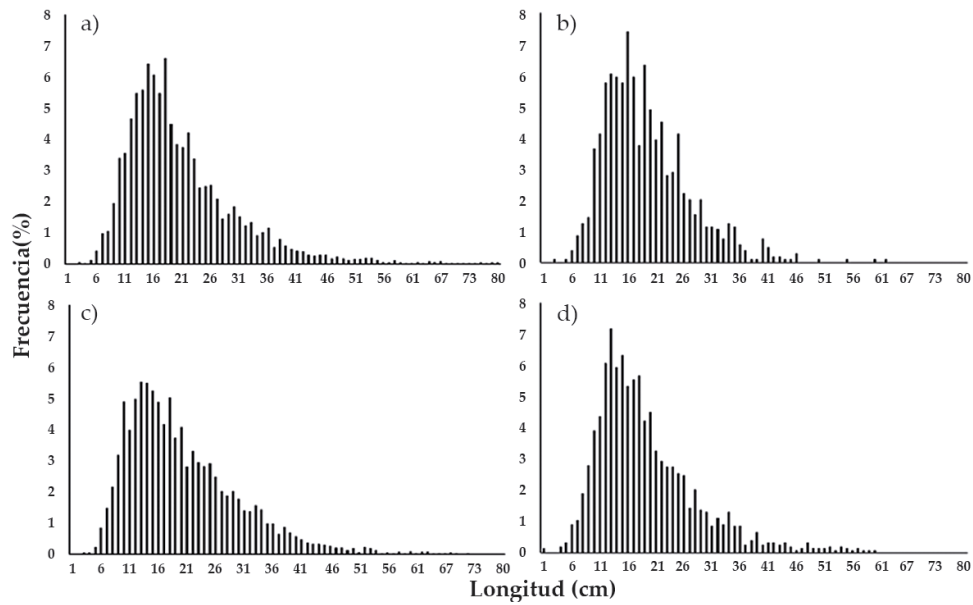


Figura 2.- Frecuencia de tallas (%) de *C. chamissoi* durante el invierno (a=vegetativas, b=cistocárpicas) y primavera (c=vegetativas, d=cistocárpicas) del 2018. Región La Libertad
 Figure 2. Size frequency (%) of *C. chamissoi* in winter (a=vegetative, b=cystocarpic) and spring (c=vegetative, d=cystocarpic) 2018. La Libertad Region

Tabla 2.- Parámetros estimados a partir de la estructura de tallas (cm) de *C. chamissoi* por provincia. Invierno y primavera 2018. Región La Libertad

Table 2. Parameters estimated from the size structure (cm) of *C. chamissoi* by province. Winter and spring of 2018. La Libertad Region

	Invierno (agosto – setiembre)				Primavera (noviembre)			
	Trujillo	Paján	Pacasmayo	Total	Trujillo	Paján	Pacasmayo	Total
Nro.	1122	2208	2246	5576	2218	3028	3415	8861
Lmax	80	80	78	80	78	63	70	78
Lmin	3	5	3	3	1	4	0	1
Moda	18	15	16	16	15	13	18	13
Mediana	18	18	18	18	20	15	19	18
Promedio	20,5	19,9	21,1	20,2	22,4	17,3	20,9	20,0
DE	9,7	8,5	10,4	9,2	11,7	8,2	9,5	9,9

Nro. = número de plantas analizadas, Lmax = longitud máxima, Lmin = longitud mínima, DE = desviación estándar

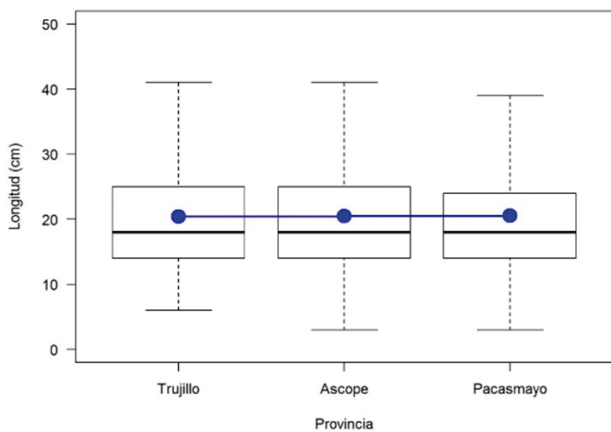


Figura 3.- Variación de las longitudes (cm) medias de *C. chamissoi* por provincia. Invierno 2018
 Figure 3. Variation of the mean lengths (cm) of *C. chamissoi* by province. Winter 2018

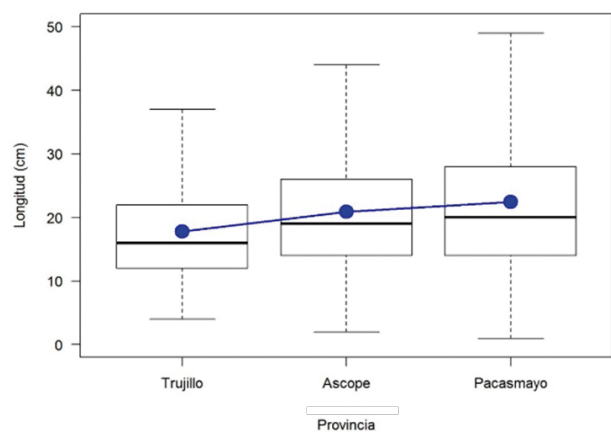


Figura 4.- Variación de longitudes (cm) medias de *C. chamissoi* por provincia. Primavera 2018
 Figure 4. Variation of the mean lengths (cm) of *C. chamissoi* by province. Spring 2018

Densidad

El valor promedio de la densidad (en número de plantas/m²) fue de 322 en invierno, con máximo de 902 y mínimo de 26, en primavera fue 292, máximo de 403 y mínimo de 46. La prueba estadística mostró que no existen diferencias significativas entre ambas estaciones (U=794, p=0,670).

En invierno, la pradera que presentó mayor densidad en Trujillo fue Punta Gorda (556 plantas/m²), las praderas con mayor número de plantas fueron Tres Palos (12912000 plantas) y Huanchaco (12657963 plantas). En la provincia de Paiján, las praderas de Chivera (902 plantas/m²) y La Viga/Hierbería (787 plantas/m²) presentaron mayor densidad y número de plantas con valores estimados en 42718720 y 38378320 plantas, respectivamente. En la provincia de Pacasmayo la pradera de La Chivera presentó mayor densidad (542 plantas/m²) y Boca de Río mayor número de individuos con 1436160 plantas (Tabla 3, Fig. 5a). Los valores entre las tres provincias presentaron diferencias significativas (X²=7,63; p=0,022).

