



FACULTAD DE OCEANOGRAFÍA, PESQUERÍA, CIENCIAS ALIMENTARIAS Y

ACUICULTURA

EFFECTO EN EL CRECIMIENTO VEGETATIVO DEL “YUYO”

CHONDROCANTHUS CHAMISSOI (C. AGARDH) KUTZING, 1843 APLICANDO

DIFERENTES TIPOS DE CORTES EN LA POZA DE LA ARENILLA LA PUNTA

CALLAO EN EL AÑO 2021

Línea de investigación:

Desarrollo de productos de la acuicultura

Tesis para optar al Título Profesional de Ingeniero Pesquero Acuicultor

Autor:

Espinoza Salazar, Robinson Gilmer

Asesor:

Figueroa Vargas Machuca, Manuel Eduardo

(ORCID: 0000-0003-1099-446X)

Jurado:

Zambrano Cabanillas, Abel Walter

Mogollón Ávila, Santos Valentín

Blas Ramos, Walter Eduardo

Lima - Perú

2023





Reporte de Análisis de Similitud

Archivo:	1A Espinoza Salazar, Robinson Gilmer Título Profesional de Ingeniero Pesquero Acuicultor
Fecha del Análisis:	02 /06/2023
Operador del Programa Informático:	VARGAS MORENO MARTHA
Correo del Operador del Programa Informático:	mvargas@unfv.edu.pe
Porcentaje:	12%
Asesor:	Figueroa Vargas Machuca, Manuel Eduardo
Título:	“EFECTO EN EL CRECIMIENTO VEGETATIVO DEL “YUYO” <i>CHONDROCANTHUS CHAMISSOI</i> (C. AGARDH) KUTZING, 1843 APLICANDO DIFERENTES TIPOS DE CORTES EN LA POZA DE LA ARENILLA LA PUNTA CALLAO”
Enlace:	https://secure.arkund.com/old/view/159551899-443432-500583#FY87DgIxDAXvkjpC8SfZvL0KokArQFuwzZaluzMUT1bsyVj+IPdZ1qu1Vq0ZcRKkVzOqJRnVnL7zdt7OzP+9hUyiasH/4H/ABVzABVzABVzABVzCJVzCJVzCJVzCJVyH63CDLPQms/mvzMRM9IVDOIRDOIRDcIKTqnOTc5Nzk3OTtySdDLKQSeAMzuDMK6vZwAL86LEjx40aM2LpVsu5v479uW/3Y3uUtV3MusQ6j5aJenx/

Jefe de la Oficina de Grados y Gestión del Egresado:



Firma

Nombres y Apellidos

Ing. José Eduardo Candela Díaz



Universidad Nacional
Federico Villarreal

VRIN | VICERRECTORADO
DE INVESTIGACIÓN

Facultad de Oceanografía, Pesquería, Ciencias Alimentarias y Acuicultura

“EFECTO EN EL CRECIMIENTO VEGETATIVO DEL “YUYO” *CHONDROCANTHUS CHAMISSOI* (C. AGARDH) KUTZING, 1843 APLICANDO DIFERENTES TIPOS DE CORTES EN LA POZA DE LA ARENILLA LA PUNTA CALLAO EN EL AÑO 2021”

Línea de Investigación:
Desarrollo de Productos de la Acuicultura

Tesis para optar al Título Profesional de
Ingeniero Pesquero Acuicultor

Autor

Espinoza Salazar, Robinson Gilmer

Asesor

Figueroa Vargas Machuca, Manuel Eduardo
(ORCID:0000-0003-1099-446X)

Jurado

Zambrano Cabanillas, Abel Walter

Mogollón Ávila, Santos Valentín

Blas Ramos, Walter Eduardo

Lima – Perú

2023

AGRADECIMIENTO

Expreso mi agradecimiento a Dios y a mis queridos padres:

Esther Salazar Benites y Jaime Arturo Espinoza Soriano por su indesmayable apoyo en la culminación de mi carrera profesional.

Al jefe de la División del Medio Ambiente Sr. Javier Mantilla Troll de la
Municipalidad

de la Punta por su amabilidad en autorizarme el área para el desarrollo experimental de mi tesis.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTO	2
ÍNDICE	3
INDICE DE FIGURAS	4
INDICE DE TABLAS	6
RESUMEN	7
ABSTRACT	8
I. INTRODUCCION	9
1.1 Descripción y formulación del problema	9
1.2. Antecedentes	11
1.3. Objetivos	19
- Objetivo General:	20
- Objetivos Específicos:	20
1.4. Justificación	20
1.5. Hipótesis	21
II. MARCO TEÓRICO	22
2.1 Bases teóricas	22
III. MÉTODO	46
3.1. Tipo de investigación	46
3.2. Ámbito temporal y espacial	46
3.3. Variables	46
3.4. Población y muestra	46
3.5. Instrumentos	47
3.6. Procedimientos	48
3.7. Análisis de datos	55
IV. RESULTADOS	56
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	74
VI. CONCLUSIONES	78
VII. RECOMENDACIONES	79
VIII. REFERENCIAS	80
IX. ANEXOS	85

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	<i>Ciclo de vida de Chondracanthus chamissoi</i>	24
Figura 2	<i>Metodología de cultivo de “yuyo” mediante esporas</i>	32
Figura 3	<i>Metodología de cultivo de “yuyo” mediante propagación vegetativa</i>	33
Figura 4	<i>Estaciones de muestreo realizadas en la Poza, La Arenilla, La Punta, Callao, 23 de mayo-15 de junio 1989-IMARPE Informe N°51- 1997</i>	42
Figura 5	<i>Embalse artificial en La poza La Arenilla, La Punta el Callao (Perú (12 ° 04 ' S, 77 ° 09 ' W)</i>	49
Figura 6	<i>Extracción de piedras con el alga C.chamissoi de mayor longitud para su posterior corte</i>	49
Figura 7	<i>Cortes a partir del disco basal del alga C. chamissoi en las piedras</i>	50
Figura 8	<i>Detalle de la construcción del sistema de cultivo experimental. A: corte de malla anchovetera de 1,5 de luz de abertura, B: llenado de piedras (cantos rodados) al lastre y C: detalle de los lastres con sus flotadores</i>	51
Figura 9	<i>Traslado del sistema de cultivo experimental de C. chamissoi a la orilla de Poza la Arenilla</i>	51
Figura 10	<i>Limpieza de epífitos: algas invasoras (Ulva sp.) y otros organismos</i>	52
Figura 11	<i>Medición y registro de la velocidad de la corriente en la entrada del agua de la poza la Arenilla sector Oeste (bocana)</i>	54
Figura 12	<i>Medición y registro del nitrito y nitrato del agua de la poza la Arenilla sector Oeste (bocana)</i>	54
Figura 13	<i>Crecimiento en longitud de C. chamissoi en el tiempo sometido al tipo de corte de 0,1 cm</i>	57
Figura 14	<i>Crecimiento de C. chamissoi sometido al tipo de corte de 0,1 cm</i>	58
Figura 15	<i>Crecimiento en longitud de C. chamissoi en el tiempo sometido al tipo de corte de 2 cm</i>	59
Figura 16	<i>Crecimiento de C. chamissoi sometido al tipo de corte de 2 cm</i>	59
Figura 17	<i>Crecimiento en longitud de C. chamissoi en el tiempo sometido al tipo de corte de cm</i>	60
Figura 18	<i>Crecimiento de C. chamissoi sometido al corte de 4 cm</i>	61
Figura 19	<i>Gráfico de normalidad para la variable TCE de los tratamientos 0,1; 2 y 4 cm. P = 0,01</i>	62
Figura 20	<i>Gráfico de normalidad para la variable CF de los tratamientos 0,1; 2 y 4 cm. P = 0,063</i>	67
Figura 21	<i>Gráfico de homogeneidad de varianzas para la variable CF de los tratamientos 0,1; 2 y 4 cm. P = 0,065</i>	68

- Figura 22 *Gráfico de regresión de la variable de longitud del tratamiento de tipo de corte 0,1 cm* 71
- Figura 23 *Gráfico de regresión de la variable de longitud del tratamiento de tipo de corte 2 cm* 72
- Figura 24 *Gráfico de regresión de la variable de longitud del tratamiento de tipo de corte 4 cm* 73

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Composición proximal (mg/100 g de alga seca) de C. chamissoi</i>	25
Tabla 2	<i>Concentración promedio de vitaminas (ng/l) en aguas del Océano Pacífico</i>	28
Tabla 3	<i>Concentración de algunos elementos esenciales en agua de mar y en algas</i>	29
Tabla 4	<i>Principales pigmentos presentes en las algas verdes, pardas y rojas</i>	30
Tabla 5	<i>Parámetros físicos para de cultivo de C. chamissoi</i>	30
Tabla 6	<i>Principales especies de macroalgas objetivo según decreto supremo N°019-2009-PRODUCE</i>	36
Tabla 7	<i>Valores de parámetros ambientales en muestras de agua superficial y de media agua. Poza La Arenilla, mayo-junio 1989</i>	41
Tabla 8	<i>Relación de instrumentos empleados en el trabajo experimental</i>	47
Tabla 9	<i>Relación parámetros físicos y químicos registrados en el trabajo experimental de crecimiento de vegetativo de C. chamissoi sometido a diferentes cortes</i>	53
Tabla 10	<i>Registro de parámetros físicos y químicos del agua de la zona de cultivo experimental de C. chamissoi</i>	56
Tabla 11	<i>Crecimiento del alga C. chamissoi en el tiempo y sometido al corte de 0,1 cm. Los datos representan la media \pm desviación estándar de n=10</i>	57
Tabla 12	<i>Crecimiento del alga C. chamissoi en el tiempo y sometido al corte de 2 cm. Los datos representan la media \pm desviación estándar de n=10</i>	58
Tabla 13	<i>Crecimiento del alga C. chamissoi en el tiempo y sometido al corte de 4 cm. Los datos representan la media \pm desviación estándar de n=10</i>	60
Tabla 14	<i>Crecimiento del alga C. chamissoi aplicando diferentes tipos de cortes. Los datos representan la media \pm desviación estándar de n=10</i>	65
Tabla 15	<i>Crecimiento del alga C. chamissoi aplicando diferentes tipos de cortes. Los datos representan la media \pm desviación estándar de n=10</i>	70

RESUMEN

El objetivo fue determinar la tasa de crecimiento del “yuyo” *C. chamissoi*; a diferentes tipos de cortes. El experimento se realizó en la Poza La Arenilla, La Punta, Callao-Perú y tuvo una duración 90 días desde agosto a noviembre del 2021. Se colectaron 30 piedras de su ambiente natural adyacentes seleccionando las que tuvieran mayor número de ejemplares de *C. chamissoi*, en las cuales se aplicó el sistema de corte algal a nivel del disco basal a una distancia desde este a 0,1cm; 2cm; 4cm los cuales constituyeron los tratamientos. Los registros de las mediciones de longitud algal se realizó cada 15 días, así como también el pH, NO₂, NO₃ y oxígeno disuelto y en el caso de la temperatura del agua de mar se registró tres veces por día. Los resultados en el crecimiento del alga sometidos a diferentes tipos de corte indicaron que el tratamiento con el corte a 0,1 cm presentó la tasa de crecimiento más alta con un valor de 2,76 % día⁻¹ detectando diferencias significativas (p<0,05) entre los diferentes tratamientos. Asimismo, se encontró diferencias (p<0,05) significativas para la variable crecimiento final entre los diferentes tratamientos; así tenemos para el corte algal de 0,1 cm fue de 1,240 ± 0,324^c; el de 2 cm de 3,960 ± 0,38^b y para el de 4 cm fue de 7,020 ± 0,678^a. El sistema de corte que ocasiona la mejor velocidad de crecimiento en *C. chamissoi* en la Poza la Arenilla fue el tipo de corte de 0,1 cm.

Palabras clave: macroalgas, *Chondracanthus chamissoi*, tasa de crecimiento, cultivo

ABSTRACT

The objective was to determine the growth rate of the "yuyo" *C. chamissoi*; to different types of cuts. The experiment was carried out in Poza La Arenilla, La Punta, Callao-Peru and lasted 90 days from August to November 2021. 30 adjacent stones from their natural environment were collected, selecting those with the largest number of *C. chamissoi* specimens. , in which the algal cutting system was applied at the level of the basal disc at a distance of 0.1 cm from it; 2cm; 4cm which constituted the treatments. Records of algal length measurements were made every 15 days as well as pH, NO₂, NO₃ and dissolved oxygen and in the case of seawater temperature it was recorded three times a day. The results in the growth of the alga subjected to different types of cut indicated that the treatment with the cut at 0.1 cm presented the highest growth rate with a value of 2.76 %·day⁻¹ detecting significant differences ($p < 0.05$) between the different treatments. Likewise, significant differences ($p < 0.05$) were found for the final growth variable between the different treatments; thus we have for the algal cut of 0.1 cm it was $1.240 \pm 0.324c$; the 2 cm one was $3.960 \pm 0.38b$ and for the 4 cm one it was $7.020 \pm 0.678a$. The cutting system that causes the best growth rate in *C. chamissoi* in Poza la Arenilla was the 0.1 cm type of cut.

Keywords: macroalgae, *Chondracanthus chamissoi*, growth rate, culture

I. INTRODUCCION

1.1 Descripción y formulación del problema

La actividad extractiva y recolección del recurso hidrobiológico *Chondrocanthus chamissoi* en los últimos años se ha incrementado rápidamente en el litoral sur del Perú (Delgado et al, 2015) por la creciente demanda en el mercado nacional e internacional; que no satisface dicha demanda y también las praderas naturales están desapareciendo por tal actividad extractiva.

Sin embargo, debido a esta creciente demanda, las poblaciones naturales de esta alga han comenzado a ser sobreexplotadas, por lo que el cultivo resulta una alternativa importante para mantener la productividad de este recurso (Colonización de *Chondrocanthus chamissoi* (Rhodophyta, Gigartinales) sobre sustratos calcáreos en Playa Mendieta 59 Reserva Nacional de Paracas, 2011).

En el Perú debido a esta creciente demanda, las poblaciones naturales de esta alga han comenzado a ser sobreexplotadas (Icochea, 2008)

En el caso particular de la Punta -Callao Poza la Arenilla este recurso hidrobiológico de *C. chamissoi* está siendo extraída por pescadores sin control alguno desde hace años que lo extraen en forma inadecuada a partir del disco basal, como consecuencia ocasiona la disminución y desaparición de la pradera algal.

Este problema continuo en la actualidad a pesar de las regulaciones de la extracción ilegal de algas marinas, acompañado de la ausencia de control y vigilancia en las zonas donde se realiza esta actividad (Globe Seaweed International S.A.C., 2018).

Aún no se ha logrado desarrollar una actividad productiva bien establecida que pueda abastecer la creciente demanda debido al desconocimiento de procesos de cultivo más viables y sostenibles a largo plazo y a la falta de conocimiento de la viabilidad para el cultivo de *C.*

chamissoi e información de áreas adecuadas para los cultivos en el mar (Montero y Arbaiza, 2016).

El cultivo resulta una alternativa importante para mantener la productividad de este recurso (Pariona y Kodaka, 2011) garantizando de esa forma la disminución de la presión extractiva y favoreciendo el desarrollo de actividades sostenibles a nivel local.

Debido a esta creciente demanda, las poblaciones naturales algales han comenzado a ser sobreexplotadas, por lo que el cultivo resulta una alternativa importante para mantener la productividad de este recurso (Icochea, 2008).

La implementación de la tecnología de cultivo de *C. chamissoi* en otras latitudes como en Chile es factible (Colque, 2017), constituyendo una alternativa en la recuperación de praderas naturales de macroalgas y promoviendo la diversificación de la actividad acuícola para realizar un manejo adecuado de su pesquería; tecnología que incluye cultivos de propagación por esporulación y vía vegetativa. Se destacan experiencias con mejores resultados mediante propagación vegetativa por discos de fijación secundaria en sustrato natural (valvas de moluscos lamelibranquios) (Saez. et al, 2008).

Mediante la aplicación del sistema de podas del “yuyo” *C. chamissoi* en tres diferentes niveles a partir del disco basal con talo hacia la parte apical de la fronda se espera observar el crecimiento diferencial del alga, siendo la finalidad determinar la poda óptima de crecimiento continuo en el menor tiempo para su comercialización y consumo humano (propio).

Formulación del problema

Problema general:

¿Cuál es el sistema de corte que determina la mejor velocidad de crecimiento en el “yuyo” *C. chamissoi* en la Poza la Arenilla?

Problemas específicos:

¿Cuál es la velocidad de crecimiento en el “yuyo” *C. chamissoi* en el corte a 0,1cm?

¿Cuál es la velocidad de crecimiento en el “yuyo” *C. chamissoi* en el corte a 2 cm?

¿Cuál es la velocidad de crecimiento en el “yuyo” *C. chamissoi* en el corte a 4 cm?

1.2. Antecedentes

C. chamissoi, comúnmente conocido como yuyo en el Perú. Es un alga perteneciente a la familia Gigartinaceae (Bulboa et al., 2006) distribuida en las costas de Perú y Chile (Hoffmann y Bernabé, 1997) además, mediante análisis moleculares, se encontró que esta alga también se encuentra en Corea, Japón y Francia (Yang et al., 2015) <https://doi.org/10.1515/bot-2015-0011>. Tiene un gran interés comercial en el Perú, debido a la alta demanda para el consumo humano directo (Sáez et al., 2008) y materia prima para la obtención de ficocoloide como el carragenano (Arbaiza et al., 2019)

Las algas han sido utilizadas durante cientos de años principalmente como alimento, pero también como medicinas populares, para consumo animal y como fertilizantes agrícolas (Chapman y Chapman, 1980).

Acleto (1986) describe dos métodos de cosecha para la extracción del alga *C. chamissoi*, el primero llamado arrancado manual que consiste en extraer los ejes de mayor longitud, debido a la fragilidad y suavidad del talo, permaneciendo íntegros los ejes más cortos y las partes basales de los ejes arrancados a partir de los cuales se van a desarrollar nuevos ejes. Este método es el más adecuado y recomendable debido a que se va a contribuir a la supervivencia de la especie en el tiempo. El otro método es el comercial o de corte no fue el más efectivo respecto al volumen de colecta y al tiempo para su realización.

Acleto (1986) señala para *C. chamissoi* que las ramas inferiores dejadas en cortes realizados a 1 y 2 cm del disco basal, cicatrizaron no regeneraron, sino, que las ramas inferiores en las porciones dejadas se convierten en ejes de crecimiento muy activos, alcanzando de 7 a 15 cm de longitud en 2 meses.

Las praderas de “cochayuyo” o “yuyo” *C. chamissoi*, se distribuyen desde Paita en Perú (5°04' S, 81°05' W), hasta Chiloé en Chile (42°40' S, 73°55' W) y es considerada como una de las algas rojas más utilizadas en la dieta alimenticia desde la época pre inca tanto en la costa como en la sierra de nuestro país (Acleto, 1988)

Así mismo, *C. chamissoi* tiene estrategias reproductivas que permiten su mantenimiento en praderas naturales tales como la producción de esporas (carpósporas y tetrásporas), la capacidad de re adhesión a un sustrato de talos o frondas fragmentadas que se encuentran a la deriva y la formación de un sistema basal crustoso permanente sobre el sustrato que tiene la capacidad de brotar innumerables veces generando nuevas frondas. Estas estrategias permiten el mantenimiento de plantas fértiles de todas las fases de su ciclo de vida durante todas las estaciones del año (Acleto, 1988).

Gonzales (1996) mediante la propagación vegetativa y el cultivo de campo a nivel experimental desarrollo en la fase de crecimiento, bajo condiciones de laboratorio. En los últimos 15 años, la investigación y el uso de algas marinas en Chile ha entrado en una fase caracterizado por el desarrollo de una capacidad industrial para producir y procesar algas, una capacidad científica para estudiar las algas marinas y una relación más estrecha pero aún débil entre los científicos y la industria (Santelices, 1996).

Sin embargo, diversos autores han determinado un comportamiento estacional de *C. chamissoi* de sus praderas naturales, con una menor biomasa en condiciones de baja de temperatura (invierno) y mayores densidades con un aumento de la temperatura (en primavera e inicios del verano) (Riofrío, 2003). Así mismo, algunos autores señalan la existencia de una proporción mayoritaria de individuos gametofíticos en sus praderas naturales a lo largo de todo el año (González y Meneses, 1996) o con una anomalía térmica positiva (Riofrío, 2003) y/o en la estación de mayor temperatura (Silva, 2020). Por otro lado,

otros autores señalan la predominancia de la fase tetrasporofítica sobre la gametofítica a lo largo de todo el año (Acleto, 1988) o bajo una anomalía térmica negativa (Riofrío, 2003).

