UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA PESQUERA

RELACIÓN DE LOS PARÁMETROS OCEANOGRÁFICOS (TEMPERATURA, NITRITOS, NITRATOS E INTENSIDAD DE LUZ), CON LOS PARÁMETROS DE CRECIMIENTO EN *Lessonia nigrescens* (Aracanto negro)

TESIS

PRESENTADO POR:

HARRY JORDY AYMER ROJAS

Para optar por el Título Profesional de:

INGENIERO PESQUERO

ILO – PERÚ
2022

UNAM
UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA PESQUERA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA
UNAM
SECRETARIO

Folio Nº 0007

ACTA DE SUSTENTACIÓN

I. Modalidad:

Tesis : [X]
Trabajo de Suficiencia Profesional : [ ]
Otro: ..... : [ ]

II. Documento de aprobación para la sustentación:

Resolución de Facultad Nº 025-2022-FACI-UNAM

Fecha: 07/Abril/2022

III. El jurado ha dictaminado la (el) TESIS, TITULADO:

Relación de los parámetros oceanográficos (temperatura, nitritos, nitratos, e intensidad de luz) con los parámetros de crecimiento en Lessonia nigrescens (Aracanto Negro)

Bachiller: Harry Jordy Aymer Rojas

Asesor Principal: Alejandro Marcelo Gonzales Vargas

Co-Asesor: — — — — — —

IV. Se dictamina:

Como: APROBADO por Unanimidad la sustentación de manera:

Presencial [X] Virtual [ ]

Con nota: Dieciseis (16) por lo que; Sí [X] No [ ]

Opta el Título Profesional de INGENIERO PESQUERO.

Siendo las 09 horas, del 07 de Abril del año 2022 se procede con la firma en conformidad de lo dictaminado por el Jurado.

Euler Tito Chura
Presidente

Mg. Vilma Amalia Vilca Cáceres.
Primer Miembro

José Luis Ramos Tejeda
Segundo Miembro

HARRY JORDY AYMER ROJAS
Bachiller

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA PESQUERA

TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO PESQUERO

RELACIÓN DE LOS PARÁMETROS OCEANOGRÁFICOS (TEMPERATURA, NITRITOS, NITRATOS E INTENSIDAD DE LUZ), CON LOS PARÁMETROS DE CRECIMIENTO EN *Lessonia nigrescens* (Aracanto negro)

Tesis sustentada y aprobada el 07 de abril del 2022, estando el jurado calificador y asesor integrado por:

PRESIDENTE

_____

M.S.c. Hugo Euler Tito Chura

1ER MIEMBRO

_____

Mgr. Vilma Amalia Vilca Cáceres

2DO MIEMBRO

_____

Mgr. José Luis Ramos Tejeda

ASESOR

_____

M.S.c. Alejandro Marcelo Gonzales Vargas

DEDICATORIA

A Dios, por darme salud y permitir la realización del presente trabajo. A mis padres Eloy y Nanette, por haberme forjado como la persona que soy actualmente, por apoyarme en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo a través del tiempo.

A mis hermanas quienes siempre han confiado en mí, brindándome su apoyo y confianza.

A mis tíos y primos, que me apoyaron durante mi formación.

A mis difuntos abuelos, a mi tío y primo quienes siempre me apoyaron y brindaron consejos que hasta ahora empleo.

AGRADECIMIENTO

Al coordinador del Instituto del Mar del Perú sede Ilo, al MSc. Ygor Sanz Ludeña, por brindarme la oportunidad de realizar el presente trabajo en el Instituto del Mar del Perú.

Al M.Sc. Alejandro Gonzales Vargas por las sugerencias y asesoramiento durante la ejecución del informe de tesis.

Al M.Sc. Alex Tejada Cáceres por el asesoramiento en la parte estadística.

Y a todas aquellas personas que involuntariamente omita y que, de alguna manera, me apoyaron desinteresadamente al logro de trabajo.