Density

The mean value of density (in number of plants/m²) was 322 in winter, with a maximum of 902 and a minimum of 26. In spring, it was 292, with a maximum of 403 and a minimum of 46.

In winter, Punta Gorda was the meadow with the highest density in Trujillo (556 plants/m²). The meadows with the highest number of plants were Tres Palos (12912000 plants) and Huanchaco (12657963 plants). In Paiján, the meadows of Chivera (902 plants/m²) and La Viga/Hierbería (787 plants/m²) showed higher density and number of plants with estimated values of 42718720 and 38378320 plants, respectively. In Pacasmayo, the meadow of La Chivera presented greater density (542 plants/m²) and Boca de Río showed a greater number of individuals with 1436160 plants (Table 3, Fig. 5a). The values between the three provinces presented significant differences (X²=7.63; p=0.022).

Tabla 3.- Número de plantas por m² de *C. chamissoi* por provincia/pradera. Invierno y primavera 2018. Región La Libertad

Table 3. Number of plants per m² of *C. chamissoi* per province/meadow. Winter and spring of 2018. La Libertad Region

Provincia/ pradera	Invierno			Primavera		
	Nº Plantas cistocárpicas (m ²)	Nº Plantas vegetativa (m ²)	Total de Plantas/(m ²)	Nº Plantas cistocárpicas (m ²)	Nº Plantas vegetativa (m ²)	Total de Plantas/(m ²)
Trujillo						
Huanchaco	16	113	129	56	374	430
La Ramada	48	148	232	11	80	91
Punta Gorda	93	464	556	37	206	243
Tres Palos	221	99	320	47	204	251
Uripe	28	53	81	43	223	266
Ascope						
Corralito	44	193	237	9	151	160
Chivera	81	821	902	93	289	382
La Viga	38	748	787	79	252	331
Los Cochos	10	656	665	7	324	331
Malabrigo	179	569	748	44	145	189
El Pulpar	65	388	453	13	262	275
Pacasmayo						
Boca de Río	6	96	102	23	145	168
El Barco	37	182	219	31	206	237
El Faro	1	25	26	9	37	46
El Milagro	14	153	167	17	127	144
La Barranca	11	51	61	6	33	39
La Chivera	20	521	542	25	163	188
Los Muertos	2	55	57	9	81	90
Playa Chica	6	53	60	18	185	203
Urricape	28	72	100	53	140	193

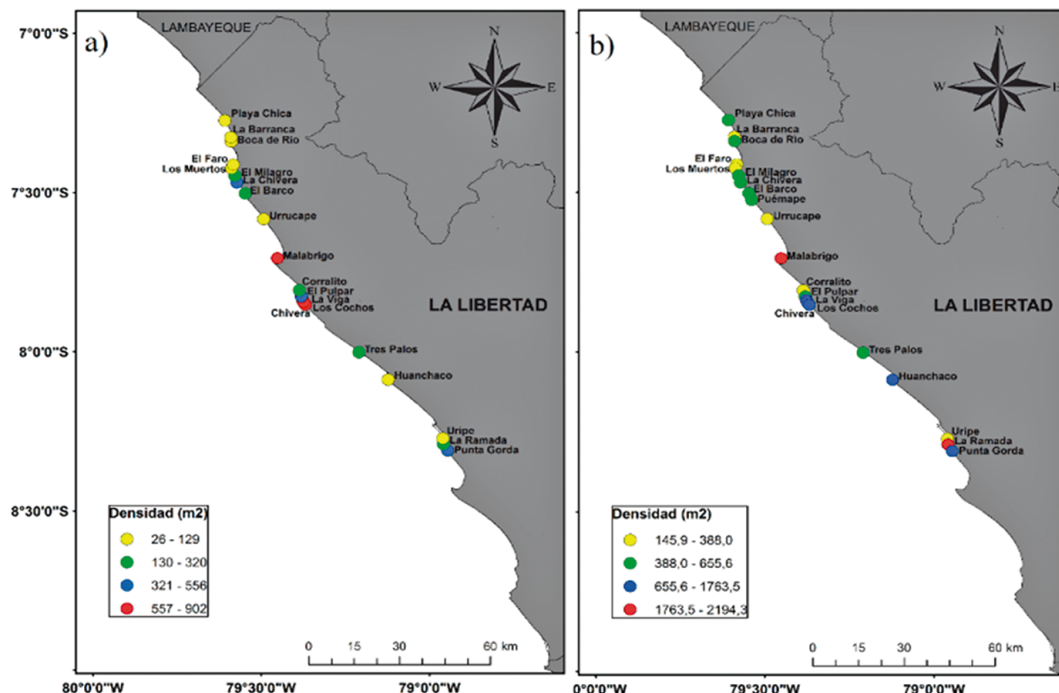


Figura 5.- Distribución espacial de la densidad de plantas/m² de *C. chamissoi*. (a) invierno, (b) primavera 2018. Región La Libertad

Figure 5. Spatial distribution of plant density / m² of *C. chamissoi*. (a) Winter, (b) spring 2018. La Libertad Region

En primavera en la provincia de Trujillo la pradera de Huanchaco presentó mayor densidad (430 plantas/m²) y mayor número de individuos se presentaron en Huanchaco (3056876 plantas) y Punta Gorda (2664377 plantas). En la provincia de Ascope, las praderas Chivera, Los Cochos y La Viga/Hierbería presentaron mayores densidades. Las praderas que presentaron el mayor número estimado de plantas fueron Chivera (31644913 plantas) y La Viga (16159069 plantas). En la provincia de Pacasmayo la pradera El Barco presentó la mayor densidad. El Barco, El Milagro y La Chivera presentaron mayores números de plantas en todo el sector (Tabla 3, Fig. 5b). A diferencia del invierno, en primavera y entre provincias, los valores de densidad no presentaron diferencias significativas ($\chi^2=1,89$, $p=0,388$).

Biomasa

La biomasa de invierno se estimó en 277,77 t y en primavera fue 650,69 t. La prueba estadística mostró que existen diferencias significativas entre esas estaciones ($U=794$, $p=0,032$). En invierno los mayores valores estuvieron en las praderas de Paiján. En la provincia de Trujillo mayores biomásas fueron observadas en Huanchaco y Tres Palos; en la provincia de Paiján éstas se encontraron en las praderas de Chivera (61,94 t), La Viga (42,32 t) y El Pulpar (39,25 t); mientras que en la provincia de Pacasmayo se registraron en las praderas de La Chivera (19,03 t) y El Barco (13,20 t) (Tabla 4, Fig. 6a).