Según estudios realizados en cuanto a propagación vegetativa y reclutamiento basado en esporas; los resultados evidenciaron que ambas técnicas contribuyeron en el mantenimiento de la biomasa de *C. chamissoi*; la fijación de frondas mantuvo una importante producción de las praderas durante el período de máxima biomasa acumulada, mientras que la técnica basada en el reclutamiento de esporas podría ser un importante mecanismo de la regeneración estacional de la biomasa en las praderas de *C. chamissoi*, por lo tanto, según las necesidades, se pueden aplicar distintas técnicas de acuerdo al tipo de actividad que se pretende realizar (Macchiavello, 2003)

El grosor de la capa limítrofe, puede perturbar el ingreso de nutrientes a través de la membrana celular y disolverse en la capa lipídica. Algas que se encuentran en ambientes de gran movimiento y que posean una capa limítrofe más delgada, les facilitaría la incorporación de los iones. Por el contrario, si el ambiente es calmo, la capa limítrofe en las algas dificultaría el ingreso de iones (Lobban y Harrison, 1994; (Macchiavello et al, Vegetative propagation and spore-based recruitment in the carrageenophyte *Chondracanthus chamissoi* (Gigartinales, Rhodophyta) in northern Chile, 2006)

Se realizaron experimentos de *C. chamissoi* con individuos gametofitos femeninos y talos esporofíticos los cuales fueron insertados en una cuerda de polipropileno de 7 mm. Las cuerdas inoculadas se colocaron entre 1,3–5 m de profundidad en dos bahías en el norte de Chile. Las frondas se adaptaron bien al cultivo y se logró un crecimiento en todas las profundidades de prueba, aunque el mayor aumento de la biomasa se observó a una profundidad de 1m. En un ciclo anual, los mayores incrementos de la biomasa se observaron

en los meses de otoño e invierno en comparación con la primavera y el verano (Bulboa y Macchiavello, 2005).

C. chamissoi “yuyo”, esta especie es altamente apreciada como alimento natural en países asiáticos, alcanzando buenos precios internacionales. Sin embargo, este mercado demanda un producto de alta calidad, el cual difícilmente puede ser obtenido a partir de poblaciones naturales; por lo que Bulboa et al. (2005) mostraron que es técnicamente cultivar esta especie a partir de talos dispuestos en cuerdas en dos bahías del norte de Chile y se compararon el desarrollo de talos reproductivos y vegetativos; obteniendo los mejores resultados en bahía Calderilla con talos vegetativos. En sus resultados después de 30 días de cultivo, la biomasa máxima acumulada fue de 44 ± 10 , 28 ± 8 y 21 ± 3 g m⁻¹ en talos vegetativos, cistocárpicos y tetraspóricos, respectivamente. En Calderilla, la biomasa máxima acumulada se obtuvo a los 60 días de cultivo, la biomasa registrada por los talos vegetativos (93 ± 23 g m⁻¹) fue significativamente mayor ($P < 0,05$) que el tetraspóricas (54 ± 9 g m⁻¹) y el cistocárpicas (49 ± 13 g m⁻¹). (Bulboa y Macchiavello, 2006).

En el caso de la turbidez, deshidratación y la trasplantación, pueden afectar en diferente medida, una alta turbidez en los estanques impediría que la luz solar penetre la columna de agua, afectando la fotosíntesis y restringiendo el crecimiento de las algas (Marinho-Soriano et al., 2009). En cambio, la deshidratación podría relacionarse con la pérdida de biomasa como el caso de *Ulva reticulata* que puede mostrar pérdida en la biomasa húmeda de la especie por efecto de la deshidratación (Msuya y Neori, 2002 en Oliveira et al, 2012). Con respecto al trasplante de algas de un ambiente a otro, Como et al. (1993) y (Macchiavello et al, Vegetative propagation and spore-based recruitment in the carrageenophyte *Chondracanthus chamissoi* (Gigartinales, Rhodophyta) in northern Chile, 2006) menciona que el trasplante de algas puede modificar su metabolismo y morfología, lo que puede alterar sus tasas de crecimiento y de absorción de nutrientes.

Icochea (2008) en su trabajo de tesis en el litoral marino de Huanchaco la Región Libertad reporta que la biomasa algal fue abundante en los meses de verano y primavera.

Icochea (2008) reporta que los depredadores de *C. chamissoi* están representados por *Tetrapigus niger* “erizo negro”, *Tegula atra* “caracol negro”, *Acantapleura echinata* “chitón” y por recolectores humanos, siendo mayor la incidencia de *Tegula atra* que *Tetrapigus niger*.

El cultivo de algas directamente en el mar, sólo puede llevarse a cabo con especies que se desarrollan mediante propagación vegetativa, realizándose una fragmentación manual o mecánica y una resiembra de los fragmentos (Buschmann *et al.*, 2008).

La ubicación de las algas en la columna de agua se puede considerar importante debido a que pequeñas variaciones en la profundidad pueden marcar una diferencia relativa en el crecimiento de las algas. Se ha registrado que algas ubicadas en la superficie con luz directa pueden ganar menos biomasa en comparación con algas ubicadas más profundas, esto puede ser debido a la deshidratación y el exceso de luz. La profundidad en ambientes eutróficos es un factor relevante en la productividad de las algas (Oliveira *et al.*, 2012).

En 2013 en Chile en Taltal Antofagasta se realizó cultivo suspendido de *Chicorea de mar C. chamissoi* en línea de cultivo tipo long line.

Las pruebas experimentales en el cultivo de *Chicorea de Mar*, usando diferentes estrategias reproductivas, han dado resultados prometedores que hacen factible en un futuro no lejano poder desarrollar en forma intensiva y comercial el cultivo de esta especie. En esta última contribución, a su domesticación, hemos podido probar un sustrato artificial nuevo (malla hortofrutícola) que junto con retener eficientemente los fragmentos inoculados y permitir su posterior crecimiento, proporciona un sustrato para la fijación de nuevos discos de adhesión, permitiendo la formación de nuevos individuos sobre el mismo sustrato (Macchiavello, 2013).

El sistema en el que fueron dispuestos los sustratos, ocupando la columna de agua, permite además proyectar sistemas de cultivos intensivos. El paso siguiente, y generalmente el más complejo, es lograr producir en estos sistemas plantas con iguales o mejores características que las que se producen en bancos naturales, haciéndolo intensivo en términos de espacio y extensivo en términos de su productividad a lo largo del año, dominando este último paso podríamos decir que *Chicorea de mar* es una especie domesticada y factible de cultivar a escala comercial (Macchiavello, 2013).

Experimentaron con *C. chamissoi* en un sistema de cultivo, tipo propagación vía vegetativa y no vía esporulación de la macroalga, porque en el segundo tipo de cultivo vía esporulación, se generan problemas por la competencia de sustrato entre las esporas y las diatomeas; esto no sucede en un cultivo de propagación vía vegetativa, que por las diferencias de tamaño este tipo de cultivo ganan a las diatomeas (Barrientos y Otaiza, 2014).

Según Koste (2017) la tasa de crecimiento que alcanzó *C. chamissoi* fue de $-3,4 \pm 2,1$ % día⁻¹. Estuvo afectada negativamente por la dilución de la salinidad en los puntos de medición por las lluvias, bajas temperaturas, alta irradiación lumínica y sedimentación de las partículas menores a 80 μ , factores que influenciaron la pérdida de biomasa de algas.

(Vidal y O'Ryan, 2015) sostienen que hay dos formas de producir *Chicorea de Mar*: una es por esporocultivo y otra por fragmentación. El esporocultivo se trata de la clásica reproducción sexual e implica la habilitación de un hatchery bajo las condiciones especiales para lograr la inseminación artificial. Con este sistema todavía hay grandes mortandades de la especie, como también una elevada tasa de fecundación, en todo caso se trata de instalaciones simples (Vidal y O'Ryan, 2015). Sin embargo, las experiencias realizadas por los grupos de investigación han resultado en un crecimiento del alga lento, de alrededor de seis meses. En otra aproximación, Cristián Sepúlveda, Biólogo Marino y profesor de la Universidad Católica del Norte, quien es parte del equipo de investigación de esa universidad señaló en una

entrevista que: Por dicho motivo nosotros omitimos el esporocultivo y optamos por la fragmentación, procedimiento que implica fragmentar el alga. Una vez fragmentada, pasamos al Hatchery, compuesto por un sistema de agua de mar filtrada, aireación y estanques de fibra que permite que las plantas cicatricen, se fortalezcan y crezcan. El resultado de todo ello es que en tan sólo 40 días obtuvimos sustratos (conchas de ostión y mallas propias de faenas de pesca), con Chicorias de Mar habilitadas para su engorda en el océano.

C. chamissoi puede crecer en sustratos duros como rocas, conchas de molusco y ocasionalmente en peñas de piure, aunque varios estudios demuestran que puede crecer en otros tipos de sustrato, como cuerdas de propileno, plástico, vidrio y cerámicos (Otaiza, 2015). Las láminas de *C. chamissoi* abundan en sustratos bien iluminados, pero el exceso de luz podría afectarlas. En relación a la temperatura, se ha indicado que el crecimiento de láminas en laboratorio es menor a 10 °C que a 15 °C o 20 °C. En cuanto al flujo de agua, estas se ubican en áreas de amplio rango de flujo de agua (Otaiza, 2015).

Según estadísticas de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), en el 2012 se recogieron 23,8 millones de toneladas (peso húmedo) de algas procedentes de la acuicultura en 33 países. Mientras que la producción de poblaciones naturales fue 1,1 millón de toneladas (Peña y Alvarez, 2005). Las principales macroalgas que se cultivan a nivel mundial son. *Kappaphycus alvarezii* y *Eucheuma spp*, *Laminaria japónica*, *Gracilaria spp*. *Undaria pinnatifida* *Porphyra spp* y *Sargassum fusiforme* (FAO, 2016).

El cultivo de algas rojas como *C. chamissoi* viene siendo cultivada de manera piloto en el litoral de la provincia de Ilo, el cual es ejecutada por la OSPA alguera Las Brisas aplicando la modalidad piloto en el desarrollo de tecnología de cultivo. Se utilizaron sustrato artificial para el cultivo como la malla hortofrutícola que fue importada del país de Chile, donde se realiza el desarrollo del cultivo de *C. chamissoi* (Brisas, 2018).

Por otro lado, diversos factores abióticos (temperatura, luz, irradiancia, pH, disponibilidad de nutrientes, sustrato, etc.) y bióticos (competencia, depredación, factores intrínsecos del individuo, etc.) pueden afectar el crecimiento y desarrollo de *C. chamissoi* en su medio natural (Arbaiza et al., 2019).

A nivel nacional existen experiencias desarrolladas recientemente sobre el cultivo de *C. chamissoi*: la primera realizada en Marcona, donde obtuvieron algas de 23 cm luego de 5 meses de cultivo en sustrato artificial en sistema de cultivo de fondo en el mar por parte de la empresa ACUISUR. S.A.C.; la segunda realizada en Paijan con el proyecto experimental “Fijación de carposporas y formación de discos de fijación secundaria de *C. chamissoi*, “yuyo”, Paiján, Perú, en condiciones semi controladas de laboratorio con resultados en el crecimiento y desarrollo de *C. chamissoi* en un cultivo vía carposporas más uniforme, constante y lento en comparación al cultivo vía propagación vegetativa; sin embargo, en este último tratamiento se alcanzaron tallas superiores al cultivo vía espora por lo que es relevante enfocar el cultivo a través de la propagación vegetativa considerando su facilidad de manejo durante la adhesión de discos de fijación secundaria (DFS) (Arbaiza et al, 2019)

Según Katherine Silva en su artículo menciona que “Chicorea de mar” *C. Chamissoi* habita la zona intermareal baja y submareal llegando hasta 15 m. de profundidad en bahías protegidas del oleaje y alcanza tamaño variable pudiendo llegar hasta los 50 cm. de longitud. Estas plantas se distribuyen en el inter mareal inferior y submareal superior, adheridas al sustrato rocoso, conchas de bivalvos y otros moluscos. Crece tanto en regiones expuestas al oleaje como protegidas. Esta especie es endémica de la costa del Pacífico Templado Sudamericano, distribuyéndose desde Piura, en el norte del Perú, hasta Chiloé, al sur de Chile (Silva, 2020).

(Carranza, 2020) en su tesis para otra el título profesional de biología pesquera determinó la tasa de crecimiento de *C. chamissoi* a partir de diferentes tipos de cortes en el balneario de Huanchaco -Trujillo donde tomó dos tipos de cortes para cada alga (0 y 2 cm) durante tres tiempos. Donde colectó piedras con ejemplares de algas del medio natural, dando los resultados de que el corte a 0 cm con valores promedios de 0,47 a 2,73 cm presentó la tasa de crecimiento más alta y consideró que el corte ideal para el manejo de las praderas de Huanchaco debería ser considerado a nivel del disco de fijación durante los meses de mayor productividad en primavera, sin embargo, durante los meses avanzados de verano el corte de cada planta debería realizarse a 2 cm.

La mayoría de los estudios enfocados en conocer la biología poblacional de *C. chamissoi* (e. g. crecimiento, reproducción) han sido realizados en ambientes controlados o en laboratorio (Bulboa et al., 2008); Avila et al., 2010; Zapata-Rojaset al., 2020). Es necesario complementar estos resultados con trabajos experimentales realizados en ambiente natural (Macchiavello, et al., 2017; Pariona y Kodaka, 2020).

La actividad extractiva algal 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).

(Acero, 2021) en su tesis de investigación en el litoral marino de la provincia de Ilo -Moquegua en relación al crecimiento utilizó sistemas long line a diferentes profundidades TA=1m, TB=4 m y TC=7m y encontró que el TA fue de 5,20 cm; TB, 2,49 cm y TC, 2,37 cm

lo que nos demuestra que, existen diferencias significativas entre los tratamientos ya que, el tratamiento A presentó mejor crecimiento respecto al tratamiento B y C.

1.3. Objetivos

- Objetivo General:

Determinar el sistema de corte que determina la mejor velocidad de crecimiento en el “yuyo” *C. chamissoi* en la Poza Arenilla

- Objetivos Específicos:

Determinar la velocidad de crecimiento en el “yuyo” *C. chamissoi*. en el corte a 0,1 cm.

Determinar la velocidad de crecimiento en el “yuyo” *C. chamissoi* en el corte a 2 cm.

Determinar la velocidad de crecimiento en el “yuyo” *C. chamissoi* en el corte a 4 cm.

1.4. Justificación

Hasta la fecha no se han realizado estudios de cultivos de fondo de *Chondracanthus chamissoi* en la poza la Arenilla de la Punta-Callao.

El cultivo resulta una alternativa importante para mantener la productividad de este recurso garantizando de esa forma la disminución de la presión extractiva y favoreciendo el desarrollo de actividades sostenibles a nivel local (Icochea, 2008).

La implementación de la tecnología de cultivo de *C. chamissoi* en otras latitudes como en Chile es factible, constituyendo una alternativa en la recuperación de praderas naturales de macroalgas y promoviendo la diversificación de la actividad acuícola para realizar un manejo

adecuado de su pesquería; tecnología que incluye cultivos de propagación por esporulación y vía vegetativa (Colque, 2017). Se destacan experiencias con mejores resultados mediante propagación vegetativa por discos de fijación secundaria en sustrato natural (valvas de moluscos lamelibranquios) (Saez et al., 2008).

La tecnología de cultivo por propagación vegetativa de *C. Chamissoi* en la Bahía de Paracas se ha obtenido altos rendimientos de 450 a 600 gramos/metro lineal al mes de cultivo, también se impulsó la siembra en el mar obteniendo 2,5 toneladas de “yuyo” /ha evidenciándose la productividad del cultivo (Ministerio de la Producción, 2018)

Se destacan experiencias con mejores resultados mediante propagación vegetativa por discos de fijación secundaria en sustrato natural (valvas de moluscos lamelibranquios) (Saez et al., 2008).

Este proyecto es importante ya que mediante la comprobación del corte más adecuado para el mejor crecimiento vegetativo algal se podría mantener la sostenibilidad de las praderas de *C. chamissoi*, sugiriendo a los extractores realizar mejor su corte extractivo; como también comprobar que la zona es la adecuada para futuros empresas dedicadas a la Acuicultura.

Arbaiza (2019) menciona que La actividad extractiva de *C. chamissoi* en la bahía de Pisco se produce durante todo el año, siendo principalmente la temporada de mayor abundancia desde finales de setiembre hasta finales de marzo (primavera y verano). Sin embargo, en los últimos años, su explotación se ha incrementado indiscriminadamente en la bahía, ocasionando su disminución.

Según (Quispe y Vasquez, 2020) concluyen que el negocio de *C. chamissoi* es rentable y aceptable ante cualquier inversionista.

1.5. Hipótesis

El corte a nivel del disco basal tiene un efecto en la velocidad de crecimiento del “yuyo” *Chondracanthus chamissoi* en la Posa la Arenilla

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Bases teóricas

Distribución geográfica

Según (Ramirez y Santelices, 1991), *C. chamissoi* es una macroalga que se distribuye desde Paita, Perú (5°04' S, 81°05' W), hasta Chiloé, Chile (42°40' S, 73°55' W). Asimismo, (Yang et al , 2015), reportó que esta alga se encuentra en países como Corea, Japón y Francia.

Clasificación Taxonomía

Taxonomía

División: Rhodophyta (alga roja).

Clase: Rhodophyceae

Subclase: Florideophycideae

Orden: Gigartinales Familia: Gigartinaceae

Género: *Chondracanthus* Kützing

Especie: *Chondracanthus chamissoi* (J. Agardh) Kützing ,1843

Nombre vulgar: “yuyo”, “mococho” “chicoria de mar” (Chile).

Sinonimia:

Gigartina chamissoi (C. Ag.) J. Agardh

Gigartina lessonii (Bory) J. Agardh (1851)

Gigartina chauvinii (Bory) J. Agardh (1842)

Sphaerococcus chauvinii Bory (1828)

Sphaerococcus chamissoi C. Agardh (1820),

Hábitat

Según y (Calderón et al, 2010) (Arakaki et al, 2018), nos menciona que *C. chamissoi* es una macroalga que habita la zona del intermareal inferior y submareal superior del medio marino, donde existe el sustrato rocoso o calcáreo y que está expuesta al oleaje, así como también en áreas protegidas.

Morfología

Según Arbaiza et al. (2021), *C. chamissoi* es un alga con talo de morfología variable, de color rojo purpúreo que varía hasta el verde oscuro, pudiendo presentar iridiscencia. Asimismo, estos autores mencionan que es un alga de consistencia membranácea-cartilaginosa y puede medir hasta 50 cm de longitud. Del mismo modo Otaiza y Cáceres (2015) mencionan que esta macroalga tiene ramificaciones del tipo lateral, de forma semejante al eje principal y en donde los extremos se denominan ápices.

Fases morfológicas

(*Chondracanthus chamissoi*), es una especie con ciclo vital trifásico e isomórfico. Las plantas sexuales femeninas o cistocárpicas y masculinas, así como las asexuales o tetraspóricas, son morfológicamente semejantes y al mismo tiempo fáciles de ser diferenciados, aun mostrando tamaño y coloración diferente (Bulboa y Macchiavello, 2006).

Reproducción

Las plantas femeninas o cistocárpicas contienen los cistocarpos, globosos, prominentes y localizados más o menos en forma apretada en los márgenes del eje principal o de las ramas secundarias y en menor cantidad sobre la superficie de los talos (Bulboa y Macchiavello, 2006). Los masos de carposporas están protegidos por el pericarpo grueso, diferenciado a partir de las células vegetativas que las rodean. Los cistocarpos maduros muestran el pericarpo rasgado, como consecuencia de la liberación de carposporas (Acleto, 1986). Las plantas masculinas son igualmente pequeñas o grandes, tienen como carácter

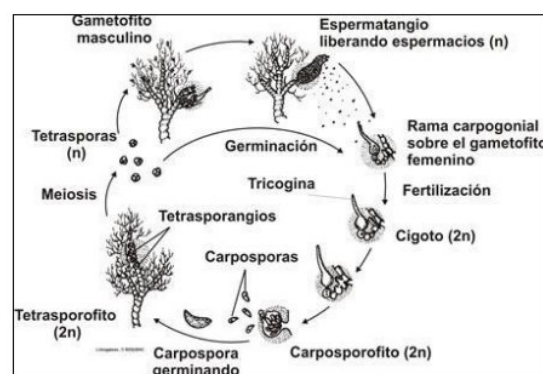
morfológico los extremos del eje principal y de las ramas notoriamente puntiagudas y libres de ramificación hasta cierta distancia. Los espermacios se observan en secciones transversales de los ejes y ramas, como células terminales (Acleto, 1986). Las plantas tetraspóricas se diferencian de las sexuales solo por la presencia de los soros tetrasporangiales, visibles como almohadillas de color marrón rojizo, localizados en los bordes superiores del eje principal y de las ramas o en la base o axilas de las ramitas cortas presentes en toda la longitud de la planta. En algunos casos, se ha observado que los ejemplares tetraspóricos presentan ramas hinchadas irregularmente, semejjando a las plantas cistocárpicas; en estos, los soros tetrasporangiales se reconocen con cierta dificultad y con mayor calidad en los bordes de las ramas cortas (Acleto, 1986).

Ciclo de vida

Según (Purizaca, 2022), posee un ciclo de vida con alternancia isomórfica de generaciones. Los espermacios del gametofito masculino son transportados por el agua al gametofito femenino, donde se produce la fecundación de la célula huevo (Ver figura 1). Este cigoto formado va a originar la fase carposporofítica del carposporangio de esta fase se originan las carpósporas $2n$, que al fusionarse originan la fase tetrasporofítica $2n$ (Herrera, 2005)

Figura 1

Ciclo de vida de Chondracanthus chamissoi



Fuente:ACLETO, (1986).

Composición química de *C. chamissoi*

En la tabla 1 se observa la composición química proximal de *C. chamissoi*

Tabla 1

Composición proximal (mg/100 g de alga seca) de C. chamissoi

Componente	Cantidad (%)
Proteínas (N*6,25)	10,6 ± 0,0
Lípidos	0,5 ± 0,1
Cenizas	12,5 ± 0,6
ENN	76,4 ± 0,5
Calorías (Kcal/100 g)	352,5

Fuente: Ortiz (2011)

Condiciones generales de cultivo

Por otro lado, diversos factores abióticos (temperatura, luz, irradiancia, pH, disponibilidad de nutrientes, sustrato, etc.) y bióticos (competencia, depredación, factores intrínsecos del individuo, etc.) pueden afectar el crecimiento y desarrollo de *C. chamissoi* en su medio natural (Arbaiza et al., 2019).

Asímismo, *C. chamissoi* tiene estrategias reproductivas que permiten su mantenimiento en praderas naturales tales como la producción de esporas (carpósporas y tetrásporas), la capacidad de readhesión a un sustrato de talos o frondas fragmentadas que se encuentran a la deriva y la formación de un sistema basal crustoso permanente sobre el sustrato que tiene la capacidad de brotar innumerables veces generando nuevas frondas. Estas

estrategias permiten el mantenimiento de plantas fértiles de todas las fases de su ciclo de vida durante todas las estaciones del año (Acleto, 1988).

Sin embargo, diversos autores han determinado un comportamiento estacional de *C. chamissoi* de sus praderas naturales, con una menor biomasa en condiciones de baja de temperatura (invierno) y mayores densidades con un aumento de la temperatura (en primavera e inicios del verano) (Riofrío, 2003). Así mismo, algunos autores señalan la existencia de una proporción mayoritaria de individuos gametofíticos en sus praderas naturales a lo largo de todo el año (González y Meneses, 1996) o con una anomalía térmica positiva (Riofrío, 2003) y/o en la estación de mayor temperatura (Silva, 2020). Por otro lado, otros autores señalan la predominancia de la fase tetrasporofítica sobre la gametofítica a lo largo de todo el año (Acleto, 1988) o bajo una anomalía térmica negativa (Riofrío, 2003).

Luz: Fotoperiodo e Irradiancia

Las macroalgas son organismos fotosintéticos por lo tanto necesitan una fuente continua de luz que en el medio natural es el Sol.

Etapas de esporulación y asentamiento de *Chondracanthus chamissoi* requieren de un fotoperiodo de días cortos (8 horas luz y 16 horas oscuridad) o fotoperiodo neutro (12 horas luz y 12 horas oscuridad), con un bajo nivel de irradiancia: de 30 a 40 $\mu\text{mol fotones}\cdot\text{m}^{-2}\text{ s}^{-1}$. Sin embargo, la etapa de incubación requiere un fotoperiodo de días largos (16 horas luz y 8 horas oscuridad) con un nivel de irradiancia medio de 40 a 60 $\mu\text{mol fotones}\cdot\text{m}^{-2}\text{ s}^{-1}$.

Para controlar la intensidad luminosa o irradiancia se debe evaluar su valor utilizando un cuantómetro (preferiblemente) o mediante un fotómetro

Temperatura

En condiciones de cultivo, la temperatura es un parámetro importante dado que todas las macroalgas presentan un rango óptimo de temperatura para su crecimiento, reproducción y/o desarrollo. Por ejemplo, la fase conchocelis de *Porphyra spp.* crece a una temperatura de 15 ± 1 °C y forman sus estructuras reproductivas denominadas conchosporangios a unos 10 °C. La temperatura del agua de mar se mide a diario por medio de un termómetro.

Salinidad

La salinidad es una variable que mide la cantidad de sales que existen en el agua de mar; las cuales, tienen un efecto directo en la presión osmótica de las células de las macroalgas y en el movimiento activo de iones en su membrana. La mayoría de cultivos de macroalgas se desarrollan a una salinidad de 34 a 37 unidades prácticas de salinidad (ups). Esta variable puede ser determinada por medio de un refractómetro.

Agitación de medios de cultivo

El movimiento del agua en los cultivos en laboratorio es importante pues aumenta la absorción de nutrientes (mejora su difusión), el intercambio de gases en las algas (CO₂ del medio aéreo) y asegura una mejor distribución de la luz influyendo también en el asentamiento, fijación, supervivencia y germinación de las esporas.

Disponibilidad de nutrientes

Los nutrientes son el conjunto de elementos químicos inorgánicos (incluido las vitaminas) que cumplen roles esenciales en el metabolismo de las macroalgas. Tenemos los macronutrientes como el Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K) y los micronutrientes o elementos traza como el Hierro (Fe), Zinc (Zn), Magnesio (Mg), etc. los cuales son incorporados en los tejidos, estructuras celulares, enzimas, etc. El agua de mar natural

contiene muchos de estos nutrientes necesarios para el cultivo de algas marinas, sin embargo, la calidad y cantidad de nutrientes puede ser variable e insuficiente para el cultivo a grandes densidades. Así mismo, los principales nutrientes que limitan el crecimiento y desarrollo de las macroalgas en condiciones de cultivo son el nitrato y el fosfato debido a que se encuentran generalmente en concentraciones bajas en el agua de mar. Por ello es necesario añadir fertilizantes agrícolas al agua de mar para enriquecer el medio de cultivo.

Según la literatura, su plasticidad morfológica, se debe principalmente a la estación, hábitat y movimiento del agua, mientras que la variación en la coloración está relacionada con la intensidad luminosa (Acleto, 1998). Sin embargo, estudios recientes en algas han identificado que ciertas comunidades bacterianas u holobiotas están asociadas a la inducción de la morfogénesis y regulación de crecimiento por medio de diversos promotores de crecimiento y morfogénesis (AGMPF) que pueden actuar de manera análoga a las hormonas vegetales. (Ghaderiardakani et al, 2019)

Agua de mar

Según Harrison & Hurd (2001) se sabe que el agua de mar es muy rica en minerales y un sin fin de elementos (ver tablas 2 y 3) para distintos organismos acuáticos, pero a su vez, presentan una deficiencia para las macroalgas; los requisitos de nutrientes de las algas marinas, se pueden dividir en tres categorías: macronutrientes (N, P, C, etc.), micronutrientes o elementos traza (Fe, Zn, Cu, Mn, Mo, etc.) y vitaminas (B12, Tiamina y Biotina) citado (Harrison y Hurd, 2001). Así mismo, Alveal describe que los macronutrientes están relativamente altas en las algas y que son utilizados directa o indirectamente por las células, como por ejemplo el carbono, nitrógeno, azufre, hidrogeno, potasio y fosforo (Alveal, 1990).

Tabla 2

Concentración promedio de vitaminas (ng/l) en aguas del Océano Pacífico

Agua	Vitamina B12	Tiamina	Biotina
Costera	1,6	9	2,6
Pacifico Central	0,1	8	1,3

Fuente: Alveal (1990)

Tabla 3

Concentración de algunos elementos esenciales en agua de mar y en algas

Elemento	Concentración promedio en	Concentración en materia		Relación de concentración
		Promedio	Rango ($\mu\text{g/g}$)	
MACRONUTRIENTE				
H	105.00	49,500	22,000-72,000	$2,1 \times 10^0$
Mg	1.290	7,300	1,900-66,000	$1,8 \times 10^{-1}$
S	905	19,400	4,500-82,000	$4,7 \times 10^{-2}$
K	406	41,100	30,000-82,000	$1,0 \times 10^{-2}$
Ca	412	14,300	2,000-	$2,9 \times 10^{-2}$
C	27, 3 ^{a.b}	274,000	140,000-	$1,0 \times 10^{-4}$
N	0,488 ^{a.c}	23,000	500-65,000	$2,1 \times 10^{-5}$
P	0,068	2,800	300-12,000	$2,4 \times 10^{-5}$
MICRONUTRIENTE				
B	4,39	184	15-910	$2,4 \times 10^{-2}$
Zn	0,004 ^a	90	2-680	$4,4 \times 10^{-5}$
Fe	0,003 ^a	300	90-1,500	$1,0 \times 10^{-5}$
Cu	0,002 ^a	15	0,6-80	$1,7 \times 10^{-4}$
Mn	0,001 ^a	50	4-240	$2,0 \times 10^{-5}$

Fuente: Alveal (1990)

a: Variación considerable ocurrida en el agua del mar

b: Carbón inorgánico disuelto

c: Nitrógeno combinado (orgánico e inorgánico disuelto)

Los nutrientes esenciales y no esenciales son acumulados en los tejidos de las algas, en concentraciones de hasta tres órdenes de magnitud, mayores que las encontradas en agua de mar; por ello, es muy importante asegurar los nutrientes necesarios, al menos en la etapa crítica que viene a ser de formación de estructuras de fijación (discos coalescentes), teniendo

en cuenta que además existen requerimientos particulares para cada grupo de algas; así, en estudios realizados para determinar los requerimientos de vitaminas en tres grupos de algas, Clorófitas, Feófitas y Rodófitas, indicaron que en el caso de las Rodófitas, las diez especies estudiadas necesitan vitamina B12 (Alveal, 1990).

Las algas presentan en sus células diversos tipos de pigmentos que les permiten adsorber la luz solar para su utilización en la fase fotosintética. Los pigmentos más importantes que encontramos son la clorofila, carotenos y ficobilinas; por ejemplo, las macroalgas rojas presentan clorofila a, ficobilinas (ficocianina y ficoeritrina) y Betacarotenos como se muestra en la tabla 4. (Alveal, 1990).

Tabla 4

Principales pigmentos presentes en las algas verdes, pardas y rojas

	Chlorophyceae	Phaeophyceae	Rhodophyceae
Clorofila a	+	+	+
Clorofila b	+	-	-
Clorofila c	-	+	-
Ficocianina	-	-	+
Ficoeritrina	-	-	+
Betacaroteno	+	+	+
Fucoxantina	-	+	-

Fuente: Alveal (1990)

Tabla 5

Parámetros físicos para de cultivo de C. chamissoi

Condiciones de cultivo		
Parámetro	Valor	Fuente
Flujo de agua (L/min)	4	Paez,2004
Rango de Temperatura(°C)	15-20	Avila et al.,2010
Densidad de cultivo(gr/m ²)	512-1108	Romo et al,2008

Salinidad(ppm)	25-33	Avila et al,2009
pH	6,5-7,0	Avila et al,2010
Iluminación (umol photon/m ² *s)	40-70	Paez,2006
Medio de cultivo Provasoli	10 ml/L	Piel,2013

Fuente: Koste (2017)

Vulnerabilidad a enfermedades de la especie

Ninguna especie es inmune a la aparición de enfermedades, patologías, así como a la infestación por parásitos y epífitos. Además, las condiciones de cultivo juegan en contra, ya que son un medio óptimo de crecimiento de patógenos. Por ello, se tiende a buscar especies que, o bien, sean “más resistentes” a determinadas patologías en todas sus fases de crecimiento, o bien tengan un crecimiento tan rápido que no permitan el desarrollo de plagas.

Cultivo a partir de esporas

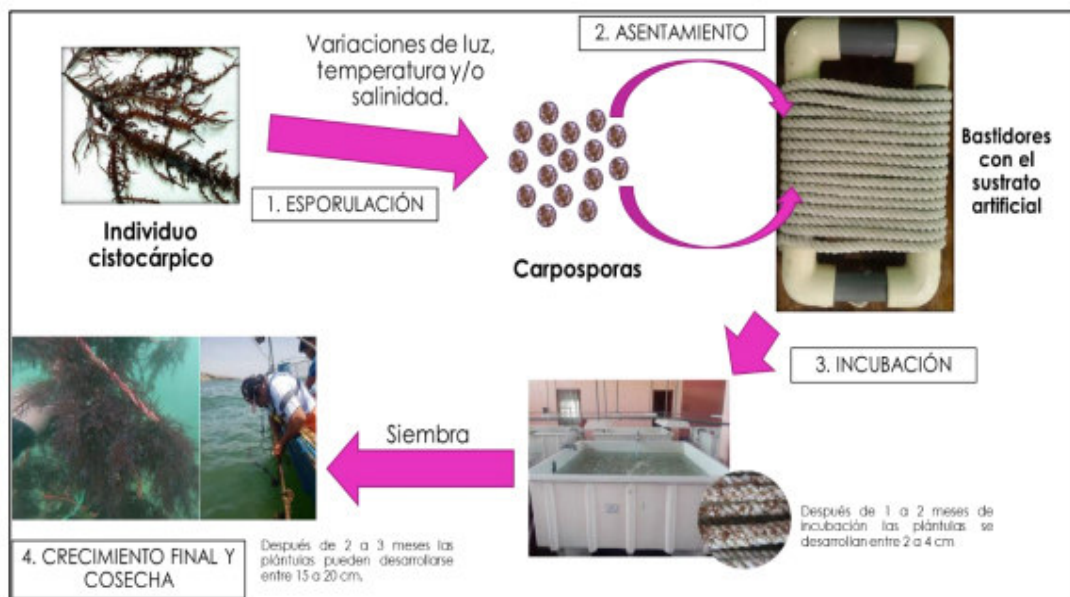
El cultivo a partir de esporas o esporocultivo consiste en permitir que las esporas (tetrásporas o carpósporas), análogas a las semillas usadas para el cultivo de plantas terrestres, sean “sembradas” sobre un sustrato ya sea natural (piedras, valvas, etc.) o artificial (cuerdas, redes, etc.) para posteriormente ser trasladado a las áreas de cultivo en el mar para su crecimiento y su final cosecha. Se suelen utilizar principalmente sustratos artificiales debido a su practicidad y rendimiento (brindan mayor área para el crecimiento de “yuyo” y son fáciles para la instalación de los sistemas de cultivo en mar).

Esta metodología tiene la ventaja de utilizar una baja cantidad de biomasa reproductiva para iniciar el cultivo (5 a 10 Kg de “yuyo” fértil). Además, se puede obtener un cultivo homogéneo (debido a que proviene de un mismo tipo de esporas) y diferenciado (se puede cultivar determinada fase en función a los requerimientos del mercado). Estas características permiten diferenciar líneas de producción y/o cepas de una determinada producción lo cual puede ser muy importante para un mercado competitivo y selectivo. Sin embargo, esta metodología requiere mayores capacidades técnicas para desarrollar cultivos uni algales en las fases iniciales microscópicas (esporulación, asentamiento), mejor manejo y

control de los equipos y sistemas de cultivo en laboratorio (manipulación de microscopios, cámaras de conteo, sistemas de aireación, etc.). Debido a la necesidad de mantener cultivos unialgales en condiciones controladas para las fases iniciales de cultivo, la inversión en infraestructura suele ser mucho mayor. Por otro lado, este sistema de cultivo necesita una mayor cantidad de tiempo hasta la obtención de la primera cosecha (1 a 2 meses de incubación más 2 a 4 meses de crecimiento en mar) lo cual indudablemente puede aumentar los costos operativos (Figura 2)

Figura 2

Metodología de cultivo de “yuyo” mediante esporas



Fuente: Arbaiza (2019)

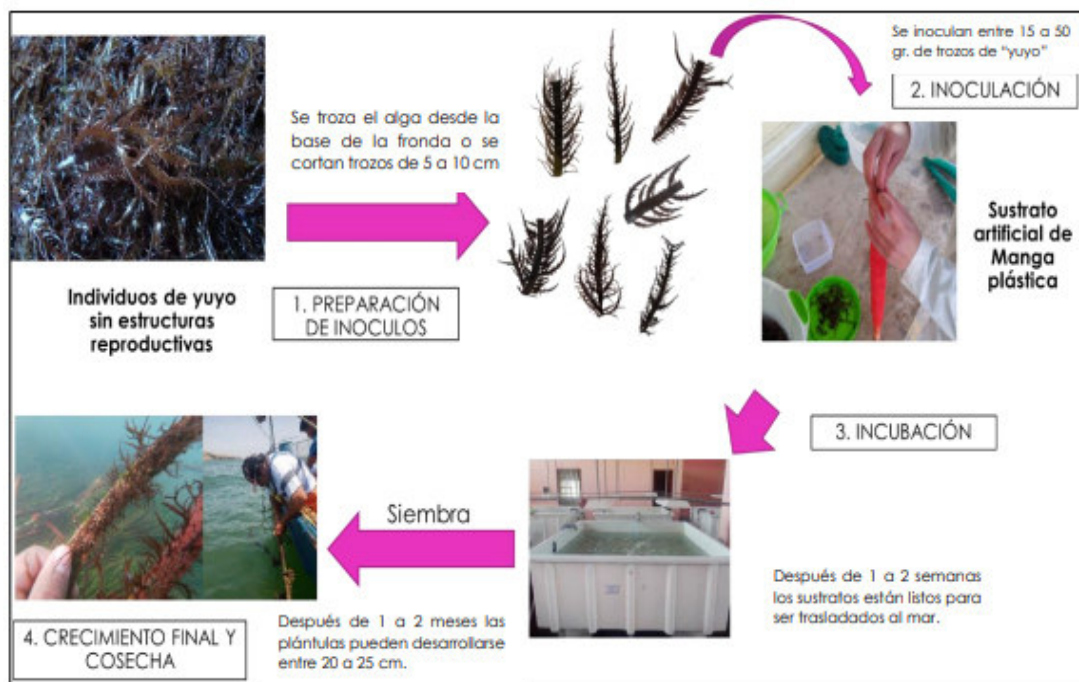
Cultivo por propagación vegetativa

Esta metodología de cultivo consiste en el aprovechamiento de la capacidad de propagación vegetativa que tiene el “yuyo” *C. chamissoi* de fijarse sobre un sustrato generando en los puntos de contacto entre el alga y el sustrato discos de fijación secundaria (DFS) los cuales tienen la capacidad de generar nuevos brotes independientes del alga “madre”. Posteriormente estos sustratos (valvas, cuerdas, etc.) con los DFS formados pueden ser trasladados al mar para su posterior crecimiento y desarrollo. (Figura 3)

La preferencia del disco basal de *C. Chamissoi* de adherirse a superficies rugosas podría deberse a una mayor protección, y por ende supervivencia, ante condiciones ambientales adversas (Fletcher y Callow 1992).

Figura 3

Metodología de cultivo de “yuyo” mediante propagación vegetativa



Fuente: Arbaiza (2019)

El cultivo por propagación vegetativa tiene la ventaja de poder realizarse a lo largo de todo el año dado que no depende de individuos con estructuras reproductivas. Es una metodología que no requiere mayores capacidades técnicas para desarrollar los cultivos, dado que no se desarrollan las fases microscópicas. Además, debido a que no existe la necesidad

de mantener cultivos unialgales en condiciones controladas para las fases iniciales de cultivo, la inversión en infraestructura suele ser mucho menor. Por ello, es una metodología sencilla y fácil de implementar, que no requiere mayores tiempos en condiciones semi-controladas antes de ser llevado al mar (2 a 3 semanas máximo). Sin embargo, esta metodología necesita una considerable cantidad de biomasa inicial para iniciar el cultivo (Se inoculan entre 20 a 60 gramos de “yuyo” por metro lineal de cultivo). Así mismo, a diferencia del cultivo homogéneo obtenido por el cultivo a partir de esporas, esta metodología genera cultivos heterogéneos dado que no se puede determinar con exactitud el estadio de los individuos que darán inicio al proceso (fase de ciclo de vida ni edad). Finalmente, una característica no menor de generar “clones”, es la disminución de la variabilidad genética lo que podría generar problemas adaptativos a condiciones cambiantes del medio.

Aspectos ecológicos de *C. chamissoi*

Las algas desempeñan un rol fundamental en la ecología de la poza al servir como refugio y hábitat normal de peces e invertebrados, así como en los procesos de reproducción y alimentación (Yamashiro. et al, 2016).