In spring, in the province of Trujillo, the Huanchaco meadow showed a higher density (430 plants/m²) and we saw a higher number of individuals in Huanchaco (3056876 plants) and Punta Gorda (2664377 plants). In Ascope, the meadows of Chivera, Los Cochos, and La Viga/Hierbería presented higher densities. The meadows that presented the highest estimated number of plants were Chivera (31644913 plants) and La Viga (16159069 plants). In Pacasmayo, the El Barco meadow had the highest density. El Barco, El Milagro, and La Chivera exhibited the highest number of plants in the whole sector (Table 3, Fig. 5b). Unlike in winter, in spring and between provinces, the density values did not present significant differences ($\chi^2=1.89$, $p=0.388$).

Biomass

The winter biomass was estimated at 277.77 t and in spring it was 650.69 t. The statistical test showed that there are significant differences between those seasons ($U=794$, $p=0.032$). In winter, the highest values were in the Paiján meadows. In Trujillo, higher biomasses were observed in Huanchaco and Tres Palos. In Paiján, they were found in the meadows of Chivera (61.94 t), La Viga (42.32 t), and El Pulpar (39.25 t); while in Pacasmayo, they were recorded in the meadows of La Chivera (19.03 t) and El Barco (13.20 t) (Table 4, Fig. 6a).

Tabla 4.- Biomasa de plantas (g/m²) de *C. chamissoi* por provincia/pradera. Invierno y primavera 2018. Región La Libertad

Table 4. Plant biomass (g/m²) of *C. chamissoi* per province/meadow. Winter and spring of 2018. La Libertad Region

Tiempo	Invierno			Primavera			
	Provincia/ pradera	Plantas cistocárpicas	Plantas vegetativas	Biomasa total	Plantas cistocárpicas	Plantas vegetativa	Biomasa total
Trujillo		9,57	35,96	45,53	44,43	195,00	239,43
Huanchaco		3,64	15,39	19,03	23,54	121,47	145,01
La Ramada		1,00	6,62	7,62	11,61	36,03	47,64
Punta Gorda		0,72	3,38	4,10	4,34	14,94	19,28
Tres Palos		4,15	10,41	14,56	4,69	21,76	26,45
Uripe		0,06	0,16	0,22	0,25	0,80	1,05
Ascope		14,46	166,94	181,40	34,02	281,82	315,84
Corralito		0,28	1,62	1,90	0,09	0,63	0,72
Chivera		6,22	55,72	61,94	16,69	106,13	122,82
La Viga		3,24	39,08	42,32	10,73	67,69	78,42
Los Cochos		0,52	31,45	31,97	1,48	65,91	67,39
Malabrigo		1,00	3,02	4,02	1,69	11,10	12,79
El Pulpar		3,20	36,05	39,25	3,34	30,36	33,70
Pacasmayo		4,84	46,00	50,84	15,03	80,4	95,43
Boca de Río		0,21	2,56	2,77	1,42	7,63	9,05
El Barco		2,20	11,00	13,2	2,45	15,62	18,07
El Faro		0,20	3,72	3,92	2,31	5,47	7,78
El Milagro		0,55	4,81	5,36	4,04	20,44	24,48
La Barranca		0,55	1,80	2,35	0,54	0,93	1,47
La Chivera		0,54	18,49	19,03	2,26	12,80	15,06
Los Muertos		0,03	1,69	1,72	0,60	7,15	7,75
Playa Chica		0,45	1,47	1,92	0,27	6,23	6,50
Puémape		-	-	-	0,6	2,59	3,19
Urricape		0,11	0,46	0,57	0,54	1,54	2,08
				277,77			650,69

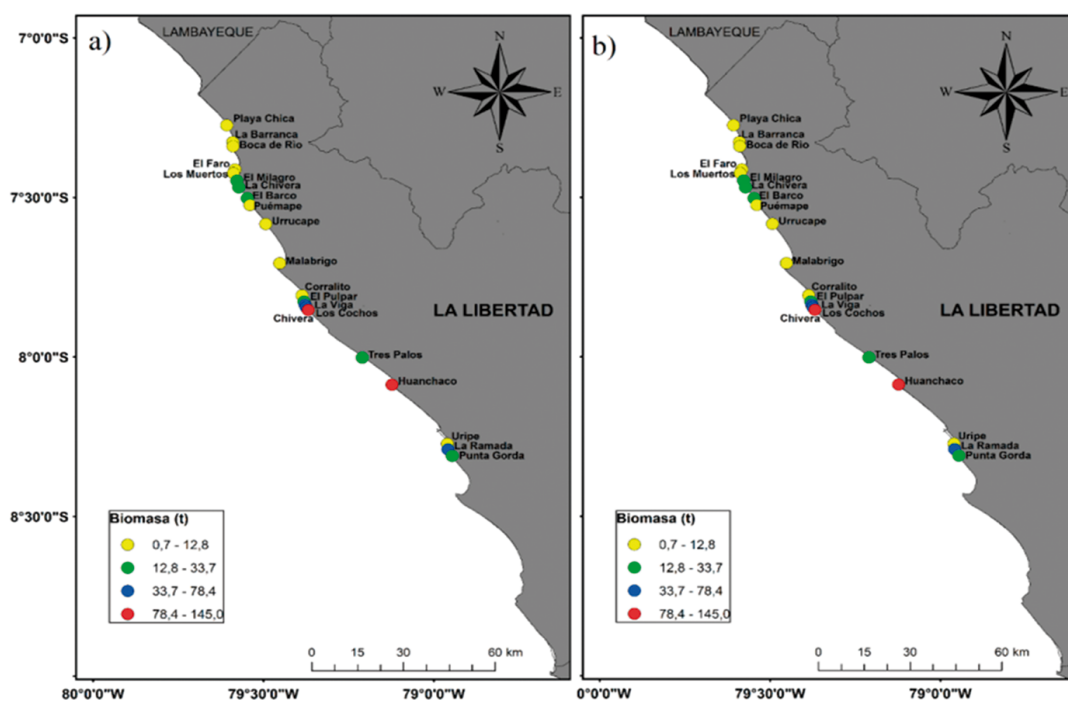


Figura 6.- Distribución espacial de la biomasa (t) total por pradera de *C. chamissoi* “yuyo” o “mococho” en la Región La Libertad. (a) Invierno, (b) primavera del 2018

Figure 6. Spatial distribution of total biomass (t) by meadow of *C. chamissoi* in La Libertad Region. (a) Winter, (b) Spring 2018

En primavera, los mayores valores estuvieron ubicados en las praderas de Paiján (315,83 t). En la provincia de Trujillo las mayores biomásas totales estimadas fueron observadas en Huanchaco (145 t) y La Ramada (47,64 t). En la provincia de Paiján las mayores biomásas estuvieron en las praderas de Chivera (122,81 t), La Viga (78,42 t) y Los Cochos (67,38 t). En la provincia de Pacasmayo, las mayores biomásas se registraron en las praderas de El Milagro (24,49 t) y El Barco (18,06 t) (Tabla 4, Fig. 6b). Similares estudios fueron realizados en bahía Paracas donde se estimó una biomasa total de 212 t en otoño (FLORES *et al.*, 2015). El valor de significancia de Kruskal- Wallis indicó que en invierno ($X^2=4,63$, $p=0,098$) y primavera ($X^2=5,34$, $p=0,069$) los valores de biomasa no presentaron diferencias significativas entre las tres provincias.