Las algas son especies marinas que desempeñan un importante rol y cumplen diferentes funciones en los océanos (Lotze, 2019). En primer lugar, proporcionan sustrato para diversos organismos colonizadores y una estructura de hábitat tridimensional para una amplia gama de plantas y animales (incluidas varias especies de importancia comercial) formando vínculos con estos organismos ya sea como fuente de alimento, zona de crianza, refugio y/o desove (Lotze, 2019). En segundo lugar, contribuyen a la captura y transferencia de energía incluyendo la producción primaria, secundaria y de detritos, así como el almacenamiento de carbono y el ciclo de nutrientes (Lotze, 2019)

C. chamissoi cumple un rol ecológico muy importante debido a que se relaciona activamente con una diversa comunidad de invertebrados entre los que se encuentran diversas especies de moluscos (caracoles, chitones y lapas), crustáceos (cangrejos), equinodermos (erizos) y peces (como zona de refugio, zona de desove y puesta) (Colonización de *Chondracanthus chamissoi* (Rhodophyta, Gigartinales) sobre sustratos calcáreos en Playa Mendieta 59 Reserva Nacional de Paracas, 2011)

Por otro lado, diversos factores abióticos (temperatura, luz, irradiancia, pH, disponibilidad de nutrientes, sustrato, etc.) y bióticos (competencia, depredación, factores intrínsecos del individuo, etc.) pueden afectar el crecimiento y desarrollo de *C. chamissoi* en su medio natural (Arbaiza et al., 2019).

Así mismo, *C. chamissoi* tiene estrategias reproductivas que permiten su mantenimiento en praderas naturales tales como la producción de esporas (carpósporas y tetrásporas), la capacidad de re adhesión a un sustrato de talos o frondas fragmentadas que se encuentran a la deriva y la formación de un sistema basal crustoso permanente sobre el sustrato que tiene la capacidad de brotar innumerables veces generando nuevas frondas. Estas estrategias permiten el mantenimiento de plantas fértiles de todas las fases de su ciclo de vida durante todas las estaciones del año (Acleto, 1988).

Sin embargo, diversos autores han determinado un comportamiento estacional de *C. chamissoi* de sus praderas naturales, con una menor biomasa en condiciones de baja de temperatura (invierno) y mayores densidades con un aumento de la temperatura (en primavera e inicios del verano) (Riofrío, 2003). Así mismo, algunos autores señalan la existencia de una proporción mayoritaria de individuos gametofíticos en sus praderas naturales a lo largo de todo el año (González y Meneses, 1996) o con una anomalía térmica positiva (Riofrío, 2003) y/o en la estación de mayor temperatura (Silva, 2020). Por otro lado,

otros autores señalan la predominancia de la fase tetrasporofítica sobre la gametofítica a lo largo de todo el año (Acleto, 1988) o bajo una anomalía térmica negativa (Riofrío, 2003).

Mecanismo de fijación por formación de discos secundarios

C. chamissoi al igual que otras algas rojas, tiene la capacidad de fijarse a un sustrato del tipo rocoso o calcáreo por la formación de discos secundarios. Estos discos de formación secundaria se producen cuando un fragmento o una rama lateral del alga se adhieren inicialmente al sustrato para luego forman los discos secundarios al contorno del sustrato (Otaiza, 2015)

Marco normativo y regulador

Inicialmente la regulación de los recursos hidrobiológicos de las macroalgas marinas estaba contemplada en el Decreto Supremo N°019-2009- PRODUCE que define el Reglamento de Ordenamiento Pesquero de las Macroalgas Marinas.

Dentro de las cosas importantes a destacar del mencionado decreto supremo, destaca en su artículo 4 sobre las principales especies objetivo de regulación pesquera las cuales son presentadas en la Tabla 6.

Tabla 6

Principales especies de macroalgas objetivo según decreto supremo N°019-2009-PRODUCE

Algas rojas	
<i>Chondracanthus chamissoi</i>	“yuyo”, gigantina. Cochayuyo
<i>Gracilariopsis lemaneiformis</i>	Pelillo
<i>Porphyra spp.</i>	Cochayuyo, luce
Algas pardas	

<i>Lesonnia nigrescens</i>	Aracanto, aracanto macho, negra, cabeza
<i>Lessonia Trabeculata</i>	Aracanto, palo, aracanto hembra
<i>Macrocystis integrifolia</i>	Sargazo, Boyador, Bolas
<i>Macrocystis pyrifera</i>	Sargazo
<hr/>	
Algas verdes	
<hr/>	
<i>Ulva spp.</i>	Alga verde, lechuga de mar.
<hr/>	

Fuente: PRODUCE (2009)

Por otro lado, y en lo que respecta a la investigación de las macroalgas, el documento normativo nos menciona en su artículo 5 respecto a ello (la investigación), nos dice que las instituciones principales en realizar investigación de estos recursos hidrobiológicos son las del IMARPE y del ITP. Asimismo, en el artículo 6° que trata **DE LA CONSERVACIÓN DE LOS RECURSOS Y PRESERVACION DEL MEDIO AMBIENTE**, es importante destacar los siguientes aspectos:

- La extracción o recolección de macroalgas marinas de su hábitat natural se realiza con o sin uso de embarcaciones pesqueras artesanales y, en ambos casos, debe existir predominio del trabajo manual.
- Los aparejos de uso permitidos para la remoción y/o siega de especímenes del medio natural (extracción) son instrumentos manuales como barretas, machetes, hoz, cuchillas y otros similares. Está prohibido el uso de sistemas mecanizados para la remoción y siega.
- El recojo o colecta debe ser exclusivamente manual, estando prohibido el uso de ganchos y otros accesorios similares, así como equipos mecanizados.

Por último y otras de las cosas importantes del mencionado decreto supremo, lo podemos destacar en su Artículo 7°.- DE LAS NORMAS DE ACCESO A LA ACTIVIDAD PESQUERA, en donde destacan los siguientes hechos:

- Que en la extracción o recolección de especímenes desde su hábitat natural (modalidad activa). Se debe emplear instrumentos de uso manual como barretas acondicionadas, cuchillas, hachas, hoz y otras similares y, de ser el caso, que cuando se realiza mediante buceo semiautónomo, con empleo de compresora y embarcaciones artesanales. Puede realizarse bajo las siguientes modalidades: a) remoción del rizoide de la macroalga y extracción de los especímenes completos y b) siega de la macroalga y extracción de la porción segada, dejando el rizoide.

Posteriormente el Decreto Supremo N°019- 2009-PRODUCE se ve modificado en 2016 por el Decreto Supremo N°007-2016- PRODUCE y entre las cosas importantes de dicha modificación están referidas a los artículos 7, 8 y 9.

REQUISITOS DE *C. Chamissoi* PARA CONSUMO HUMANO Y RELACIÓN CON EL CULTIVO

Los requisitos del producto para consumo humano, principalmente en Japón, pero también en Taiwán y Corea, son delicados de cumplir. Las algas deben ser de un tamaño entre 8 a 12 cm de longitud, con la condición de que no tengan estructuras reproductivas. Esta calidad puede lograrse de preferencia y en buena forma mediante su cultivo en cuerdas o en redes a partir de esporas.

Área de Investigación Poza La Arenilla; La Punta -Callao

La poza La Arenilla (12°04' S,77°09'W) es un embalse artificial de aguas litorales formado por la construcción de dos rompeolas que delimitan un área aproximada de 14 ha, con profundidades menores de 3 m, y es utilizada actualmente como centro recreativo de regatas y veraneo.

Mediante Acuerdo de Concejo N° 011/99-MDLP, publicado en el Diario Oficial El Peruano el 03 de junio de 1999, se declaró el área natural “Poza de La Arenilla”, como “Zona Reservada de Protección Municipal conforme al Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado.” Asimismo, en el Artículo Segundo se establece que “En el área natural “Poza de La Arenilla”, queda prohibida la ejecución de obras o la realización de todo tipo de actividades que no cuenten con la autorización previa del Concejo Distrital de La Punta”.

Artículo Primero. – EMÍTASE un pronunciamiento a favor de que la Poza de la Arenilla sea declarada como Área Natural Protegida, bajo la administración de la Municipalidad de La Punta, de acuerdo a la normativa nacional vigente. Asimismo, se realicen las coordinaciones necesarias con el Gobierno Regional del Callao e instancias superiores a fin de salvaguardar el Humedal Costero Poza la Arenilla; de conformidad con lo señalado en el Informe N° 026- 2020/MDLP/GSC/DMA de fecha 05 de marzo de 2020 emitido por la División de Medio Ambiente, el Informe N° 047-2020-MDLP/GDU de fecha 09 de junio de 2020 emitido por la Gerencia de Desarrollo Urbano y el Informe N° 101-2020-MDLP/OAJ de fecha 11 de junio de 2020 emitido por la Oficina de Asesoría Jurídica; y los fundamentos expuestos en la parte considerativa del presente Acuerdo de Concejo.

Análisis de agua de la Poza La arenilla

Fosfatos (PO₄)

La concentración de fosfatos en superficie osciló entre 1,54 y 3,49 ug-at/L en los sectores este y oeste de la poza; sin embargo, en la parte central se registraron valores ligeramente altos, entre 3,58 y 4,38 ug-at/L, debido probablemente a la gran cantidad de residuos orgánicos presentes.

Silicatos (SiO_3^-)

Las concentraciones de silicatos estuvieron comprendidas entre 5,11 y 34,12 ug-at/L. los más altos valores se observaron en el sector oeste de la poza, en las estaciones 21,25 y 29, y los menores hacia el sector Este, en las estaciones 9,10 y 12.

Nitratos (NO_3^-)

La distribución de los nitratos superficiales fue bastante homogénea en el área de trabajo y los valores fluctuaron entre 0,10 y 1,77 $\mu\text{g-at/L}$, a excepción de la estación 4 en la que se presentó un valor máximo de 3,01 $\mu\text{g-at/L}$.

Los rangos de nitratos fueron considerablemente más bajos de lo normal, lo cual se puede atribuir a la gran cantidad de algas presentes y a la poca profundidad de la poza.

Nitritos (NO_2^-)

Al igual que los nitratos, la concentración de nitritos superficiales fue baja con valores comprendidos entre 0,06 y 0,59 $\mu\text{g-at/L}$.

Concentraciones de hidrogeniones (pH)

Los valores de pH encontrados en la poza presentaron poca variación y estuvieron dentro de los rangos normales, entre 7,85 y 8,6 en superficie y 8,4 a media agua.

Sulfuros (SH_2^-)

Las concentraciones de sulfuros fluctuaron entre 0,05 y 0,16 $\mu\text{g-at/L}$ en superficie y 0,13 y 0,34 $\mu\text{g-at/L}$ a media agua.

Sólidos totales

Se registraron valores altos de sólidos totales en suspensión, entre 41,2 y 80,6 mg/L, los que podrían estar influenciados por la presencia de algas, plancton y microorganismos en general. (Tabla 8 y Figura 3).

Tabla 7

Valores de parámetros ambientales en muestras de agua superficial y de media agua. Poza La Arenilla, mayo-junio 1989

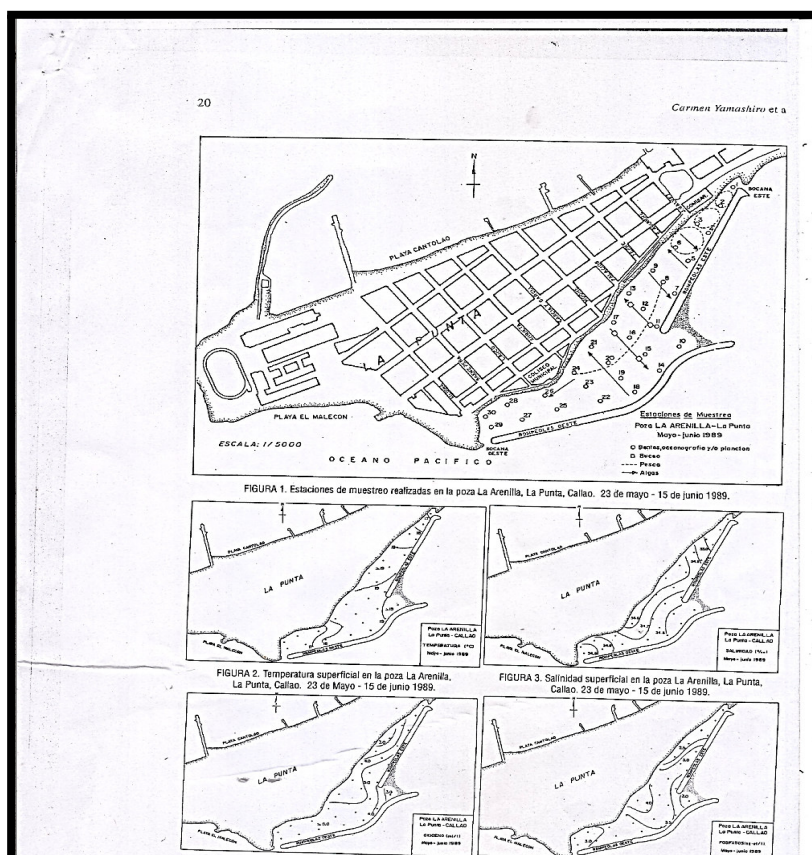
Est N°	Fecha	Hora	Temp °C	Salin %.	Oxig. ml / l	DBO fg-at/l	P ₀ ⁴⁻ fg-at/l	SiO ₃ ⁻ fg-at/l	NO ₃ ⁻ fg-at/l	NO ₂ ⁻ fg-at/l	SH ₂ ⁻ fg-at/l	Sólidos mg/l	pH
4	23 May	09:39	18.1	35.089	4.74		3.30	24.80	3.01	0.41	0.100	59.6	8.10
5		10:08	19.9				3.07	14.39	1.45	0.28			
8		10:41	19.1	34.586									
10		10:57	19.8				3.49	16.18	1.47	0.30			
12		11:19	19.2		5.45		3.58	10.02	1.24	0.31	0.140	78.8	8.35
15		11:45	18.8	34.831	4.90		3.75	22.99	1.36	0.39	0.120	41.2	8.20
18		12:19	18.4				3.70	25.36	1.32	0.46			
21		12:40	18.9				4.38	34.12	1.10	0.59			
23		12:54	18.0		5.45		2.45	20.25	1.56	0.35	0.140	81.6	8.10
24		12:49	18.6	34.541									
25		13:21	18.0				3.26	27.16	1.18	0.51			

26	25 May	09:43	16.8	34.792									
29		10:03	16.6	34.992	5.03		2.87	31.89	1.77	0.56	0.16	80.6	7.85
4	15 Jun	09:18	17.9		4.42	3.63	1.54	15.53	0.44	0.19	0.075	75.6	8.2
4*		11:55			4.83						0.130		8.4
6		09:24	18.2		2.63						0.080		8.6
7		09:46	18.3		5.81						0.075		8.6
9		09:33	18.2				2.01	7.47	0.10	0.06			
10		10:30	18.3		3.77		2.04	5.11	1.01	0.07	0.050		8.6
12		09:51	18.3		5.79		4.19	6.73	0.51	0.12	0.080		8.5
15		10:15	18.3		5.29	3.45	2.51	12.97	0.27	0.18	0.075	77.6	8.4
15*		10:40			4.80						0.340		8.4
18		10:50	17.9				3.41	16.66	0.92	0.42			
23		11:44	18.1		5.54	2.65	3.84	21.72	0.56	0.36	0.110	79.2	8.3

Fuente: Informe Progresivo del Instituto del Mar del Perú N°51, febrero ,1997

Figura 4

Estaciones de muestreo realizadas en la Poza, La Arenilla, La Punta, Callao, 23 de mayo-15 de junio 1989-IMARPE Informe N°51- 1997



Debido al alto contenido orgánico de los sedimentos el ciclo bioquímico del azufre desempeña un importante papel, siendo evidente en algunos lugares la producción de ácido sulfhídrico (SH_2), perjudicial para la supervivencia de los recursos, en especial de los bentónicos.

Un factor importante en el ciclo biológico del ecosistema acuático es la renovación constante de nutrientes y otras sustancias orgánicas e inorgánicas, constituyentes principales de la productividad del medio, y de los cuales dependen los diferentes organismos de la cadena trófica. Los resultados obtenidos en la poza revelan valores altos de fosfatos y bajos de nitratos y nitritos, los cuales sería necesario comprobar en otras estaciones del año a fin de determinar las causas de estas variaciones.

En general, el patrón de distribución de los parámetros oceanográficos obedece a la configuración física del área de estudio, registrándose valores normales en los extremos este y oeste, donde existe circulación y con variaciones en el sector central, debido al estancamiento del agua y acumulación de residuos orgánicos e inorgánicos (Yamashiro. et al, 2016).

Algas Macroscópicas

La vegetación acuática estuvo constituida por cinco especies de algas, de las cuales la más abundante fue *Ulva papenfussi* “lechuga de mar” que pertenece al grupo de las Chlorophyta o Algas Verdes. Las cuatro restantes se encontraron en menor proporción y

pertenecen al grupo de las Rhodophyta o Algas Rojas, cuyas especies fueron: *Garcilariopsis lemaneiformis* “pelillo”, *Polysiphonia paniculata*, *P.confusa* y *Gigartina chamissoi* “yuyo”(ACLETO, 1986).

Conjuntamente con *Ulva papenfussi* se encontró en gran cantidad *Ruppia marítima*, fanerógama perteneciente al Orden Helobiales, y que al igual que la primera ocupan gran parte de la poza, principalmente en el área central.

Aspectos ecológicos

En la densa vegetación de algas prospera gran cantidad de peces, moluscos, crustáceos (anfípodo gamárido) y otros invertebrados, que utilizan la vegetación como elemento protector contra excesos de iluminación, temperaturas extremas, enemigos naturales o bien como lugar propicio para la puesta de huevos y crías, también en algunos casos les sirve como fuente de alimentación (Yamashiro. et al, 2016).

Se procedió a identificar las especies encontradas dentro de la zona de cultivo de *Chondracanthus chamissoi* utilizando el boletín Sistemático de moluscos marinos del Perú:
Peces:”lisa” *Mugil cephalus*,”trambollo” *Labrisomus philippii* .

Moluscos: “almeja” *Somele rosea rosea*, “navaja” *Solen*, “chorito” *Perumytilus purpuratus*,”concha de abanico”*Argopecten purpuratus*,”caracol” “caracol plomo”*Thais chocolate*, “lapa” *Fisurella peruviana*, “caracol turbante” ” caracol negro” *Tegula atra* ,”Olivia” *Olivella volutella*,”patela” *Scurria viridula* ,“caracolito negro” *Tegula sicca* ,

Crustáceos: anfípodo gamárido,” cangrejo corredor” o “zapatero *Pachygrapsus marmoratus*

Equinodermo: “erizo negro” *Tetrapigus niger*, “pepino de mar” *Patallus mollis Selenka*

Algas: “lechuga de mar”*Ulva sp.* “pelillo” *Gracilariopsis lemaneiformis*

Invertebrado: “gusano marino” “pichanga” sipuruilido

Se han desarrollado diferentes métodos para el cultivo de *Chicorea* de mar; entre los que se encuentran la reproducción sexual por esporas o esporocultivo, la propagación vegetativa y la fijación de discos secundarios (FDS).

El esporocultivo consiste en que a partir de macroalgas fértiles (cistocárpicas o tetraspóricas), extraídas desde praderas naturales, se obtienen esporas para sembrarlas sobre sustratos artificiales. Luego de un tiempo de incubación se obtienen plantas de pequeño tamaño (1- 2 mm de altura) que pueden ser trasladadas al mar para su crecimiento.

El método de propagación vegetativa consiste en utilizar trozos de frondas infértiles y reproductivas, las cuales son entrelazadas en cuerdas de polipropileno y mantenidas en sistemas de cultivo a diferentes profundidades.

El método de fijación de discos secundarios o de re-adhesión de fragmentos de *Chicorea* es un mecanismo importante para la regeneración de biomasa, para la mantención de poblaciones naturales y el desarrollo de cultivos.

III. MÉTODO

3.1. Tipo de investigación

En el trabajo se aplicó investigación experimental ya que según (Ramos, 2021) en la investigación experimental se caracteriza por la manipulación intencionada de la variable independiente y el análisis de su impacto sobre una variable dependiente. Entonces según esta definición la variable independiente en el presente trabajo fueron los tipos de corte y la dependiente el crecimiento en longitud de la macroalga. Asimismo, la investigación fue del tipo correlacional.

3.2. Ámbito temporal y espacial

Ámbito Espacial

El proyecto de tesis se desarrolló en la poza La Arenilla de la Punta-Callao (Perú) ($12^{\circ} 04' S, 77^{\circ} 09' W$) en sistemas de cultivo de fondo.

Ámbito temporal

El proyecto de investigación experimental se desarrolló durante un período de duración de 90 días.

3.3. Variables

Variable independiente: diferentes cortes a nivel basal en *C. chamissoi*: corte algal a nivel del disco basal con talo a 0,1 cm, 2 cm y 4 cm

Variable dependiente: crecimiento vegetativo de *Chondrocanthus chamissoi*

3.4. Población y muestra

Población: se trabajó con una población finita de *Chondrocanthus chamissoi* que se distribuye desde la bocana Oeste hacia las partes laterales inter mareales pedregoso disminuyendo su distribución hacia la parte central arenosa en la poza La Arenilla de la Punta-Callao (Perú).

Muestra: se trabajó con una muestra no probabilística en base a que se escogió las piedras con las algas las que tuvieran una longitud de 10 a 15 cm para el experimento. De manera que se trabajó con 30 piedras con yuyo de su ambiente natural en las cuales se aplicó el sistema de corte algal a nivel del disco basal con talo a 0,1 cm, 2 cm y 4 cm con 10 repeticiones por corte.

3.5. Instrumentos

En la ejecución del trabajo experimental se empleó los siguientes instrumentos:

Tabla 8

Relación de instrumentos empleados en el trabajo experimental

ITEM	DETALLE	CANTIDAD	FINANCIAMIENTO
Refractómetro portátil ATC	Medición de salinidad	1	Propio
Mallas ančoveteras con abertura N°1,5 cm	Confección de arrastres	40 m ²	Propio
botellas de plástico de 350 ML	Marcación del experimento	30	Propio
boyas flotadoras de 15 cm de diámetro	Marcación del experimento	30	Propio
balde de pintura	muestra de agua de mar	1	Propio
Cuerda de 10 metros de longitud	Sujetar el balde	1	Propio
Regla metálica graduada a 30 cm	Medición de transparencia y de algas	1	Propio
Espátula	Recolectar especímenes	1	Propio
Tijera	Corte de algas	2	Propio
1 litro de Formol al 40 %	Preservación de la muestra biológica	1	Propio
1 litro de alcohol al 70 %.	Preservación de la muestra biológica	1	Propio
Rollos de Papel toalla	Secado de manos y materiales	6	Propio
Cooler Alaska	Almacenamiento de reactivos	1	Propio

3.6. Procedimientos

3.6.1. Área de cultivo en investigación

El proyecto de tesis se desarrolló en la poza La Arenilla en el distrito de la Punta, Callao (Perú), que es una zona de aguas litorales semi estancadas formada por la construcción en 1967 de dos rompeolas para defensa de la orilla sur del distrito de La Punta, lo que dio lugar a la formación de un remanso de agua, que poco a poco fue poblándose de organismos acuáticos (Troll, 2000).

La poza La Arenilla ($12^{\circ} 04' S$, $77^{\circ} 09' W$) es un embalse artificial de aguas litorales, formado por la construcción de dos rompeolas que delimitan un área aproximada de 14ha profundidades menores de 3 m (Figura 4), y es utilizada actualmente como centro recreativo de regatas y veraneo. La poza cuenta con sólo dos canales de entrada y salida de agua, determinando una limitada circulación en los extremos este y oeste siendo casi nula al centro, y determinan un ambiente de aguas tranquilas, semi estancadas, con un fondo fango limoso de espesor variable, entre 0,2 y 1,2 m.

La poza presenta poca profundidad lo que facilita la penetración de la luz que como consecuencia produce el desarrollo de abundante vegetación acuática sirviendo como refugio a una diversidad de organismos especialmente aves, peces, crustáceos, moluscos y flora típica de humedales; así como una comunidad de fauna muy variada, lo cual permite la pesca y deportes acuáticos.

Esta poza forma un ecosistema único que alberga varios micro hábitats con gran potencial para el desarrollo eco turístico, que podría albergar un centro de interpretación del ecosistema marino.

Figura 5

Embalse artificial en La poza La Arenilla, La Punta el Callao (Perú ($12^{\circ} 04' S$, $77^{\circ} 09' W$))



3.6.2. Recolección de algas/Piedra

Se colectaron piedras con el alga *C. chamissoi* de la zona inter mareal de la poza la Arenilla (Figura 6). En total se extrajeron 30 piedras del medio natural con la macroalga y luego se limpiaron cuidadosamente con la finalidad de retirar los epibiontes y otros organismos que componen la fauna acompañante del yuyo.

Figura 6

Extracción de piedras con el alga C.chamissoi de mayor longitud para su posterior corte



3.6.3. Corte de las algas /Piedra

En cada piedra seleccionada y limpia sin epibiontes, se escogieron aquellas piedras con las algas que tuvieran una longitud de 10 a 15 cm para el experimento. Luego del anterior procedimiento, se aplicó el sistema de poda a la macroalga que estaba fijada a la piedra el cual consistió en primer lugar en eliminar toda la macroalga fijada a las piedras excepto en

dejar un disco de fijación con el alga. En segundo lugar y para la conformación de los tratamientos experimentales se realizaron cortes a partir del disco basal en adelante y a una longitud de 0,1 cm, 2 cm y 4 cm, respectivamente (Figura 7). En total se realizó el corte a 30 piedras lo que significó 10 para el tratamiento a 0,1 cm, 10 para el tratamiento de 2 cm y 10 para el tratamiento de 4 cm.

Figura 7

*Cortes a partir del disco basal del alga *C. chamissoi* en las piedras*



3.6.4. Instalación del sistema de cultivo de fondo

Para evitar que se extravié las piedras por el oleaje, se confeccionaron 30 lastres que consistió en bolsas de malla anchovetera de 1,5 luz de abertura con dimensiones de 40 cm de largo x 25 cm de ancho, se colocaran piedras ovaladas de 10 cm de longitud x 6 cm de diámetro peso de 6 kilogramos promedio por lastre amarrado a una cuerda de 100 cm (tiras de paño anchovetero) y en su parte terminal se amarró a una boya o corcho de 15 cm de diámetro. Dentro de cada bolsa con lastre se colocó una muestra de corte algal a 1mm ,10 boyas; corte algal a 2 cm ,10 boyas; y corte algal a 4 cm, con 10 boyas. Los 30 lastres con sus flotadores y piedras dentro se instalaron el mismo día de inicio del experimento (Figuras 7 y 8)

Figura 8

Detalle de la construcción del sistema de cultivo experimental. A: corte de malla anchovetera de 1,5 de luz de abertura, B: llenado de piedras (cantos rodados) al lastre y C: detalle de los lastres con sus flotadores

**Figura 9**

Traslado del sistema de cultivo experimental de C. chamissoi a la orilla de Posa la Arenilla



3.6.5. Limpieza del lastre

Cada 7 días se realizó la limpieza de las piedras que contenía las algas en las diferentes unidades experimentales de los tratamientos y esto se realizó con la finalidad de remover organismos epifitos que se pudieron asentar o competir con las algas de cultivo por el sustrato o la luz y la circulación del agua (Figura 9).

Figura 10

Limpieza de epifitos: algas invasoras (Ulva sp.) y otros organismos



3.6.6. Toma de muestras

3.6.6.1. Crecimiento vegetativo y cosecha de la macroalga. Los muestreos biológicos del crecimiento vegetativo longitudinal del “yuyo” *C. chamissoi*, se realizaron cada 15 días y para ello se realizó las mediciones de todas las unidades experimentales en todos los tratamientos. La medición consistió en registrar la longitud de la fronda desde la base del disco de fijación de cada una de las algas fijadas en las piedras y para ello se empleó una regla milimétrica metálica de precisión de ± 1 mm.

En lo que respecta a la cosecha de la macroalga, al final de los 90 días de experimentación, se trasladó los 30 lastres de las macroalgas fijadas de los tres tratamientos hacía tierra y en donde se procedió a medir el último registro de la longitud de *C. chamissoi* con una regla metálica.

3.6.6.2. Registro de parámetros físicos y químicos del agua. En la siguiente tabla se detallan los parámetros físicos y químicos del agua que se registraron en el experimento:

Tabla 9

*Relación parámetros físicos y químicos registrados en el trabajo experimental de crecimiento de vegetativo de *C. chamissoi* sometido a diferentes cortes*

Parámetro	Frecuencia	Tipo de instrumento	Observación
Temperatura (°C)	Diario y tres veces al día	Termómetro de mercurio de ± 1 °C	09:00, 12:00 y 15:00 horas
Transparencia	Cada 15 días	Disco de secchi	09:00, 12:00 y 15:00 horas y según Hansen et al. (1981)
Oxígeno (mg/L)	Cada 15 días	Kit colorimétrico JBL	
Salinidad (ups)	Cada 7 días	Refractómetro Atago de ± 2 ups	
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	Cada 15 días	Botellas para DBO	
Nitrito (mg/L)	Cada 15 días	Kit colorimétrico JBL	
Nitrato (mg/L)	Cada 15 días	Kit colorimétrico JBL	
pH	Cada 15 días	Cintas para pH Universal strips	
Velocidad de corriente (m/s)	Una sola vez al inicio del trabajo	Flotador	Método del flotador
Mareas	Diaria	Se empleó tablas de mareas de la Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN) del Perú	https://www.dhn.mil.pe/portal/tabla-mareas

Para el caso del registro de la velocidad de la corriente, está se midió empleando el método del flotador en la entrada del agua de la poza la Arenilla sector Oeste (bocana) (Figura 11)

Figura 11

Medición y registro de la velocidad de la corriente en la entrada del agua de la poza la Arenilla sector Oeste (bocana)



En las siguientes imágenes se muestra el procedimiento realizado en la medición y registro de algunos parámetros de calidad de agua.

Figura 12

Medición y registro del nitrito y nitrato del agua de la poza la Arenilla sector Oeste (bocana)



3.6.7. *Procesamiento de datos*

Crecimiento de la macroalga

Con los datos de crecimiento de longitud de la fronda de las macroalgas en cada tratamiento, se determinó el crecimiento final y la tasa de crecimiento específico (TCE) y para ello se emplearon la siguiente fórmula:

Crecimiento final (Cf): Longitud final – Longitud inicial

Tasa de crecimiento específico (TCE): $((\ln(L_f) - \ln(L_i))/t)*100$ (Ricker, 1979)

Dónde:

Lf: longitud final

Li: longitud inicial

T: tiempo

Parámetros físicos y químicos del agua

Se determinó el promedio de los registros de todos los parámetros físicos y químicos del agua.

3.7. **Análisis de datos**

Los datos de crecimiento fueron sometidos a la prueba de normalidad y prueba de homogeneidad de varianzas como primer requisito para determinar si se aplica estadística paramétrica o no paramétrica. En aquellos casos donde no se cumplió los criterios de normalidad y homogeneidad de varianzas se aplicó la prueba de Kruskal Wallis a un nivel de confianza del 95% y en aquellos datos donde si se cumplió la normalidad y homogeneidad de varianzas se aplicó un ANALISIS DE VARIANZA de una vía y para determinar las diferencias significativas se aplicó la prueba de Tukey con un nivel de confianza del 95%.

Todos estos análisis se realizaron con el programa estadístico Minitab versión 17.0 para

Windows.

IV. RESULTADOS

4.1. Calidad de agua

En la tabla 10 se muestra los resultados de calidad de agua de la zona de cultivo experimental de *C. chamissoi*.

Tabla 10

Registro de parámetros físicos y químicos del agua de la zona de cultivo experimental de *C. chamissoi*

En el caso de la velocidad de la corriente del agua de la zona de cultivo experimental es fue

PROMEDIO DE PARAMETROS FISICO / QUIMICOS

Fecha	Temperatura (°C)	O ₂ (mg/L)	NO ₂ (mg/L)	NO ₃ (mg/L)	p H	DBO ₅	Transparencia (cm)	Horas luz
16/08/202	15,2							
1		10	0,1	1	7	5	24	11 horas 11´
30/08/202	14,68							
1		10	0,2	<0,5	7	5	26,7	11 horas 47´
14/09/202	14,48							
1		10	0,1	1	7	5	29,73	11 horas 56´
29/09/202	15,8							
1		10	0,1	<0,5	7	2	17,27	12 horas 6´
14/10/202	16,38							
1		10	0,1	1	7	3	15,98	12 horas 16´
29/10/202	17,52							
1		10	0,1	<0,5	7	2	11,25	12 horas 26´
13/11/202	18,05							
1		10	0,2	1	7	2	7	12 horas 35´

de V= 0,586 m/s.

4.2. Crecimiento del alga y cosecha

4.2.1. Análisis descriptivo del Tratamiento 1 (0,1 cm)

En la tabla 11 se muestra los resultados del crecimiento en el tiempo del tratamiento con el tipo de corte de 0,1 cm. Como se puede observar en dicha tabla, desde el día cero donde se comenzó con una talla de 0,1 cm del alga (Figura 14) y hasta el día 90 el alga mostro en términos de crecimiento en un factor de 12 veces respecto al inicio.

Tabla 11

Crecimiento del alga *C. chamissoi* en el tiempo y sometido al corte de 0,1 cm. Los datos representan la media \pm desviación estándar de n=10

Días	Longitud (cm)
0	0,1 \pm 0,01
15	0,335 \pm 0,16
30	0,76 \pm 0,34
45	0,88 \pm 0,32
60	0,98 \pm 0,30
75	1,12 \pm 0,31
90	1,24 \pm 0,32

Por otro lado, en la figura 13 que muestra la evolución del crecimiento del alga con este tratamiento (corte a 0,1 cm), podemos observar el mayor crecimiento se presentó entre los días 15 y 30; en cambio el crecimiento más lento se presentó entre los días 75 y 90, respectivamente.

Figura 13

Crecimiento en longitud de *C. chamissoi* en el tiempo sometido al tipo de corte de 0,1 cm

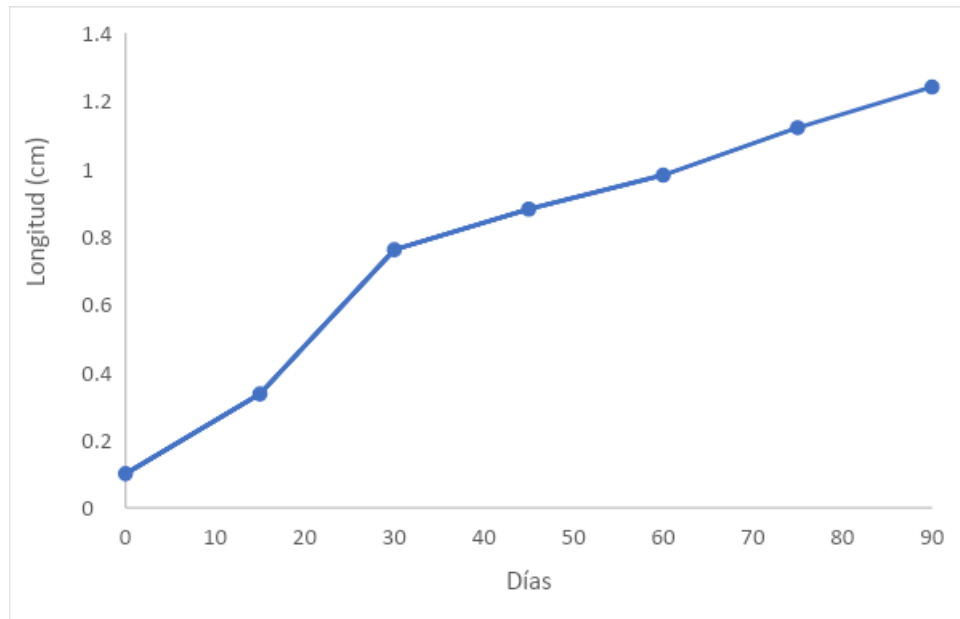


Figura 14

Crecimiento de C. chamissoi sometido al tipo de corte de 0,1 cm



4.2.2. Análisis descriptivo del Tratamiento 2 (2 cm)

En la tabla 12 se muestra los resultados del crecimiento en el tiempo del tratamiento con el tipo de corte de 2 cm. Como se puede observar en dicha tabla, desde el día cero donde se comenzó con una talla de 2 cm del alga (Figura 16) y hasta el día 90 el alga mostró en términos de crecimiento en un factor casi dos veces respecto al inicio.

Tabla 12

*Crecimiento del alga *C. chamissoi* en el tiempo y sometido al corte de 2 cm. Los datos representan la media \pm desviación estándar de $n=10$*

Días	Longitud (cm)
0	2 ± 0
15	$2,40 \pm 0,24$
30	$3,02 \pm 0,37$
45	$3,35 \pm 0,41$
60	$3,57 \pm 0,40$
75	$3,75 \pm 0,36$
90	$3,96 \pm 0,38$

Por otro lado, en la figura 15 que muestra la evolución del crecimiento del alga con este tratamiento, podemos observar el mayor crecimiento se presentó entre los días 15 y 30; en cambio el crecimiento más lento se presentó entre los días 45 y 90, respectivamente.

Figura 15

*Crecimiento en longitud de *C. chamissoi* en el tiempo sometido al tipo de corte de 2 cm*

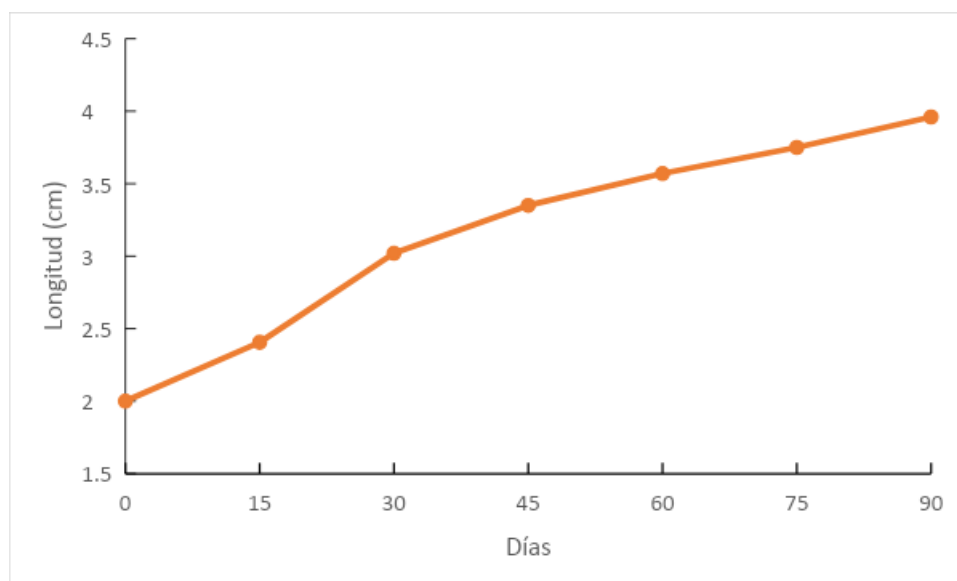


Figura 16

Crecimiento de C. chamissoi sometido al tipo de corte de 2 cm



.2.3. Análisis descriptivo del Tratamiento 3 (4 cm)

En la tabla 13 se muestra los resultados del crecimiento en el tiempo del tratamiento con el tipo de corte de 4 cm. Como se puede observar en dicha tabla, desde el día cero donde se comenzó con una talla de 4 cm del alga (Figura 18) y hasta el día 90 el alga mostro en términos de crecimiento en un factor de casi dos veces respecto al inicio.

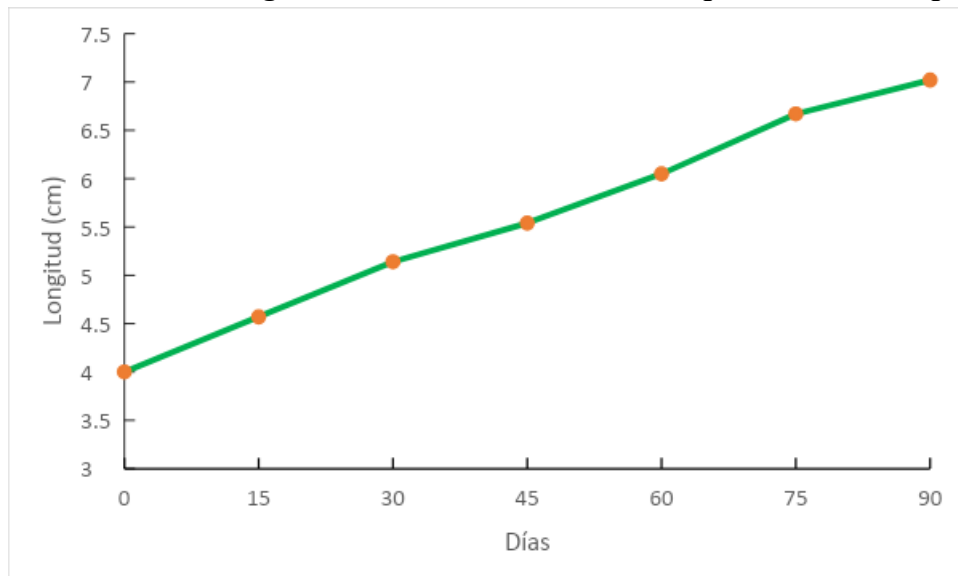
Tabla 13

Crecimiento del alga C. chamissoi en el tiempo y sometido al corte de 4 cm. Los datos representan la media \pm desviación estándar de n=10

Días	Longitud (cm)
0	4 \pm 0
15	4,57 \pm 0,11
30	5,14 \pm 0,32
45	5,54 \pm 0,44
60	6,05 \pm 0,41
75	6,67 \pm 0,74
90	7,02 \pm 0,68

Figura 17

Crecimiento en longitud de *C. chamissoi* en el tiempo sometido al tipo de corte de 4 cm



Por otro lado, en la figura 17 que muestra la evolución del crecimiento del alga con este tratamiento, podemos observar el mayor crecimiento se presentó entre los días 15 y 30; en cambio el crecimiento más lento se presentó entre los días 75 y 90, respectivamente.