Proporción sexual

Las mayores densidades estuvieron representadas por plantas vegetativas, o sin presencia de cistocarpos, a excepción de la pradera ubicada en Tres Palos (invierno) donde se observó mayor densidad de ejemplares con cistocarpos (221 plantas/m²). En Trujillo los mayores valores de relación entre ambos estadios sexuales fueron en Huanchaco y Punta Gorda. La Ramada presentó ejemplares con una relación 3:1 en invierno y 7:1 en primavera. En Paiján la pradera de Los Cochos presentó el mayor valor de relación (56:1). Mientras que, en Pacasmayo, Los Muertos, La Chivera y El Faro sus valores fueron de 18:1, 16:1 y 15:1, respectivamente.

Respecto a la biomasa, las plantas vegetativas o sin presencia de cistocarpos, mostraron los mayores valores estimados por metro cuadrado para las 21 praderas (Tabla 3). La prueba estadística de Mann Whitney mostró diferencias significativas en densidad ($U=310$, $p=0,00$) y peso ($U=329,5$, $p=0,00$) entre las plantas vegetativas y plantas con presencia de carposporas.

Parámetros ambientales

Los muestreos se realizaron durante la baja marea de la mañana entre las 8:00 y 12:00 horas. La temperatura promedio fue de 18,7 °C en invierno y 20,7 °C en primavera. Para ambas estaciones y para todas las praderas los valores de oxígeno fueron mayores a 5 mL/L. Esto debido al constante batir de las olas sobre las praderas durante todo el año. El pH tuvo un valor promedio de 8,03 con mínimos de 7,8 (Uripe, Playa Chica y Malabrigo) y máximos de 8,47 (El Faro) (Tabla 5). Debido a su distribución geográfica *C. chamissoi* soporta amplios rangos en los

In spring, the highest values were located in the Paiján meadows (315.83 t). In Trujillo, the highest total estimated biomasses were observed in Huanchaco (145 t) and La Ramada (47.64 t). In Paiján, the largest biomasses were in the Chivera (122.81 t), La Viga (78.42 t), and Los Cochos (67.38 t). In Pacasmayo, the largest biomasses were in El Milagro (24.49 t) and El Barco (18.06 t) (Table 4, Fig. 6b). Similar studies were conducted in Paracas Bay where total biomass was estimated at 212 t in the autumn (FLORES *et al.*, 2015). The significance value of Kruskal-Wallis indicated that in winter ($X^2=4.63$, $p=0.098$) and spring ($X^2=5.34$, $p=0.069$) the biomass values did not present significant differences between the three provinces.

Sex ratio

The highest densities were represented by vegetative plants (or without the presence of cystocarps) except for the meadow located in Tres Palos (winter) where a higher density of specimens with cystocarps was observed (221 plants/m²). In Trujillo, the highest values of the relationship between both sexual stages were in Huanchaco and Punta Gorda. La Ramada showed specimens with a 3:1 ratio in winter and 7:1 in spring. In Paiján, the Los Cochos meadow presented the highest ratio value (56:1). While in Pacasmayo, Los Muertos, La Chivera, and El Faro had values of 18:1, 16:1, and 15:1, respectively.

Regarding the biomass, the vegetative plants or without the presence of cystocarps showed the highest estimated values per square meter for the 21 meadows (Table 3). Mann Whitney's statistical test showed significant differences in density ($U=310$, $p=0.00$) and weight ($U=329.5$, $p=0.00$) between the vegetative plants and plants with the presence of carpospores.

Environmental parameters

We conducted the sampling during the low tide in the morning between 8:00 and 12:00 hours. The mean temperature was 18.7 °C in winter and 20.7 °C in spring. For both seasons, and for all the meadows, the oxygen values were higher than 5 mL/L. This due to the waves on the meadows throughout the year. The pH had a mean value of 8.03 with minima of 7.8 (Uripe, Playa Chica, and Malabrigo) and maxima of 8.47 (El Faro) (Table 5). Given its geographical distribution, *C. chamissoi* supports a wide range of environmental

parámetros ambientales (BULBOA *et al.*, 2010). AVILA *et al.* (2011) mostraron que el crecimiento de esta especie en ambiente controlado es dependiente del pH y la temperatura.

Comunidad asociada

Tanto en invierno como en primavera el grupo taxonómico con mayor frecuencia fue Rhodophyta (algas rojas), las especies más representativas fueron *C. chamissoi*, *Asterfilopsis furcellata*, *Cryptopleura cryptoneuron* y *Grateloupia doryphora*. Otras especies con alta frecuencia dentro del grupo de las algas rojas fueron *Corallina officinalis* y *Gelidium congestum*. Especies como la macroalga verde *Ulva* sp., los gasterópodos herbívoros *Prisogaster niger* y *Tegula atra*, y el cangrejito *Acanthonix petiverii* estuvieron presentes en casi todas las praderas (Anexo 1). En primavera se observó un elevado número de juveniles de *Tegula atra* adheridos a las frondas de *C. chamissoi* en todas las praderas. También se observó ejemplares del chorito *Semimytilus algosus* adheridos a los discos de fijación de esta macroalga.

C. cryptoneuron, *Ulva* sp. y *S. algosus* fueron observadas como epífitas en las localidades de Huanchaco y El Barco en primavera. Similar a estos resultados, VÁSQUEZ & VEGA (2001) mostraron incremento del epifitismo en *C. chamissoi* durante el verano, y mencionan que esto podría causar un impacto negativo en las poblaciones naturales. El incremento de la intensidad solar y la temperatura durante la primavera y el verano, y la crecida del caudal de los ríos (nutrientes) podrían ser factores determinantes en el aumento en abundancia y cobertura de especies epífitas (ERDUČAN *et al.*, 2019). Se necesitan más estudios para entender el impacto del epifitismo sobre *C. chamissoi* y realizar propuestas de mitigación y manejo.

parameters (BULBOA *et al.*, 2010). AVILA *et al.* (2011) showed that the growth of this species in a controlled environment is dependent on pH and temperature.

Associated community

In both winter and spring, the most frequent taxonomic group was Rhodophyta (red algae), its most representative species were *C. chamissoi*, *Asterfilopsis furcellata*, *Cryptopleura cryptoneuron*, and *Grateloupia doryphora*. Other species with high frequency within the red algae group were *Corallina officinalis* and *Gelidium congestum*. Species such as the green macroalgae *Ulva* sp., the herbivorous gastropods *Prisogaster niger* and *Tegula atra*, and the crustacean *Acanthonix petiverii* were present in almost all meadows (Appendix 1). In spring, we observed high numbers of *Tegula atra* juveniles attached to *C. chamissoi* fronds in all meadows. Also, specimens of *Semimytilus algosus* were observed adhering to the fixation discs of this macroalgae.

In spring, we observed *C. cryptoneuron*, *Ulva* sp., and *S. algosus* as epiphytes in Huanchaco and El Barco. This is similar to what VÁSQUEZ & VEGA (2001) found for *C. chamissoi* in summer, they mention that this could have a negative impact on natural populations. Increased solar intensity and temperature in spring and summer, and increased river flow (nutrients) could be a determining factor in the increased abundance and coverage of epiphytic species (ERDUČAN *et al.*, 2019). We need further studies to understand the impact of epiphytism on *C. chamissoi* and to make proposals for mitigation and management.

Tabla 5.- Parámetros ambientales por localidad en la Región La Libertad. Invierno y primavera del 2018

Table 5. Environmental parameters by location in La Libertad Regio. Winter and spring 2018

Parámetro	Límites	Invierno			Primavera		
		Trujillo	Paiján	Pacasmayo	Trujillo	Paiján	Pacasmayo
Temperatura (°C)	mínimo	19,3	16,7	18,0	19,6	18,1	19,3
	máximo	17,8	19,4	21,1	21,7	20,8	23,6
	promedio	18,5	17,9	19,3	20,7	19,1	20,8
Oxígeno (mL/L)	mínimo	6,35	6,3	3,0	4,1	6,1	6,0
	máximo	10,3	8,05	11,2	12,1	7,5	10,7
	promedio	7,19	6,83	7,22	7,61	6,59	7,53
pH	mínimo	7,89	7,8	7,85	7,88	7,8	7,89
	máximo	8,39	8,11	8,47	8,56	8,08	8,54
	promedio	8,01	7,99	8,09	8,12	7,94	8,12

Otras macroalgas de consumo directo

Adicionalmente, se evaluaron las localidades donde se realiza la extracción de *Chondracanthus glomeratus* conocido como “clavo” o “yuyo clavo” por los extractores locales. Se estimó un total de 5,28 toneladas para el litoral de Malabrigo y 5,89 toneladas para el de Puémape en invierno (Tabla 6) y 3,53 t para los de Malabrigo, El Faro y Puémape en primavera (Tabla 7).

La extracción de este recurso se realiza solo en la zona rocosa intermareal utilizando espátulas, con las que remueven el alga desde los discos lo que provoca el desprendimiento de otras especies de macroalgas e invertebrados sésiles sin importancia comercial (Fig. 7). La comercialización del yuyo clavo es ocasional y solo se realiza cuando bajan las densidades de yuyo.

En primavera se registró presencia de *Gracilariopsis lemaneiformis* “pelillo” y se estimó un total de 0,34 t en Malabrigo y 1,43 en la zona norte de El Faro (Tabla 7, Fig. 8).

Other macroalgae for direct consumption

We also evaluated the locations where the extraction of *Chondracanthus glomeratus* known as *clavo* or *yuyo clavo* is carried out by local extractors. In winter, a total of 5.28 tons was estimated for Malabrigo and 5.89 tons for Puémape (Table 6). In spring, 3.53 tons were estimated for Malabrigo, El Faro, and Puémape (Table 7).

Artisanal extractors use spatulas to remove the algae from the discs, which causes the detachment of other species of macroalgae and sessile invertebrates of no commercial importance (Fig. 7). Yuyo clavo marketing is occasional and only occurs when *yuyo* densities drop.

In spring, we recorded the presence of *Gracilariopsis lemaneiformis* “pelillo” and estimated a total of 0.34 t in Malabrigo and 1.43 in the northern area of El Faro (Table 7, Fig. 8).

Tabla 6.- Parámetros estimados de biomasa de *Chondracanthus glomeratus* “yuyo clavo” por praderas en la Región La Libertad durante el invierno del 2018

Table 6. Estimated biomass parameters of *C. glomeratus* “yuyo clavo” by Meadows in LA Libertad Region, Winter 2018

Provincia/pradera	plantas cistocárpicas (g/m ²)	plantas vegetativas (g/m ²)	Biomasa total (g/m ²)	Biomasa total (t)	Área (m ²)
Paiján					
Malabrigo	78	582	660	5,28	1200
Pacasmayo					
Puémape	455	735	1190	5,89	4948

Tabla 7.- Parámetros estimados de biomasa de otras macroalgas de importancia comercial por praderas en la Región La Libertad durante primavera del 2018

Table 7. Estimated biomass parameters of other commercially important macroalgae by Meadows in La Libertad, spring 2018

Provincia/pradera	plantas cistocárpicas (g/m ²)	plantas vegetativas (g/m ²)	Biomasa total (g/m ²)	Biomasa total (t)	Área (m ²)
<i>Chondracanthus glomeratus</i> “yuyo clavo”					
Paiján					
Malabrigo	269,7	1506,4	1776,1	2,13	1200
Pacasmayo					
El Faro		33,7	33,7	0,43	12892
Puémape	63,9	237,9	301,8	0,97	3229
<i>Gracilariopsis lemaneiformis</i> “pelillo”					
Paiján					
Malabrigo		283,5	283,5	0,34	1200
Pacasmayo					
El Faro		111,1	111,1	1,43	12892



Figura 7.- *Chondracanthus glomeratus* (yuyo clavo) en las localidades (a,b) Malabrigo, (c,d) Puémape
Figure 7. *Chondracanthus glomeratus* (“yuyo clavo”) in (a,b) Malabrigo and (c,d) Puémape