Figura 18

Crecimiento de *C. chamissoi* sometido al corte de 4 cm



4.2.4. Análisis inferencial de la Tasa de Crecimiento Específica (TCE)

En primer lugar, antes de aplicar qué tipo de estadística se debió aplicar a esta variable (TCE) en los diferentes tratamientos, lo que se realizó fue la prueba de normalidad y para cual se precedió de la siguiente manera:

a) Prueba de normalidad

Hipótesis

H₁: Existen diferencias significativas entre las medias de las TCE de los diferentes tratamientos

H₀: No existen diferencias significativas entre las medias de las TCE de los diferentes tratamientos

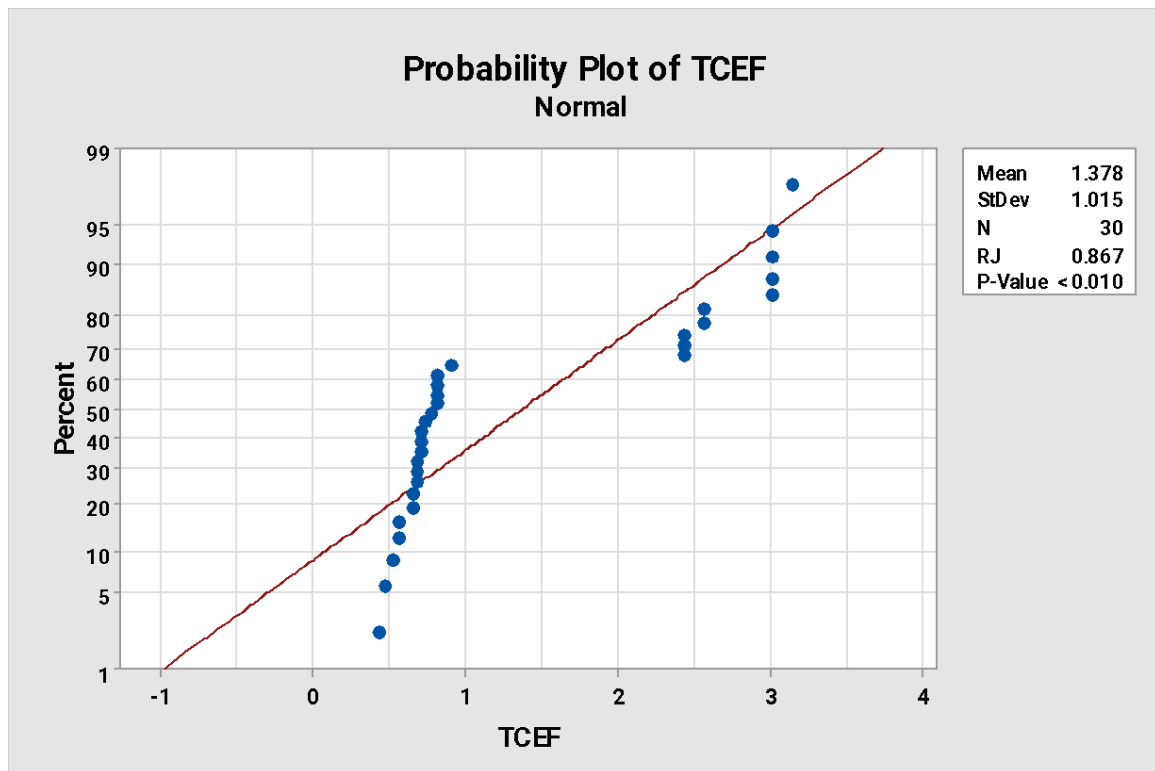
Nivel de significación

$\alpha = 5\% = 0,05$

Resultado

Figura 19

Gráfico de normalidad para la variable TCE de los tratamientos 0,1; 2 y 4 cm. P = 0,01



Regla de decisión

- a. P-valor $\Rightarrow \alpha$ se acepta la H_0 = los datos provienen de una distribución normal
- b. P-valor $< \alpha$ se acepta la H_1 = los datos no provienen de una distribución normal

Conclusión

Puesto que el valor del p es menor a 0,05%; entonces los datos no se distribuyen de forma normal y por tanto se tiene que realizar la prueba no paramétrica de kruskal-wallis.

b) Prueba de Kruskal-Wallis de la variable tasa de crecimiento específico final (TCEF)

Prueba de hipótesis

H_0 : todas las medianas son iguales

H_a : al menos una mediana es diferente

Estadísticos descriptivos

CORTE	N	Mediana	Rango promedio	Z
0.1	10	2.7850	25.5	4.40
2	10	0.7950	13.5	-0.88
4	10	0.6500	7.5	-3.52

Total 30 15.5

$H = 21.68$ $DF = 2$ $P = 0.000$

$H = 21.85$ $DF = 2$ **$P = 0.000$** (ajustado)

Regla de decisión

Sí: $p\text{-valor} < 0,05$ se rechaza la H_0

Sí: $p\text{-valor} \geq 0,05$ se acepta la H_0

Conclusión

Por lo tanto y en vista que los resultados indican que el $p\text{-valor}$ es 0; entonces se rechaza la Hipótesis nula que indica que las medianas son iguales y se acepta la H_a que indica que al menos una mediana es diferente. Es así que para conocer cuál tratamiento son diferentes se tiene que realizar la prueba Mann-Whitnet

c) Prueba Mann-Whitney

Prueba de hipótesis

H_0 : No hay diferencias entre las medianas de las variables

H_1 : Hay diferencias entre las medianas de las variables

Tratamientos	N	Mediana
CORTE 0.1	10	2.7850
CORTE2	10	0.7950

Punto estimado para $\eta_1 - \eta_2$ es 2.0750

95.5 Porcentaje CI para $\eta_1 - \eta_2$ es (1.7399,2.3301)

$W = 155.0$

Prueba de $\eta_1 = \eta_2$ vs $\eta_1 \neq \eta_2$ es significativa a 0.0002

La prueba es significativa a 0.0002 (ajustado)

Regla de decisión

Sí: $p\text{-valor} < 0,05$ se rechaza la H_0

Sí: $p\text{-valor} \geq 0,05$ se acepta la H_0

Conclusión

Puesto que el p-valor $< 0,05$; entonces decimos que existe diferencias significativas entre los valores de la TCEf entre los tratamientos 1 y 2.

c.1) Prueba de Mann-Whitney

Prueba de hipótesis

H₀: No hay diferencias entre las medianas de las variables

H₁: Hay diferencias entre las medianas de las variables

Tratamientos	N	Mediana
CORTE 0.1	10	2.7850
CORTE4	10	0.6500

Punto estimado para $\eta_1 - \eta_2$ es 2.2000

95.5 Porcentaje CI para $\eta_1 - \eta_2$ es (1.8500,2.4400)

W = 155.0

Prueba de $\eta_1 = \eta_2$ vs $\eta_1 \neq \eta_2$ es significativa a 0.0002

La prueba es significativa **0.0002** (ajustado)

Regla de decisión

Sí: p-valor $< 0,05$ se rechaza la H₀

Sí: p-valor $\geq 0,05$ se acepta la H₀

Conclusión

Puesto que el p-valor $< 0,05$; entonces decimos que existe diferencias significativas entre los valores de la TCEf entre los tratamientos 1 y 4.

c.2) Prueba de Mann-Whitney

Prueba de hipótesis

H₀: No hay diferencias entre las medianas de las variables

H₁: Hay diferencias entre las medianas de las variables

Tratamientos	N	Mediana
CORTE2	10	0.7950
CORTE4	10	0.6500

Punto estimado para $\eta_1 - \eta_2$ es 0.1200

95.5 Porcentaje CI para $\eta_1 - \eta_2$ es (0.0300,0.2500)

$$W = 135.0$$

Prueba de $\eta_1 = \eta_2$ vs $\eta_1 \neq \eta_2$ es significativa a 0.0257

La prueba es significativa a 0.0246 (ajustado)

Regla de decisión

Sí: p-valor < 0,05 se rechaza la Ho

Sí: p-valor \geq 0,05 se acepta la Ho

Conclusión

Puesto que el p-valor < 0,05; entonces decimos que existe diferencias significativas entre los valores de la TCEf entre los tratamientos 2 y 4.

Finalmente, con todas estas pruebas no paramétricas realizadas (Prueba de Mann-Whitney y Kruskal –Wallis), se presenta en la tabla 14 los resultados tasa de crecimiento específico entre los diferentes tratamientos. En dicha tabla podemos observar que si hay diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los diferentes tratamientos.

Tabla 14

Crecimiento del alga C. chamissoi aplicando diferentes tipos de cortes. Los datos representan la media \pm desviación estándar de $n=10$

Parámetro	Tratamientos		
	0,1 cm	2 cm	4 cm
**TCE (%.día ⁻¹)	2,7630 \pm 0,2961 ^a	0,7510 \pm 0,1106 ^b	0.6190 \pm 0,1087 ^c

Datos con diferentes letras indican diferencias significativas para $p < 0,05$.

4.2.5. Análisis inferencial del Crecimiento Final (CF)

En primer lugar, antes de aplicar qué tipo de estadística se debió aplicar a esta variable (CF) en los diferentes tratamientos, lo que se realizó fue la prueba de normalidad y homogeneidad de varianzas y para cual se precedió de la siguiente manera:

a) Prueba de normalidad

Hipótesis

H1: Existen diferencias significativas entre las medias de las CF de los diferentes tratamientos

H0: No existen diferencias significativas entre las medias de las CF de los diferentes tratamientos

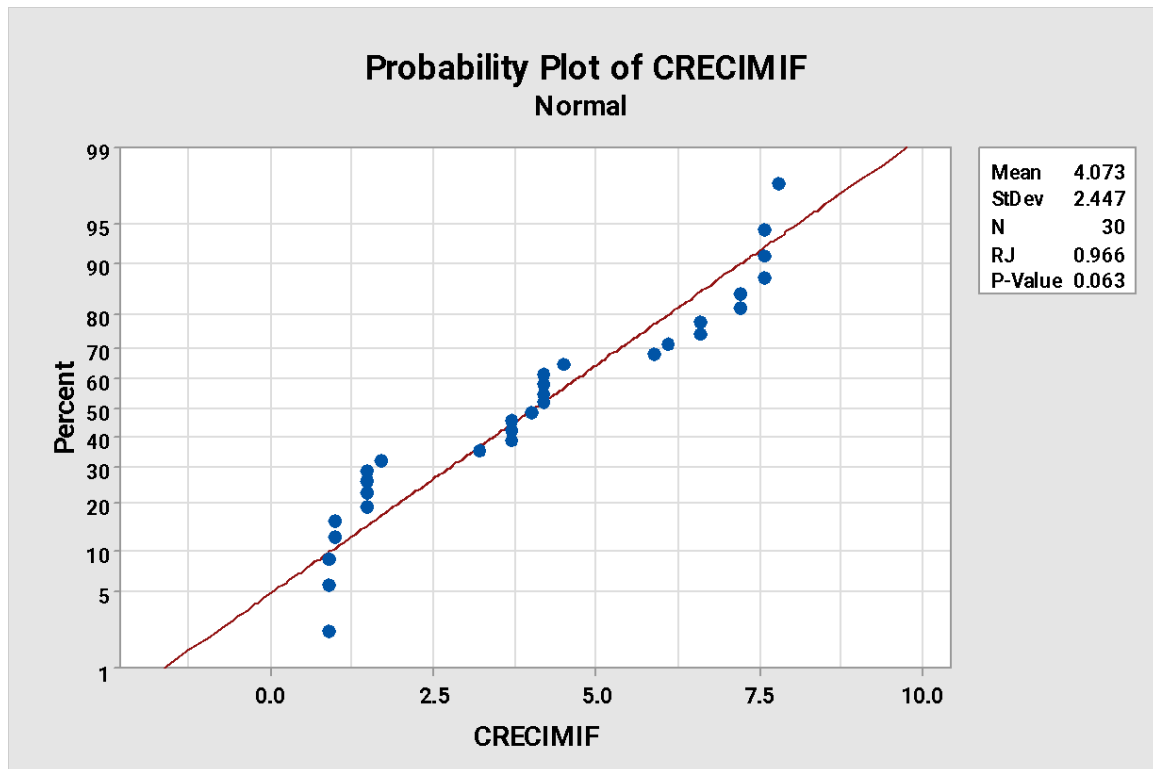
Nivel de significación

$\alpha = 5\% = 0,05$

Resultado

Figura 20

Gráfico de normalidad para la variable CF de los tratamientos 0,1; 2 y 4 cm. $P = 0,063$



Regla de decisión

- P-valor $\Rightarrow \alpha$ se acepta la H_0 = los datos provienen de una distribución normal
- P-valor $< \alpha$ se acepta la H_1 = los datos no provienen de una distribución normal

Conclusión

Puesto que el valor del p es mayor a 0,05%; entonces decimos que los datos se distribuyen de forma normal.

b) Prueba homogeneidad de varianzas Bartlett's

Prueba de hipótesis

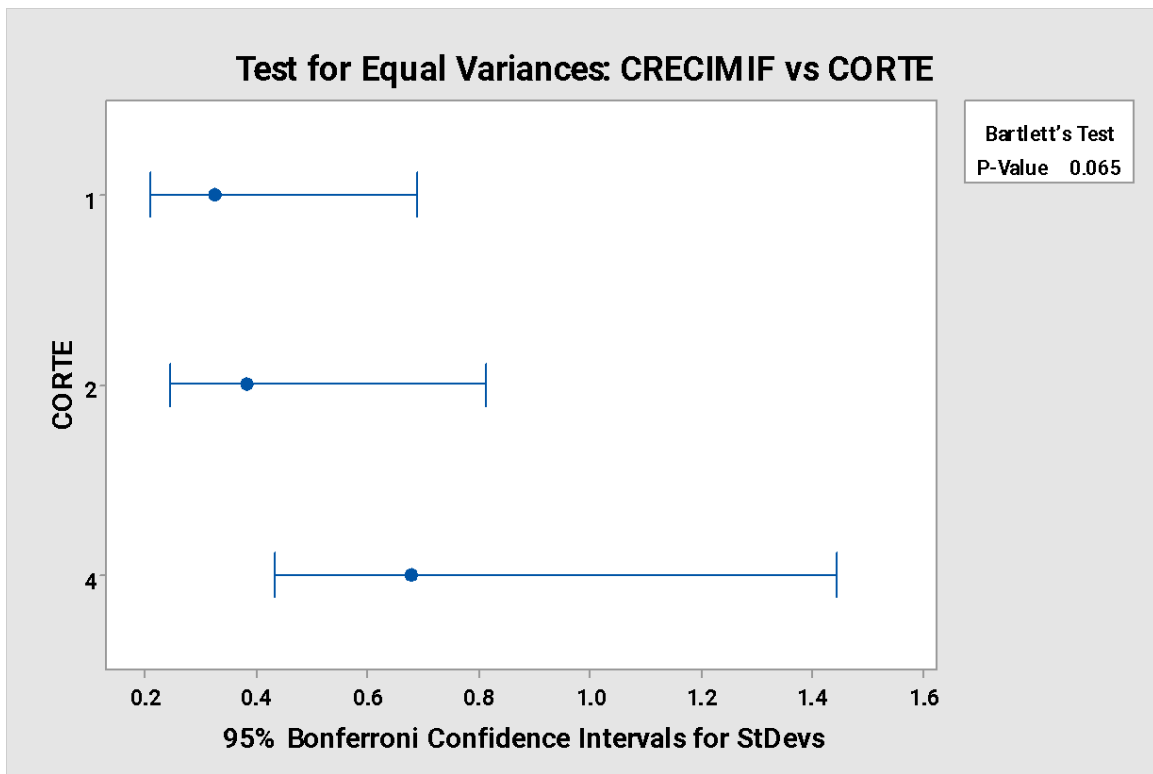
H₀: las varianzas son iguales

H_a: al menos una varianza es diferente

Resultado

Figura 21

Gráfico de homogeneidad de varianzas para la variable CF de los tratamientos 0,1; 2 y 4 cm. P = 0,065



Prueba

Método Estadístico P-Valor

Bartlett 5.47 **0.065**

Regla de decisión

Sí: p-valor < 0,05 se rechaza la Ho

Sí: p-valor \geq 0,05 se acepta la Ho

Conclusión

Puesto que el p-valor > 0,05; entonces decimos que los datos tienen varianzas iguales.

Luego de haber realizado estas dos pruebas se concluye que se aplicó estadística paramétrica.

Y como primera prueba se aplicó un ANOVA.

c) Anova de la variable crecimiento final

Una vía ANOVA: CRECIMIENTO versus CORTE

Método

Ho: todas las medias son iguales

Ha: al menos una media es diferente

Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

Se supusieron varianzas iguales para el análisis

Factor de información

Factor niveles valores

CORTE 3 1, 2, 4

Análisis de varianza

Fuente	g.l	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	P
CORTE	2	167.235	83.6173	353.64	0.000
Error	27	6.384	0.2364		
Total	29	173.619			

Decisión

Puesto que el p-valor es menor que 0,05; entonces el análisis de varianza indica que hay diferencias significativas entre los tratamientos y por lo tanto se realiza la prueba de Tukey.

d) Prueba de Tukey

Prueba de hipótesis

Ho: Existen diferencias significativas entre las medias del CF de los diferentes tratamientos

H1: No existen diferencias significativas entre las medias del CF de los diferentes tratamientos

Prueba

Modelo resumen

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.486256	96.32%	96.05%	95.46%

Promedios

CORTE	N	Media	Dev st	95% CI
0.1	10	1.240	0.324	(0.924, 1.556)
2	10	3.960	0.381	(3.644, 4.276)
4	10	7.020	0.678	(6.704, 7.336)

Desviación estandar agrupada = 0.486256

Comparaciones por pares de Tukey

Agrupación de información usando el método de Tukey y 95% de confianza

CORTE N Media Agrupamiento

4 10 7.020 A

2 10 3.960 B

0.1 10 1.240 C

Los medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Conclusión

Según los resultados existen diferencias significativas en el crecimiento final entre los diferentes tratamientos y esto se puede evidenciar en la formación de tres grupos (A, B y C).

Finalmente, en la tabla 15 se muestran los resultados de la prueba de Tukey. En dicha tabla se puede observar que si hubo diferencias significativas entre todos los tratamientos

Tabla 15

Crecimiento del alga C. chamissoi aplicando diferentes tipos de cortes. Los datos representan la media \pm desviación estándar de n=10

Parámetro	Tratamientos		
	0,1 cm	2 cm	4 cm
*CF (cm)	1,240 \pm 0,324 ^c	3,960 \pm 0,38 ^b	7,020 \pm 0,678 ^a

***CF: Crecimiento fina. Datos con diferentes letras indican diferencias significativas para $p < 0,05$.**

e) Análisis de regresión y correlación

Para poder realizar este tipo de análisis se empleó los datos de las tablas 11, 12 y 13, respectivamente.

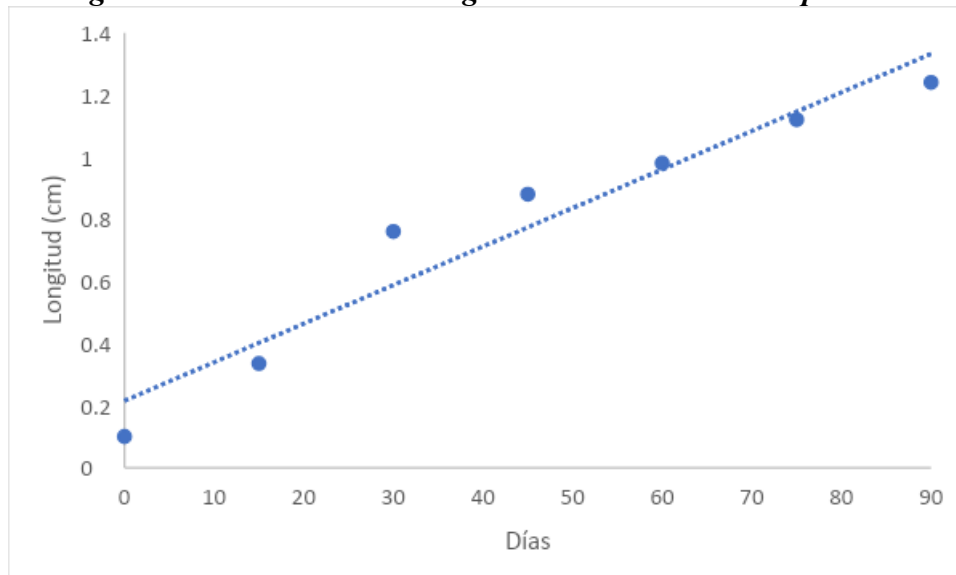
Tratamiento tipo de corte 0,1 cm

En la figura 22 se puede observar los resultados de la regresión lineal del tipo de corte de 0,1 cm. En dicha figura se puede observar que la ecuación fue de $Y = 0,0124x + 0,2154$ y en donde la pendiente tiene un valor de 0,0124 lo que significa que por cada día el

crecimiento en longitud del alga es de 0,0124 cm. Asimismo, los resultados de la gráfica muestran que el hay una fuerte asociación entre las variables longitud del alga y el tiempo ya que el coeficiente de correlación (r) fue de 0,97.