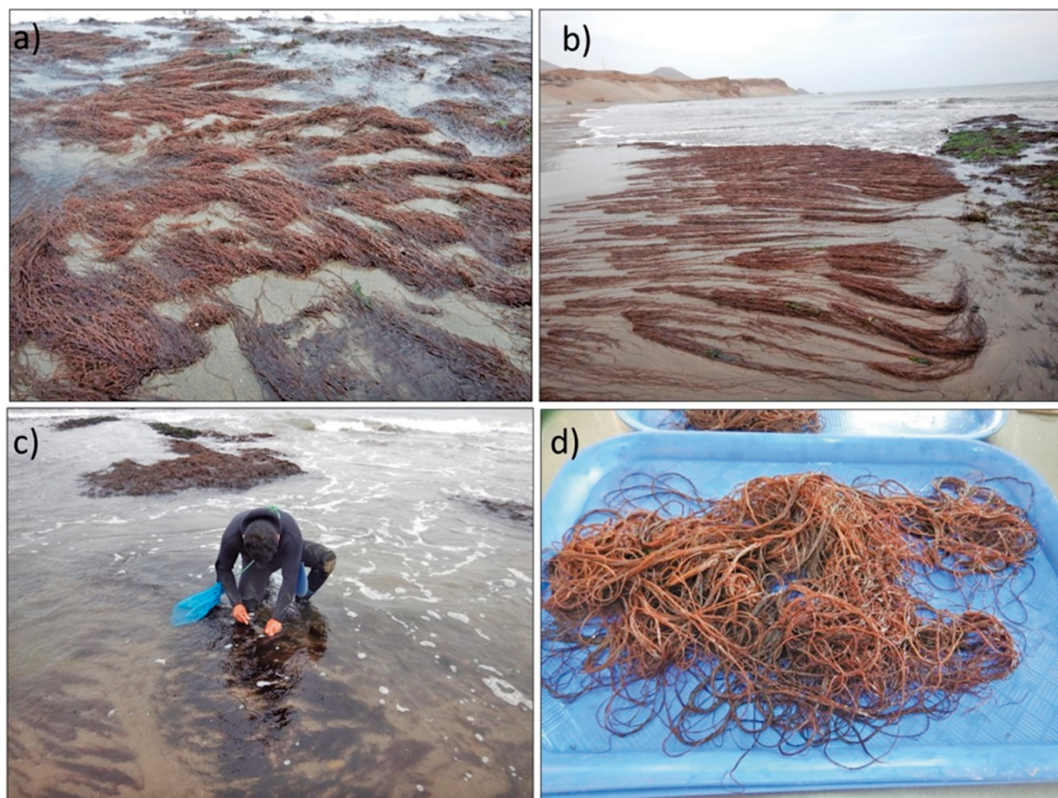


Figura 8.- *Gracilariopsis lemaneiformis* (pelillo) en (a,b) Malabrigo, (c) extractor de pelillo, (d) ejemplares de pelillo en el Laboratorio Costero de Huanchaco
Figure 8. *Gracilariopsis lemaneiformis* (“pelillo”) in (a,b) Malabrigo, (c) “pelillo” extractor, (d) “pelillo” simples in the Coastal Laboratory of Huanchaco

Medidas de manejo

Respecto a la talla mínima de extracción de *C. chamissoi*, se considera tentativamente 8 cm, debido a que VIDAL y O'RYAN (2015) señalan que los países de Japón, Corea y Taiwán exigen que la talla de importación del yuyo esté en el rango de 8 a 12 cm y sin estructuras reproductivas. Sin embargo, esto debe ser observado, ya que solo es posible lograr la cosecha de estas tallas en ejemplares provenientes de sistemas de cultivos suspendidos, en zonas protegidas y donde la manipulación de las macroalgas es accesible. Por otro lado, esta medida no puede ser aplicada en zonas expuestas al oleaje, como la Región La Libertad, ya que la extracción de ejemplares se realiza de manera rápida (extracción manual) y en el menor tiempo posible (durante la baja marea), diferenciando en algunos casos ejemplares con cistocarpos (llamado "yuyo crespo" por los extractores locales de La Libertad). A pesar de esto, de 14437 individuos analizados en el presente estudio durante invierno y primavera del 2018, menos del 10% fue representado por individuos menores o iguales a 8 cm. Se requiere mayor conocimiento de la biología y dinámica de *C. chamissoi* en la Región para establecer una medida de regulación extractiva.

C. chamissoi es la macroalga roja más explotada en el Perú, y la que aporta con la mayor cantidad de biomasa anual es la Región La Libertad. Sin embargo, la falta de medidas de gestión, la continua presión de extracción y los cambios drásticos en las condiciones ambientales son probablemente los mayores causantes del declive en las condiciones poblacionales de este recurso durante los últimos 10 años. En el 2018 se registró un total de 966,8 t de yuyo extraído en La Libertad (Fuente: área de pesca artesanal, IMARPE), cuando la variabilidad mensual tuvo relación con la aparición tardía del arenamiento (febrero), el fuerte oleaje durante el invierno y la temperatura. El presente estudio contribuye a generar conocimiento sobre la condición de las praderas de *C. chamissoi* en la Región La Libertad con la finalidad de contar con antecedentes que ayuden en la sostenibilidad local de este recurso.

4. CONCLUSIONES

El proceso de "desarenamiento" en las playas del norte de Perú se observa todos los años a partir de junio/julio hasta enero/febrero, lo cual permite que haya disponibilidad de sustrato para que se fijen las macroalgas, posteriormente, estas empiezan a cubrirse otra vez de arena. El presente

Management measures

Regarding the minimum size for the extraction of *C. chamissoi*, 8 cm is tentatively considered. VIDAL & O'RYAN (2015) indicate that Japan, South Korea, and Taiwan require that the size range for imported *yuyo* be 8 to 12 cm and without reproductive structures. Nevertheless, we must note that it is only possible to harvest these sizes in specimens coming from suspended culture systems, in protected areas and where the handling of macroalgae is accessible. On the other hand, this measure cannot be applied in areas exposed to the waves, such as the La Libertad Region since the extraction of specimens is done quickly (manual extraction) and in the shortest time possible (during the low tide), differentiating in some cases specimens with cystocarps (called *yuyo crespo* by the local extractors). However, of 14437 individuals analyzed in this study during the winter and spring of 2018, less than 10% were represented by individuals less than or equal to 8 cm. We require more knowledge of the biology and dynamics of *C. chamissoi* in the Region to establish a measure of extractive regulation.

C. chamissoi is the most exploited red macroalgae in Peru and the one that contributes to the largest amount of annual biomass in La Libertad. Nevertheless, the lack of management measures, the continuous pressure of extraction, and the drastic changes in environmental conditions are probably the main causes of the decline in the population conditions of this resource over the last 10 years. In 2018, we recorded 966.8 tons of *yuyo* extracted in La Libertad (Source: Artisanal Fisheries Area, IMARPE), when the monthly variability was related to the late appearance of sandblasting (February), the strong waves during the winter, and the temperature. This study contributes to generating knowledge about the condition of *C. chamissoi* meadows in La Libertad to generate background information that helps in the local sustainability of this resource.

4. CONCLUSIONS

The process of sand removal on the beaches of northern Peru is observed every year from June/July to January/February. This allows the availability of substrate for the fixation of macroalgae, after which they begin to cover themselves again with sand. This study showed

estudio evidenció que en 2018 este ciclo fue más corto ya que en noviembre (primavera tardía) las localidades Tres Palos, El Corralito y El Faro se encontraron parcialmente arenadas. Esto indicaría que los “bancos de arena” podrían presentarse de manera muy temprana en el 2019.

Los valores estadísticos de tendencia central y de dispersión observados en la estructura de tallas no variaron entre invierno y primavera. La densidad promedio fue mayor en invierno, sin embargo, la biomasa promedio fue 2,3 veces mayor en primavera que en invierno. Las praderas con mayores densidades y biomásas fueron registradas en Paiján, donde los ejemplares vegetativos, comercializados como “verde” o “lacio” (sin estructuras reproductivas visibles) presentaron más del 80% de la densidad y biomasa total durante ambas campañas.

Durante la campaña de primavera se registró mayor abundancia de *Chondracanthus glomeratus* “yuyo clavo” y presencia de *Gracilariopsis lemaneiformis* “pelillo”. Se requiere mayor conocimiento de la biología, dinámica de *C. chamissoi* y su relación (ecología) con el entorno para establecer una medida de regulación en la región La Libertad.

Agradecimientos

El Laboratorio Costero de Huanchaco agradece a Luis Oruna Vaca, presidente de la Asociación de Extractores Artesanales de Recursos Hidrobiológicos de Huanchaco, a James Polo Torres y Jhon Torres Canto, presidente y secretario respectivamente de la “Asociación de Pescadores Artesanales Amigos por Siempre” de Paiján, y a Percy Paico, presidente de la “Asociación de Recolectores de Algas Marinas de Pacasmayo” por su apoyo en los trabajos de campo.

that in 2018 this cycle was shorter. Since November (late spring), we found that Tres Palos, El Corralito, and El Faro were partially sanded. This would indicate that the sandbanks could appear very early in 2019.

The statistical values of central tendency and dispersion observed in the size structure did not vary between winter and spring. The mean density was higher in winter, however, the mean biomass was 2.3 times higher in spring than in winter. The meadows with the highest densities and biomasses were recorded in Paiján, where the vegetative specimens, marketed as “verde” or “lacio” (without visible reproductive structures) had more than 80% of the total density and biomass during both surveys.

In spring, a greater abundance of *Chondracanthus glomeratus* “yuyo clavo” and the presence of *Gracilariopsis lemaneiformis* “pelillo” were registered. We need more knowledge of biology, dynamics of *C. chamissoi* and its relationship (ecology) with the environment to establish a management measure in La Libertad.

Acknowledgments

The Coastal Laboratory of Huanchaco thanks Luis Oruna Vaca, president of the Huanchaco’s Asociación de Extractores Artesanales de Recursos Hidrobiológicos, James Polo Torres and Jhon Torres Canto, president and secretary respectively of the Paiján’s Asociación de Pescadores Artesanales Amigos por Siempre, and Percy Paico, president of the Asociación de Recolectores de Algas Marinas de Pacasmayo for their support in the fieldwork.

REFERENCIAS /REFERENCES

- ACLETO C. 1971. Algas marinas del Perú de importancia económica. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Museo de Historia Natural Javier Prado, Departamento de Botánica. Número 5 de Serie de divulgación. 85 pp.
- ACLETO C. 1986. Algunos aspectos biológicos de *Gigartina chamissoi* (C.Ag) J. Agardh (Rhodophyta: Gigartinales). Revista de Ciencias UNMSM. 74 (1): 38-47.
- ARBAIZA S. 2016. Viabilidad reproductiva para el cultivo de *Chondracanthus chamissoi* proveniente de tres poblaciones del litoral peruano. Tesis para optar el grado de Magister Scientiae en Acuicultura. Universidad Agraria la Molina.
- AVILA M, PIEL M, CACERES J, ALVEAL K. 2011. Cultivation of the red alga *Chondracanthus chamissoi*: sexual reproduction and seedling production in culture under controlled conditions. J. Appl. Phycol. 23: 529–536.
- BIXLER H J. 2017. The carrageenan controversy. J. Appl. Phycol. 29(5): 2201-2207.
- BULBOA C R, MACCHIAVELLO J E. 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.
- BULBOA C, MACCHIAVELLO J, VÉLIZ K, OLIVEIRA C. 2010. Germination rate and sporeling development of *Chondracanthus chamissoi* (Rhodophyta, Gigartinales) varies along a latitudinal gradient on the coast of Chile. Aquat. Bot. 92: 137-141.
- ERDUĞAN H, FIRAT A R, İrkin L C, OKUDAN E Ş, AKGÜL R, AKGÜL F, DURAL B. 2019. Seasonal variation in epiphyte flora of the invasive species *Codium fragile* subsp. *fragile* on the Çanakkale Strait coast (Marmara Sea, Turkey). J. Black Sea/Medit. Environ. 25(1): 73-86 pp.

- FLORES D, ZAVALA J, DONAYRE S, GUARDIA A, SARMIENTO H. 2015. Evaluación poblacional de *Chondracanthus chamissoi* (C. Agardh 1820) en las bahías de Pisco y Paracas, otoño 2010. Inf Inst Mar Perú. 42(4): 504-509.
- 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): 311-314.
- GONZÁLEZ J, MENESES I, VÁSQUEZ J. 1997. Field studies in *Chondracanthus chamissoi* (C. Agardh) Kützing. Seasonal and spatial variations in life cycle phases. Biol. Pesq. (Chile). 26: 3-12.
- HAUSER A M, ATTRILL J, COTTON P A. 2006. Effects of habitat complexity on the diversity and abundance of macrofauna colonizing artificial kelp holdfasts. Mar. Ecol. Prog. Ser. 325: 93-100.
- HOFFMANN A J, SANTELICES B. 1997. Flora marina de Chile central. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago.
- IMARPE. 2017. Estado poblacional del recurso *Chondracanthus chamissoi* "yuyo" en la Región La Libertad. Informe interno, Instituto del Mar del Perú.
- KIM B J, LEE H J, YUM S, LEE H A, BHANG Y J, PARK S R, KIM H J. 2004. A short-term response of macroalgae to potential competitor removal in a mid-intertidal habitat in Korea. Hydrobiologia. 512(1-3): 57-62.
- LI-ALFARO G, TRELLES A Z. 2012. Composición, abundancia y diversidad de macroalgas en el litoral de puerto Malabrigo, La Libertad-Perú 2009. SCIÉENDO. 15(1).
- PISFIL J. 2014. 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. Universidad Nacional del Santa. 63 pp.
- RAMÍREZ M, SANTELICES B. 1991. Catálogo de las algas marinas bentónicas de la costa temperada del Pacífico Sudamericano. Monografías Biológicas. Facultad de Ciencias Biológicas. Pontificia Universidad Católica del Norte. Publicaciones Periódicas Vicerrectoría Académica, Santiago. 5: 1-499.
- TANIGUCHI H, TOKESHI M. 2004. Effects of habitat complexity on benthic assemblages in a variable environment. Freshw. Biol. 49(9): 1164-1178.
- TEJADA A, GAMARRA A, FLORES D, MUÑOZ R, ARGUELLES J. 2018. Protocolo para evaluación poblacional de *Lessonia trabeculata* mediante métodos directos. Inf Inst Mar Perú. 45(2): 194-201.
- TORRES D, CASTRO J, DE LA CRUZ J, RAMÍREZ P, VILCHEZ F, CÉSPEDES Y. 2017. Evaluación de macroalgas marinas de importancia comercial en las praderas de Chérrepe. Abril y setiembre 2015. Inf Inst Mar Perú. 44(3): 421-428.
- UMANZOR S, LADAH L, CALDERON-AGUILERA L E, ZERTUCHE-GONZÁLEZ J A. 2019. Testing the relative importance of intertidal seaweeds as ecosystem engineers across tidal heights. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 511: 100-107.
- VÁSQUEZ J A, VEGA J M. 2001. *Chondracanthus chamissoi* (Rhodophyta, Gigartinales) in northern Chile: ecological aspects for management of wild populations. Journal of Applied Phycology. 13: 267-277.
- VIDAL L, O'RYAN C. 2015. Chicorea de mar (*Chondracanthus chamissoi*): Situación y perspectivas. Prospección de oportunidades de desarrollo y negocio a partir de macro y micro algas para la región de Arica y Parinacota Innova Chile - CORFO. Chile. 75 pp.
- YANG M Y, MACAYA E, KIM M S. 2017. Molecular evidence for verifying the distribution of *Chondracanthus chamissoi* and *C. teedei* (Gigartinales, Rhodophyta). Bot. Mar. 58(2): 103-113.