Figura 22

Gráfico de regresión de la variable de longitud del tratamiento de tipo de corte 0,1 cm

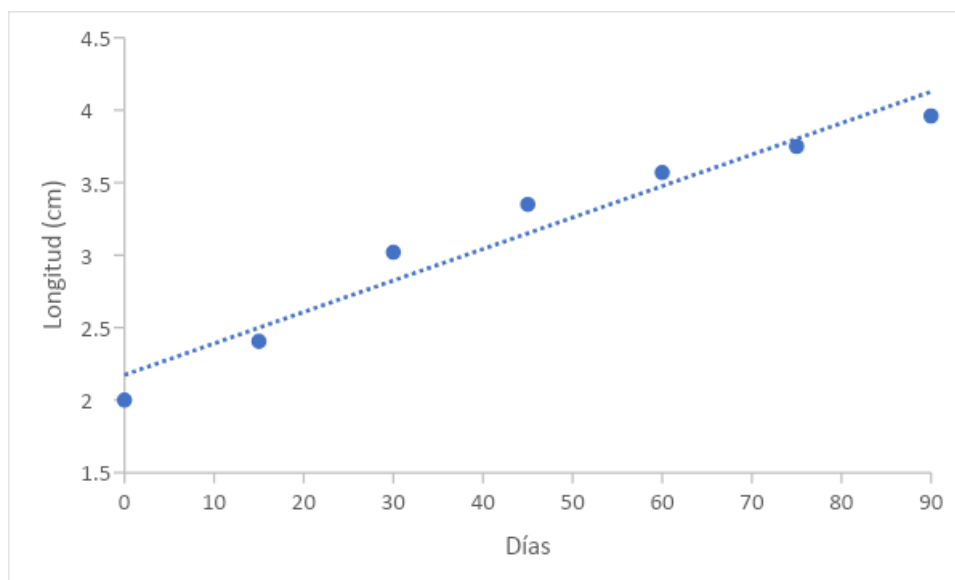


Tratamiento tipo de corte 2 cm

En la figura 23 se puede observar los resultados de la regresión lineal del tipo de corte de 2 cm. En dicha figura se puede observar que la ecuación fue de $Y = 0,0217x + 2,1736$ y en donde la pendiente tiene un valor de 0,0217 lo que significa que por cada día el crecimiento en longitud del alga es de 0,0217 cm. Asimismo, los resultados de la gráfica muestran que el hay una fuerte asociación entre las variables longitud del alga y el tiempo ya que el coeficiente de correlación (r) fue de 0,97.

Figura 23

Gráfico de regresión de la variable de longitud del tratamiento de tipo de corte 2 cm

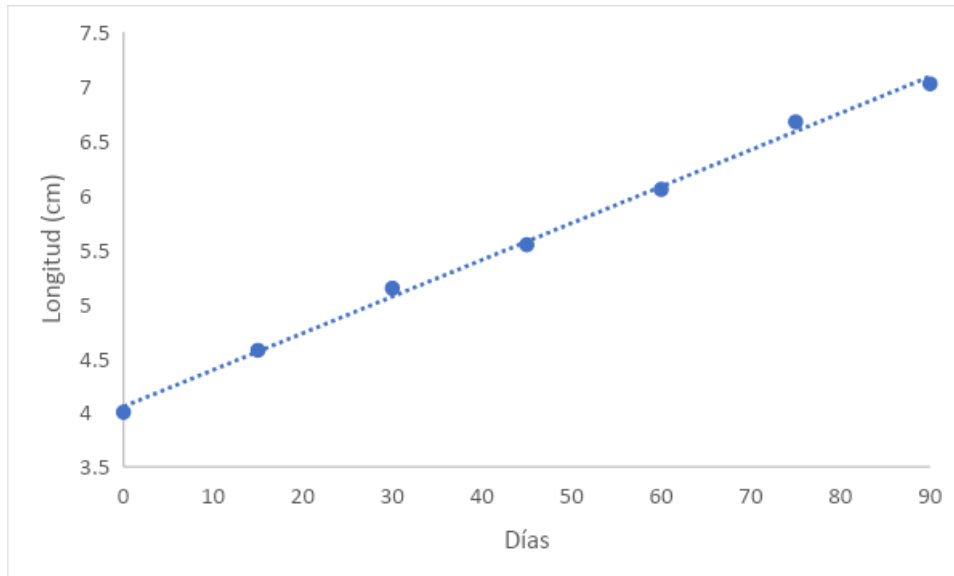


Tratamiento tipo de corte 4 cm

En la figura 24 se puede observar los resultados de la regresión lineal del tipo de corte de 2 cm. En dicha figura se puede observar que la ecuación fue de $Y = 0,0337x + 4,0518$ y en donde la pendiente tiene un valor de 0,0337 lo que significa que por cada día el crecimiento en longitud del alga es de 0,0337 cm. Asimismo, los resultados de la gráfica muestran que el hay una fuerte asociación entre las variables longitud del alga y el tiempo ya que el coeficiente de correlación (r) fue de 0,99.

Figura 24

Gráfico de regresión de la variable de longitud del tratamiento de tipo de corte 4 cm



V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados del presente estudio muestran en general que el efecto de los diferentes cortes en el crecimiento de *C. chamissoi*, no causó un efecto negativo en el retraso del mismo (crecimiento); es decir el crecimiento fue constante (Figuras 13, 15 y 17) a diferencia de lo reportado (Deza et al, 2002), quienes determinaron en un experimento realizado en la Playa Mendieta de la Región Ica: que hay un decrecimiento o estancamiento en la longitud de la fronda de *C. chamissoi* en tratamientos de cortes de 2 y 8 cm. Ahora la razón probable de que los resultados del crecimiento constante en el presente estudio fueran así; se debería a que el trabajo se realizó en la etapa final de invierno y primavera lo cual según (Macchiavello et al, 2018) mencionan que al igual que ocurre en el norte de Chile, en esta temporada del año hay mayor presencia de ejemplares de *C. chamissoi* sin estructura reproductivas con lo cual habría un mayor destino de la energía a una mayor producción en biomasa y longitud. Del mismo modo (Rojas, 1976) reportó para la zona inter mareal de Playa Tres Mares y Atenas que *C. chamissoi* alcanza un valor máximo de crecimiento en invierno y primavera, y un valor mínimo en verano que coincide con el estudio de esta investigación el cual hay un incremento en la tasa de crecimiento a fines del invierno y toda la primavera.

Volviendo a citar al mismo autor (Deza et al, 2002), los resultados del presente estudio son similares a su tratamiento control (corte a 0 cm) debido al hecho que el crecimiento en longitud fue constante durante los primeros 120 días de experimentación y en donde estos autores reportaron un crecimiento de hasta 10,3 cm de longitud.

Por otro lado, y respecto al crecimiento final en longitud, los resultados del presente

trabajo al menos para los ejemplares del tratamiento de corte de 4 cm; fueron similares si lo comparamos con experiencias de crecimiento en condiciones de cultivo en laboratorio; así tenemos el trabajo de (Basauré et al, 2020) quienes determinaron en un periodo de cultivo en hatchery para *C. chamissoi* y para el mismo tiempo de estudio (90 días), un crecimiento final de promedio de 7,5 cm que es casi similar a lo encontrado en el presente trabajo con un valor de 7,02 cm (Tabla 13). En cambio, si los resultados del presente estudio lo comparamos con el trabajo de Carranza (2020), los resultados de dicho autor fueron mejores si por ejemplo se compara el tratamiento de corte de 0,1 cm en el presente estudio que fue en promedio de 1,2 cm con el del autor que fue en su tratamiento de corte de 0 cm un crecimiento final entre 1,8 - 3,72 cm. La diferencia de este bajo o menor crecimiento del presente en este tratamiento en estudio frente al del mencionado autor se debería probablemente a una mayor temperatura del agua de experimentación ya que el trabajo del autor se realizó en el departamento de la Libertad y el presente estudio se realizó en el departamento de Lima y es sabido que la temperatura del agua hasta cierto punto puede incrementar la tasa de crecimiento en *C. chamissoi* tal y como lo indica (Bulboa et al, 2008).

En lo que respecta a la tasa de crecimiento específico en longitud, los resultados del presente trabajo demuestran que la tasa de crecimiento específico fue significativamente superior en el tratamiento con el menor corte (Tabla 14); por el contrario se obtuvieron tasas de crecimiento específico en longitud con los tratamientos de mayor corte como fueron a 2 y 4 cm en ese orden (0,75 y 0,61 %·día⁻¹). Estos resultados de tasa de crecimiento en longitud tienen concordancia con lo mencionado por (Acleto, 1986) quien menciona en principio que los cortes inferiores como 4 cm tienen un mejor crecimiento en longitud. Es decir, probablemente según lo mencionado por (Deza et al, 2002), macroalgas con cortes mayores necesitan mayor tiempo para su crecimiento fenómeno al respecto que no sería tan diferente a lo que sucede con otros organismos que no son vegetales (por ejemplo larvas de peces

marinos). Sin embargo el análisis de regresión (Figuras 22, 23 y 24) nos muestra que el crecimiento por día fue de menor en el tratamiento con el menor corte cuyo valor fue de 0,0124 cm y con el 2 y 4 cm el crecimiento en longitud fue de 0,0217 y 0,0337 cm, respectivamente. Ahora estos resultados de análisis de regresión no contradicen lo indicado anteriormente en lo que respecta a la tasa de crecimiento; al contrario lo corrobora ya que por ejemplo con un valor de 0,0124 cm por día de crecimiento en el tipo de corte de 0,1 cm; este valor corresponde a la décima parte. En tanto con un valor de 0,0217 cm de crecimiento por día en el tipo de corte de 2 cm; este valor corresponde a la fracción 100. Por lo tanto, se cumple lo indicado en que tipos de corte menores tienen una tasa de crecimiento específico mayor respecto a algas con tipos de cortes mayores. Asimismo, respecto al coeficiente de determinación (r), se puede evidenciar en las figuras 22, 23 y 24, que hay una fuerte relación entre la variable longitud y tiempo en los tratamientos de 0,1 cm, 2 cm y 4 cm puesto que este coeficiente fue muy cercano a un valor de 1, respectivamente.

En cuanto al efecto de los parámetros ambientales al cual estuvieron sometidos los diferentes tratamientos, podemos indicar por ejemplo para el caso de la temperatura en donde fluctuó de 14,5 a 18 °C (Tabla 10), esta se encontró dentro del rango normal de crecimiento activo tal y como lo indica Bulboa et al. (2008). Así también para el caso del fotoperiodo en donde se registró valores de luz entre 11 y 12 horas, estos también estarían dentro del rango normal de crecimiento (Bulboa et al., 2008).

En el caso de la iluminación, las frondas de *C. chamissoi* abundan en sustratos bien iluminados, pero el exceso de luz podría afectarlas y en cuanto al flujo de agua, estas se ubican en áreas de amplio rango de flujo de agua (Otaiza, 2015); coincidiendo con mi estudio ya *C. Chamissoi* abunda en los sustratos más iluminados y crece más frondoso con flujo de agua amplio (cerca de la entrada de agua a la poza). Por su parte Acero (2021) en su tesis de

investigación en el litoral marino de la provincia de Ilo -Moquegua en relación al crecimiento de *C. chamissoi* a diferentes profundidades, utilizó sistemas long line a profundidades de 1 m, 4 m y 7 m, y encontró que el crecimiento a 1 m fue de 5,20 cm; 4 m fue de 2,49 cm y a 7 m fue de 2,37 cm lo que demuestra que existen diferencias significativas entre los tratamientos ya que el tratamiento 1 m presentó mejor crecimiento respecto al tratamiento de 4 m y 7 m y esto confirma que a menor profundidad el crecimiento se ve influenciado positivamente, corroborando en este estudio que la profundidad trabajada que fue 1 m en época de “llena” y 7 m en época se “seca”.

En lo que respecta al crecimiento de *C. chamissoi* en sustratos duros como rocas, conchas de molusco y ocasionalmente en peñas de piure, aunque varios estudios demuestran que puede crecer en otros tipos de sustrato, como cuerdas de propileno, plástico, vidrio y cerámicos (Otaiza, 2015). Ello coincide con el presente estudio en donde *C. chamissoi* crece en rocas, cantos rodados y conchas de moluscos de la poza la Arenilla.

Entonces dado estos factores ambientales tales como época del año, temperatura, profundidad y fotoperiodo, los resultados del crecimiento en este estudio para *C. Chamissoi* sometido a diferentes cortes desde el disco de fijación, nos demostraron que son diferentes estadísticamente, y en donde una mayor tasa de crecimiento específico se encontró con el tratamiento de corte a 0,1 cm.

Finalmente, es necesario mencionar que en este estudio faltó evaluar la biomasa en gramos o kilos de la macroalga en cada tratamiento lo cual hubiera permitido tener más información sobre el efecto de los diferentes cortes ya que en varios trabajos la biomasa es un factor importante en la evaluación del crecimiento del alga.

VI. CONCLUSIONES

Al final del estudio se tienen las siguientes conclusiones:

- La velocidad de crecimiento con el tipo de corte a 0,1 cm fue de $2,7630 \pm 0,2961$ % día⁻¹.
- La velocidad de crecimiento con el tipo de corte a 2 cm fue de $0,7510 \pm 0,1106$ % día⁻¹.
- La velocidad de crecimiento con el tipo de corte a 4 cm fue de $0,6190 \pm 0,1087$ % día⁻¹.
- El sistema de corte que ocasiona la mejor velocidad de crecimiento en el “yuyo” *C. chamissoi* en la Poza la Arenilla fue el tipo de corte de 0,1 cm.

VII. RECOMENDACIONES

- a.-Establecer un sistema de cosecha aplicando el sistema de corte y de esta manera no depredar la pradera natural al hacer extracción total o sin ningún criterio del recurso.
- b.-Hacer extensiva la práctica del sistema de corte a 0,1 cm
- c.-Recomendamos realizar estudios más extensivos para determinar fisiológicamente los factores que determinan el mejor crecimiento de *C. Chamissoi* en la Posa La Arenilla.

VIII. REFERENCIAS

- Acero. (2021). *Influencia de la profundidad de cultivo, sobre los parámetros productivos del chondracanthus chamisol, "YUYO" influencia de la profundidad de cultivo, sobre los parámetros productivos del Chondracanthus Chamisol*. Obtenido de (Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Moquegua) Repositorio Institucional UNAM: https://repositorio.unam.edu.pe/bitstream/handle/UNAM/281/D095_04645403_T-1648834828.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Acleto. (1986). *Algunos aspectos biológicos de Gigartina chaissoi (C.Ag). J. Agardh (Rhodophyta Gigartinales)*. *Revistas de ciencias de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos*, 74(1), 38-47. Obtenido de https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/rev_ciencias/v74_n1/a04.pdf
- Acleto. (1988). *Aspectos fitogeográficos y taxonómicos de las algas marinas del Perú*. Obtenido de <http://www.scielo.org.pe/pdf/agro/v9n1/a08v9n1.pdf>
- Alveal. (1990). *"Algas marinas". Primer seminario latinoamericano de capacitación pesquera*. Valparaíso, Chile: Biblioteca Mayor de Recursos Naturales. Recuperado el 12 de Enero de 2022, de <https://www.redalyc.org/pdf/3112/311224745007.pdf>
- Arakaki et al. (2018). *Guía para el reconocimiento en campo de las macroalgas del Callao*. Instituto del Mar del Perú. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/338811477_GUIA_PARA_EL_RECONOCIMIENTO_EN_CAMPO_DE_LAS_MACROALGAS_DEL_CALLAO
- Arbaiza et al. (2019). Primeros estadios de cultivo a partir de carpósporas de *Chondracanthus chaissoi* de tres localidades de la costa peruana. *Scielo*, 54(2), 15. doi:<http://dx.doi.org/doi.org/10.22370/rbmo.2019.54.2.1901>
- Barrientos y Otaiza. (Abril de 2014). Juveniles generados a partir de esporas no asentadas de *Chondracanthus chaissoi* (Rhodophyta, Gigartinales) presentan capacidad de adhesión al sustrato. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 49(1), 140. Recuperado el 11 de Enero de 2022, de <https://www.redalyc.org/pdf/479/47931255015.pdf>
- Basaure et al. (2020). *Sea bottom culture of Chondracanthus chaissoi (Rhodophyta: Gigartinales) by vegetative propagation at Puerto Aldea, Tongoy Bay (Northern Chile)*. *Aquaculture Research*. 2021; 52: 2025– 2035. Obtenido de <https://doi.org/10.1111/are.15051>
- Brisas. (2018). *Desarrollo de capacidades técnicas para la productividad de la pesquería del recurso macroalgas en la provincia Ilo*. Moquegua, Perú: Universidad Nacional de Moquegua. Recuperado el 12 de Enero de 2022, de https://repositorio.unam.edu.pe/bitstream/handle/UNAM/87/T095_71660095_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Bulboa et al. (2008). *Growth rate differences between four Chilean populations of edible seaweed Chondracanthus chaissoi (Rhodophyta, Gigartinales)*. *Aquaculture Research*, 39, 1550–1555. Obtenido de <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2008.02028.x>

- Bulboa y Macchiavello. (2005). First attempt to cultivate the carrageenan-producing seaweed *Chondracanthus chamissoi* (C. Agardh) Kützing (Rhodophyta; Gigartinales) in Northern Chile. *SciELO*, 36(11), 1074. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2005.01321.x>
- Bulboa y Macchiavello. (2006). *Cultivation of cystocarpic, tetrasporic and vegetative fronds of Chondracanthus chamissoi (Rhodophyta, Gigartinales) on ropes at two localities in northern Chile. Investigaciones Marinas*, 34(1), 109-112. <https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-> Recuperado el 15 de Enero de 2022, de https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-71782006000100010&script=sci_abstract&tling=es
- Buschmann. et al. (01 de Octubre de 2008). Seaweed future cultivation in Chile: perspectives and challenges. *Inderscience Online*, 33(4), 456. Recuperado el 14 de Enero de 2022, de <https://www.inderscienceonline.com/doi/abs/10.1504/IJEP.2008.020571>
- Calderón et al. (2010). *Notas sobre tres especies de Gigartinaceae (Rhodophyta) del litoral peruano. Revista Peruana de Biología*, 17(1), 115-121. Obtenido de <http://www.scielo.org.pe/pdf/rpb/v17n1/a14v17n1.pdf>
- Carranza. (2020). *TESIS: Efecto del tamaño de corte en el crecimiento de Chondracanthus chamissoi (C. Agardh) Kützing 1843 "mococho" durante primavera 2019 - verano 2020 en la Zona Internacional de Huachaco, Perú*. Trujillo. Obtenido de TESIS
- Chapman et al. (01 de Enero de 1980). Physical anhedonia, perceptual aberration, and psychosis proneness. *Oxford Academy*, 6(4), 653. doi:<https://doi.org/10.1093/schbul/6.4.639>
- Colonización de *Chondracanthus chamissoi* (Rhodophyta, Gigartinales) sobre sustratos calcáreos en Playa Mendieta 59 Reserva Nacional de Paracas. (30 de 06 de 2011). *Anales Científicos*, 72(1). doi:10.21704/ac.v76i2.854,
- Colque. (2017). *Evaluación del crecimiento de cultivo vegetativo de (Chondracanthus chamissoi), utilizando fertilizante comercial bayfolan y medio guillard f/2, en condiciones de laboratorio Centro Acuicultura Morro Sama de FONDEPES*. Tacna, Perú: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Recuperado el 15 de Enero de 2022, de http://redi.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/1861/1120_2017_colque_arce_lm_fcag_pesquera.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Delgado et al. (Diciembre de 2015). *Estudio comparativo para propagación vegetativa de Chondracanthus chamissoi "Yuyo" sobre tres tipos de sustrato en ambiente controlado y su viabilidad en la región Moquegua. La actividad extractiva y recolección del recurso hidrobiológico en los últimos*. Obtenido de años se ha incrementado rápidamente en el litoral sur del Perú, 34(2),: <https://revistas.imarpe.gob.pe/index.php/boletin/article/download/274/264/512>
- Deza et al. (2002). *Efecto del tamaño de corte sobre la tasa de crecimiento y cobertura de la macroalga Chondracanthus chamissoi "yuyo" de la zona Submareal de playa Mendieta, Paracas, Pisco*. Obtenido de En J. Mendo & M. Wolff. Memorias I Jornada científica Reserva Nacional de Paracas: [https://C:/Users/Usuario/Downloads/Dezaetal2002Paracas%20\(2\).pdf](https://C:/Users/Usuario/Downloads/Dezaetal2002Paracas%20(2).pdf)
- Ghaderiardakani et al. (2019). Analysis of algal growth- and morphogenesis-promoting bacterial factors (AGPFs) in an integrated multi-trophic aquaculture system for farming the green seaweed *Ulva*. *Researchgate*, 11, 391. doi:10.3354/aei00319

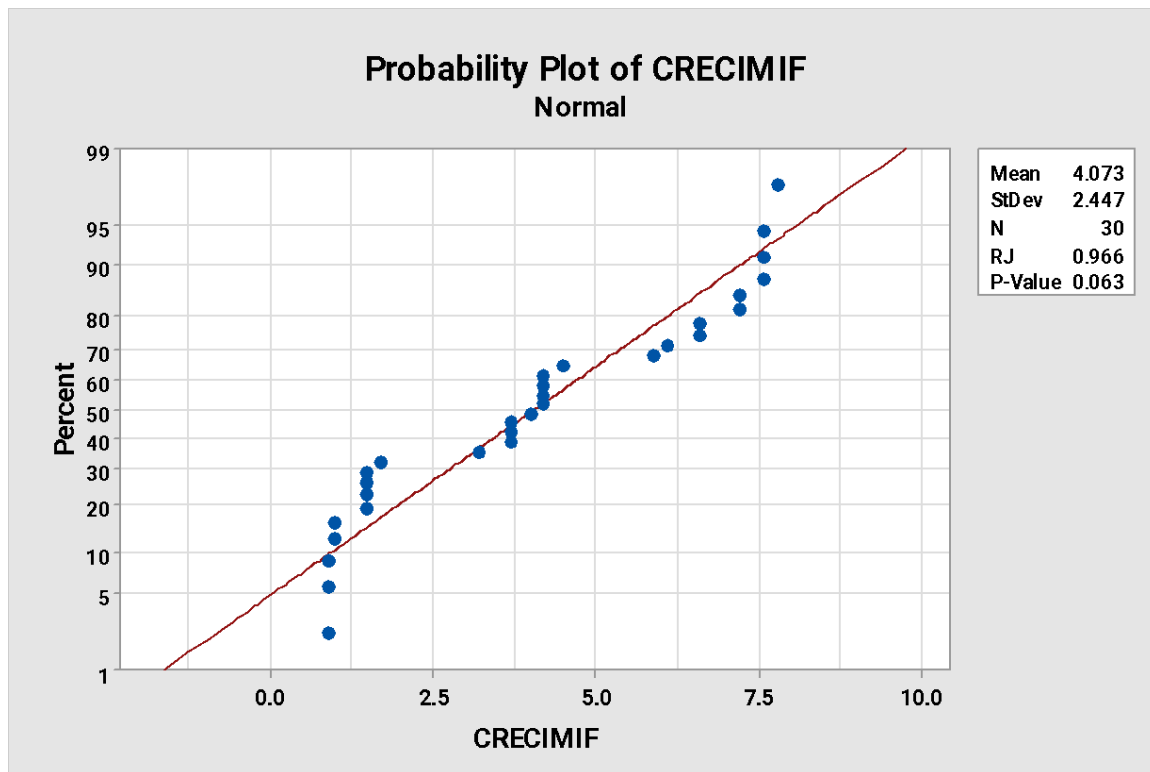
- Globe Seaweed International S.A.C. (2018). *Extracción ilegal de algas marinas en la región Ica*. Ica, Perú: Environmental Justice Atlas. Recuperado el 15 de Enero de 2022, de <https://ejatlas.org/conflict/enfrentamientos-por-el-control-de-la-extraccion-de-algas-marina>
- Gonzales. (1996). Teoría y problemas de funciones de varias variables. *Google Academico*, 4, 152. Recuperado el 12 de Enero de 2022, de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/autor?codigo=46083>
- Hansen y Doyle. (1981). *Mariculture of the red seaweeds*. California Sea Grant College Program. California: University of California. Recuperado el 10 de Febrero de 2022, de <https://www.worldcat.org/title/mariculture-of-red-seaweeds/oclc/8413238>
- Harrison y Hurd. (2001). Nutrient physiology of seaweeds: Application of concepts to aquaculture. *Resea*, 42, 82. Recuperado el 12 de Enero de 2022, de https://www.researchgate.net/publication/235938878_Nutrient_physiology_of_seaweeds_Application_of_concepts_to_aquaculture
- Herrera. (2005). "Variación mensual de los contenidos energéticos, porcentaje de rendimiento de carragenanos y análisis químicos de los carragenanos en la fase del ciclo de vida de *Chondracanthus chamissoi* (C. Agardh) Kutzing, 1843 (Rhodophyta, Gigartinales) en Coquimbo C. Obtenido de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2005/fch565v/doc/fch565v.pdf>
- Hoffmann y Bernabe;. (2000). *Flora Marina de Chile Central*. Recuperado el 15 de Enero de 2022, de https://bibliotecadigital.uchile.cl/permalink/56UDC_INST/llitqr/alma991005921459703936
- Icochea. (2008). *Bases biológicas para el manejo del recurso chondracanthus chamissoi en el litoral marino de huanchaco, departamento la libertad*. Trujillo, Perú: Universidad Nacional de Trujillo. Recuperado el 15 de Enero de 2022, de <https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/2285/Tesis%20Maestr%c3%ada%20-%20Elena%20%20Icochea%20Barbar%c3%a1n.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Lotze. (2019). Ecosystem-based management of seaweed harvesting. *Researchgate*, 62(5), 62. doi:10.1515/bot-2019-0027
- Macchiavello. (2003). *Vegetative propagation and spore-based recruitment in the carrageenophyte Chondracanthus chamissoi (Gigartinales, Rhodophyta) in northern Chile*. *Phycological Research*, 51: 45-50. Obtenido de <https://doi.org/10.1046/j.1440-1835.2003.00292.x>
- Macchiavello. (2013). *Manual de cultivo de Chondracanthus chamissoi (Chicorea de mar)*. Autofagasta, Chile: Universidad Católica del Norte. Recuperado el 15 de Enero de 2022, de <http://www.acuiculturaenareasmanejo.cl/wp-content/uploads/2014/06/MANUAL-CHICOR EA.pdf>
- Macchiavello et al. (2006). Vegetative propagation and spore-based recruitment in the carrageenophyte *Chondracanthus chamissoi* (Gigartinales, Rhodophyta) in northern Chile. *Phycological Research*, 51(1), 50. doi:10.1046/j.1440-1835.2003.00292.x
- Macchiavello et al. (2018). *Suspended culture of Chondracanthus chamissoi (Rhodophyta: Gigartinales) in Caleta Hornos (northern Chile) via vegetative propagation with secondary attachment discs*. *Journal of Applied Phycology*, 30, 1149–1155. Obtenido de <https://doi.org/10.1007/s10811-017-1307-z>

- Ministerio de la Producción. (2018). *Innovación y Futuro de la Agricultura y Pesca. Talleres Regionales*. Recuperado el 15 de Enero de 2022, de <https://www.pnipa.gob.pe/wp-content/uploads/2020/01/MACRORREGION-CENTRO-SUR-1u.pdf>
- Montero y Arbaiza. (2016). *Contexto productivo y comercial de las principales especies de macroalgas de importancia económica del Perú. Lima, Perú*. Obtenido de World Aquaculture Society: <https://www.was.org/meetings/ShowAbstract.aspx?Id=44550>
- Otaiza. (2015). *Manual de una técnica para el repoblamiento de chicoria de mar, Chondracanthus chamissoi (C. Agardh) Kützing (Rhodophyta, Gigartinales), en praderas naturales, Región del Biobío. Proyecto FONDEF-HUAM AQ12I0004. Gobierno de Chile*. Obtenido de <http://cibas.cl/wp-content/uploads/sites/47/2018/04/Manual-repoblamiento-CHICORIA-DE-MAR-Otaiza-Caceres-2015.pdf>
- Pariona y Kodaka. (2011). *Colonización de Chondracanthus chamissoi (Rhodophyta, Gigartinales) sobre sustratos calcáreos en Playa Mendieta 59 Reserva Nacional de Paracas. Anales Científicos, 72(1), 19 - 26. doi:10.21704/ac.v76i2.854*. Obtenido de <https://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/acu/article/view/854/876>
- Peña y Alvarez. (2005). *Algas como indicadores de contaminación. Research Gate*. Recuperado el 15 de Enero de 2022, de https://www.researchgate.net/publication/257297411_Algas_como_indicadores_de_contaminacion
- Purizaca. (2022). *Cultivo de Algas Chondracanthus chamissoi en Chile. Pisco, Perú. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional San Luis Gonzaga]. Repositorio Institucional*. Obtenido de <https://repositorio.unica.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13028/4005/Cultivo%20de%20algas%20%28Chondracanthus%20chamissoi%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Quispe y Vasquez. (2020). *Análisis económico del Cultivo Comercial de Chondracanthus chamissoi, en San Andrés, Pisco, Perú*. Lima, Perú: Universidad Científica del Sur. Recuperado el 12 de Enero de 2022, de <https://repositorio.cientifica.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12805/1673/TL-Quispe%20A-Vasquez%20S.pdf?sequence=8&isAllowed=y>
- Ramirez y Santelices. (1991). *Primeros estadios de cultivo a partir de carpósporas de Chondracanthus chamissoi de tres localidades de la costa peruana*. Obtenido de <https://www.scielo.cl/pdf/revbiolmar/v54n2/0718-1957-revbiolmar-54-02-204.pdf>
- Ramos. (2021). *DISEÑOS DE INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL. Vol. 10(1):1390-681*. Obtenido de <https://cienciamerica.edu.ec/index.php/uti/article/view/356>
- Ricker. (1979). *Fish physiology. Bioenergetics and growth. Vol. 8. London, Academic Press*. Recuperado de Obtenido de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022012000300023.
- Riofrío. (2003). *Efecto de la variabilidad térmica sobre la biología vegetativa y reproductiva de Chondracanthus chamissoi (C. Agardh) Kützing (Rhodophyta) en la Bahía de Ancón, Perú. Biblioteca de la Facultad de Ciencias Biológicas, 47*. Recuperado el 12 de Enero de 2022, de https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/tesis/basic/Riofrío_VO/Contenido.htm

- Rojas. (1976). *Estudio Ecológico de Gigartina chamissoi* (C.Ag.)J.Ag.(Rhodophyta,Gigartinales),I.Crecimiento estacional y reproducción. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Obtenido de [https://C:/Users/Usuario/Downloads/Dezaetal2002Paracas%20\(2\).pdf](https://C:/Users/Usuario/Downloads/Dezaetal2002Paracas%20(2).pdf)
- Saez. et al. (2008). The Role of the Secondary Attachment Disc in the Vegetative Propagation of *Chondracanthus chamissoi* (Gigartinales, Rhodophyta). *Aquatic Botany*, 89(1), 65. doi:10.1016/j.aquabot.2008.01.004
- Santelices. (1996). Seaweed Research and Utilization in Chile: Moving Into a New Phase. *Hydrobiologia*, 326(1), 14. Recuperado el 12 de Enero de 2022, de <https://repositorio.uc.cl/handle/11534/19647>
- Silva. (2020). <https://www.maryciencia.org/>. Recuperado el 14 de Enero de 2022, de <https://www.maryciencia.org/mujeres-de-mar/katherine-silva/>
- Vidal y O'Ryan. (2015). *Chicorea de mar (Chondracanthus chamissoi): Situación y perspectivas*. CIHDE, 75. Recuperado el 14 de Enero de 2022. http://algueras.cl/wp-content/uploads/2020/10/CHICOREA-DE-MAR-SITUACION-Y-PERSPECTIVAS_CORFO.pdf. Obtenido de http://algueras.cl/wp-content/uploads/2020/10/CHICOREA-DE-MAR-SITUACION-Y-PERSPECTIVAS_CORFO.pdf
- Yamashiro. et al. (2016). El recurso calamar gigante en la costa peruana y El Niño. *Instituto del Mar del Perú*, 6. Recuperado el 15 de Enero de 2022, de <https://repositorio.imarpe.gob.pe/bitstream/20.500.12958/3042/1/Bol.%20ocean.%202%281%29-4.pdf>
- Yang et al . (2015). "Molecular evidence for verifying the distribution of *Chondracanthus chamissoi* and *C. teedei* (Gigartinaceae, Rhodophyta)" *Botanica Marina*, 58(2):103-113. Obtenido de <https://doi.org/10.1515/bot-2015-0011>
- Yang y Macaya. (2005). Molecular evidence for verifying the distribution of *Chondracanthus chamissoi* and *C. teedei* (Gigartinaceae, Rhodophyta). *Botanica Marina*, 58(2), 113. doi:10.1515/bot-2015-0011

IX. ANEXOS

1. Prueba de normalidad para la variable crecimiento final



Prueba

Ho: todos los datos son normales

Ha: los datos no se distribuyen de forma normal

Regla de decisión

Sí: p-valor < 0,05 se rechaza la Ho

Sí: p-valor \geq 0,05 se acepta la Ho

Decisión:

Puesto que el p-valor > 0,05; entonces decimos que los datos se distribuyen de forma normal

2. Prueba homogeneidad de varianzas para la variable crecimiento final

Test

Método Estadístico Valor P

Bartlett 5.47 0.065

Prueba

Ho: las varianzas son iguales

Ha: al menos una varianza es diferente

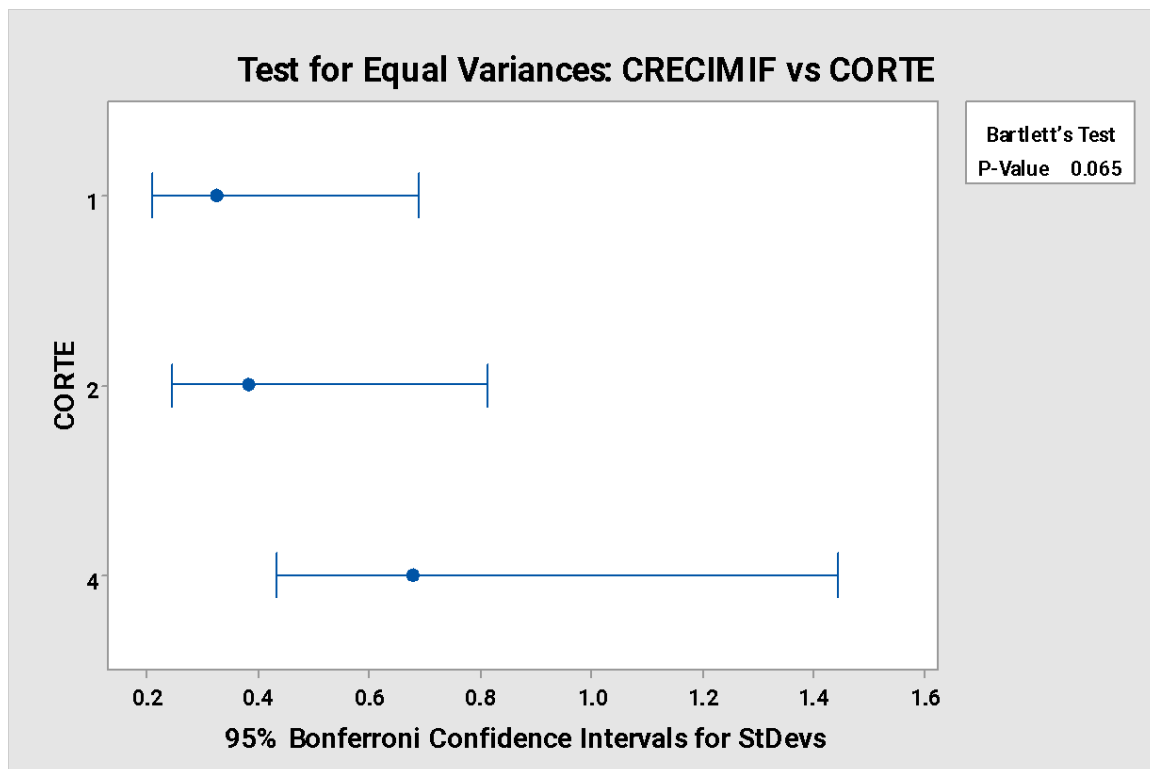
Regla de decisión

Sí: p-valor $< 0,05$ se rechaza la Ho

Sí: p-valor $\geq 0,05$ se acepta la Ho

Decisión:

Puesto que el p-valor $> 0,05$; entonces decimos que los datos tienen varianzas iguales.



3. Anova de la variable crecimiento final

De una sola mano ANOVA: CRECIMIENTO versus CORTE

Método

Hipótesis nula Todos los medios son iguales

Hipótesis alternativa Al menos una media es diferente

Nivel significativo $\alpha = 0.05$

Se supusieron varianzas iguales para el análisis

Informació de factores

Factor Niveles Valores

CORTE 3 1, 2, 4

Análisis de variación

Fuente DF Adj SS Adj MS Valor -F Valor -P

CORTE 2 167.235 83.6173 353.64 0.000

Error 27 6.384 0.2364

Total 29 173.619

Decisión:

Puesto que el p-valor es menor que 0,05; entonces el análisis de varianza indica que hay diferencias significativas entre los tratamientos y por lo tanto se realiza la prueba de Tukey

Modelo de resumen S R-sq R-sq(adj) R-sq(pred)

0.486256 96.32% 96.05% 95.46%

Media

CORTE N Media Desv Sta 95% CI

0.1 10 1.240 0.324 (0.924, 1.556)

2 10 3.960 0.381 (3.644, 4.276)

4 10 7.020 0.678 (6.704, 7.336)

Agrupados Desv Sta = 0.486256

Comparaciones por pares Tukey

Agrupación de información usando el método de Tukey y 95% de confianza

CORTE N Media Agrupamiento

4 10 7.020 A

2 10 3.960 B

0.1 10 1.240 C

La s medias que no comparten una letra son significativamente diferentes

Conclusión:

Existen diferencias significativas en el crecimiento final entre los diferentes tratamientos.

4. Registro de datos de crecimiento de *C. chamissoi* en los diferentes tratamientos en el tiempo según fechas de muestreo.

Fecha	16/08/2021		
	Tratamientos		
MUESTR A	0.1	2	4
1	0.1	2	4
2	0.1	2	4
3	0.1	2	4
4	0.1	2	4
5	0.1	2	4
6	0.1	2	4
7	0.1	2	4
8	0.1	2	4
9	0.1	2	4
10	0.1	2	4
Promedio	0.1	2	4

Fecha	30/08/2021		
	Tratamientos		
MUESTR A	0.1	2	4
1	0.15	2.3	4.5
2	0.3	2.2	4.6
3	0.3	3	4.5
4	0.2	2.5	4.5
5	0.2	2.4	4.7
6	0.5	2.15	4.5
7	0.3	2.4	4.5
8	0.3	2.4	4.8
9	0.7	2.2	4.5
10	0.4	2.5	4.6
Promedio	0.335	2.405	4.57

Fecha	14/09/2021		
	Tratamientos		
MUESTR A	0.1	2	4
1	1.1	3.1	5.8
2	1	2.6	5
3	1.3	3.5	4.9
4	0.4	3.4	5.4
5	0.6	2.9	5.5
6	0.6	2.5	5
7	0.9	2.9	5.1
8	0.3	2.6	5
9	1	3.3	4.8
10	0.4	3.4	4.9
Promedio	0.76	3.02	5.14

Fecha	29/09/2021		
	Tratamientos		
MUESTR A	0.1	2	4
1	1.2	3.3	6
2	1.1	3.7	5.1
3	1.4	3.8	5.1
4	0.5	3.6	6
5	0.7	3.1	5.8
6	0.7	2.6	6
7	1	3.1	5.5
8	0.6	2.9	5.9
9	1.1	3.6	5
10	0.5	3.8	5
Promedio	0.88	3.35	5.54

Fecha	14/10/2021		
	Tratamientos		
MUESTRA	0.1	2	4
1	1.3	3.6	6.2
2	1.2	3.8	5.7
3	1.5	4.1	5.3

4	0.6	3.8	6.6
5	0.8	3.2	6.2
6	0.8	2.9	6.6
7	1.1	3.3	6
8	0.7	3.2	6.2
9	1.2	3.8	6
10	0.6	4	5.7
Promedio	0.98	3.57	6.05

Fecha	29/10/2021		
	Tratamientos		
MUESTR A	0.1	2	4
1	1.4	3.8	6.9
2	1.4	4	5.9
3	1.6	4.2	5.6
4	0.8	4	7.5
5	0.9	3.5	7.5
6	0.9	3	6.9
7	1.2	3.5	6.2
8	0.8	3.5	6.9
9	1.4	4	7.5
10	0.8	4	5.8
Promedio	1.12	3.75	6.67

Fecha	13/11/2021		
	Tratamientos		
MUESTR A	0.1	2	4
1	1.5	4	7.6
2	1.5	4.2	6.6
3	1.7	4.5	5.9
4	0.9	4.2	7.6
5	1	3.7	7.6
6	1	3.2	7.2
7	1.5	3.7	6.6
8	0.9	3.7	7.2
9	1.5	4.2	7.8
10	0.9	4.2	6.1
Promedio	1.24	3.96	7.02