ANEXO 1. Composición de especies/taxa por estación y localidad durante el 2018.
"1" indica presencia.

APPENDIX 1. Species / taxa composition by season and locality in 2018
"1" indicates presence

Estación Taxa/Localidad	Invierno			Primavera		
	Trujillo	Paján	Pacasmayo	Trujillo	Paján	Pacasmayo
Cnidaria						
<i>Oulactis concinnata</i>			1	1		
<i>Phymactis papillosa</i>	1	1	1		1	
Bryozoa						
Bryozoa		1	1	1	1	
Plathelmyntes						
Plathelmyntes			1		1	
Polychaeta						
<i>Glycera</i> sp.				1	1	
<i>Nephtys</i> sp.					1	
Polinoide	1				1	
<i>Pseudonereis</i> sp.		1	1		1	
Gasteropoda						
<i>Alia unifasciata</i>		1	1	1		
<i>Chiton cumingsi</i>	1	1	1		1	
<i>Chiton granosus</i>					1	
<i>Columbella paytensis</i>						
<i>Fissurella</i> sp.					1	
<i>Mitra orientalis</i>						
<i>Prisogaster niger</i>	1	1	1	1	1	1
<i>Tegula atra</i>	1	1	1	1	1	1
<i>Tegula luctuosa</i>	1				1	
<i>Stramonita delessertiana</i>	1	1	1	1	1	1
<i>Thaissella chocolata</i>			1	1		
<i>Tonicia</i> sp.		1				
<i>Xanthochorus buxeus</i>		1	1		1	
Bivalvia						
<i>Semymitilus algosus</i>	1	1	1	1	1	1
Cirripedia						
<i>Megabalanus</i> sp.			1			
<i>Balanus laevis</i>	1		1	1	1	
Crustacea						
<i>Acanthonyx petiverii</i>	1	1	1	1	1	
<i>Allopetrolisthes</i> sp.		1				
<i>Alpheus chilensis</i>					1	
Amphipoda	1	1	1		1	
<i>Arenaeus mexicanus</i>					1	
Caprellidae					1	
<i>Cycloxanthus</i> sp.			1		1	
<i>Gaudichaudii</i> sp.					1	
Majoidea			1			
<i>Pachycheles</i> sp.	1				1	
<i>Pagurus edwardsii</i>		1			1	1
<i>Pagurus perlatus</i>	1	1		1	1	
<i>Pilumnoides perlatus</i>	1		1			
<i>Panulirus gracilis</i>					1	
<i>Platyxanthus orbygni</i>			1	1	1	1
Echinodermata						
<i>Caenocentrotus gibbosus</i>	1	1	1		1	1
<i>Ophiactis</i> sp.	1	1		1	1	

<i>Patallus mollis</i>	1	1	1	1		
<i>Tetrapygyus niger</i>		1	1	1	1	
Chordata						
Tunicado colonial	1	1				
Chlorophyta						
<i>Bryopsis</i> sp.				1		
<i>Enteromorpha</i> sp.		1				
<i>Ulva costatum</i>			1			
<i>Ulva fasciata</i>			1			
<i>Ulva</i> sp.	1	1	1	1	1	1
Rhodophyta						
<i>Ahnfeltiopsis</i> sp.	1	1		1	1	1
<i>C. chamissoi</i>	1	1	1	1	1	1
<i>C. glomeratus</i>		1	1		1	1
<i>Corallina officinalis</i>	1	1	1	1	1	1
Costrosa roja		1	1		1	
Costrosa rosada	1	1	1		1	
<i>Cryptopleura</i> sp.	1	1	1	1	1	1
<i>Gelidium congestum</i>	1	1	1		1	1
<i>Gracilariopsis</i> sp.		1	1		1	1
<i>Grateloupia dorypora</i>	1	1	1	1	1	1
<i>Griffithsia chilensis</i>	1	1	1		1	1
<i>Asterfilopsis furcellata</i>	1	1	1	1	1	1
<i>Polisiphonia</i> sp.		1	1	1	1	1
<i>Porphyra columbina</i>			1			1
<i>Prionitis</i> sp.	1	1	1	1	1	
<i>Pterocladella</i> sp.			1			
<i>Pterosiphonia</i> sp.		1				1
<i>Rhodymenia</i> sp.						1
<i>Rhodymenia corallina</i>		1	1		1	1
<i>Rhodymenia flabellifolia</i>	1		1	1	1	1
<i>Rhodymenia howeana</i>		1				1
<i>Schizymenia binderi</i>			1			

ANEXO 2.- Praderas de Salaverry/Trujillo

APPENDIX 2.- Salaverry/Trujillo Meadows



ANEXO 3.- Praderas de Ascope/Paiján

APPENDIX 3.- Ascope/Paiján Meadows



ANEXO 4.- Praderas de Pacasmayo

APPENDIX 4.- Pacasmayo Meadows