RESUMEN

Lessonia berteroana (ex Lessonia nigrescens), es una macroalga parda de interés económico en varias partes a nivel mundial, debido a su contenido de alginato el cual es usado en diversas industrias. Esta especie habita las zonas rocosas intermareales y sirve de protección para otras especies de macrobentos. Tiene una distribución tanto en Perú como en Chile, entre ~17°S y 30°S. En Ilo esta especie se puede apreciar en distintas playas; cuando esta macroalga vara, distintas asociaciones de pescadores artesanales la acopian para su comercialización. De las evidencias anteriores se puede observar que este recurso tiene una importancia económica, ecológica y social.

Ahora bien, en cuanto a información sobre las tasas de crecimiento, no hay estudios realizados en la zona. Por consiguiente, el objetivo principal del presente estudio tiene por finalidad evaluar la tasa de crecimiento de la macroalga parda *L. berteroana* y su relación frente algunos parámetros oceanográficos en la zona denominada Calienta negros, ubicada en el puerto de Ilo.

El trabajo de investigación se realizó en el departamento de Moquegua, distrito de Ilo, en el intermareal rocoso de la zona denominada Calienta negros (17° 39’ 39,5’’ °S 71° 21’ 34,1’’ °W), donde se marcaron ejemplares de distinto rango de talla (< 5 - >20), luego se procedió a medir la longitud total y diámetro mayor mensualmente, esto dependía de las condiciones oceanográficas favorables. El crecimiento se expresó mediante una tasa de crecimiento (cm/mes). Por otro lado, se aplicó un análisis de correlación entre las tasas de crecimiento del DMR y LT con los valores de los parámetros oceanográficos (temperatura, nitritos, nitratos e intensidad de luz).

En el caso del DMR, la tasa de crecimiento de *L. nigrescens* en relación al diámetro mayor del rizoide del esporofito varió entre 0,60 y 1,74 cm/mes, y un valor promedio de 1,04 cm/mes, las mayores tasas de crecimiento se estimaron en los meses de junio, agosto y abril.

Asimismo, para la tasa de crecimiento de *L. nigrescens* en relación a la longitud total del esporofito varió entre 10,71 y 27,24 cm/mes, y un valor promedio de 20,08 cm/mes, las mayores tasas de crecimiento se estimaron en los meses de abril, junio, agosto y diciembre. También se observó que por estaciones la mayor tasa de crecimiento se registró en otoño para LT (23.75 cm/mes) y DMR (1.32 cm/mes) y por rangos de talla las mayores tasas de crecimiento se dieron en los esporofitos que median de 10 cm de DMR a más. Así también se determinó que los

parámetros oceanográficos (temperatura, nitritos, nitratos e intensidad de luz) tienen cierta tendencia de manera mensual, para el caso de la temperatura superficial del mar se encontró temperaturas entre 14.80 y 17.33 °C, las altas temperaturas no favorecen al crecimiento de *Lessonia nigrescens,* las menores tasas de crecimiento se dieron en la etapa de verano tanto para el DMR Y LT alcanzando valores promedio de 0.74 cm/mes y 15.82 cm/mes. en cuanto a los nitratos y nitritos se observó que en la etapa de verano tienen una menor concentración con valores de 0.84 µmol/L para los nitritos y el nitrato con un valor promedio de 9.91 µmol/L. Lo cual afecta el crecimiento de *L. nigrescens.* En el caso de la intensidad de luz, se vio que también afecta el crecimiento de *L. nigrescens*, las etapas de primavera y verano fueron donde la intensidad de luz alcanzo mayores niveles con valores de (128333.33 lux) para la primavera y en el caso de verano con un valor de (111133.33 lux). Por las estaciones de año se puede ver un panorama más claro de la influencia de los parámetros oceanográficos con las tasas de crecimiento de DMR y LT.

Palabras clave: temperatura, nitratos, tasa de crecimiento, rizoide, longitud total.

ABSTRACT

Lessonia berteroana (ex *Lessonia nigrescens*), is a brown macroalgae of economic interest in various parts of the world, due to its alginate content, which is used in various industries. This species inhabits rocky intertidal zones and serves as protection for other macrobenthos species. It has a distribution in both Peru and Chile, between ~17°S and 30°S. In Ilo this species can be seen on different beaches; when this macroalgae strands, different associations of artisanal fishermen collect it for sale. From the above evidence it can be seen that this resource has economic, ecological and social importance.

However, in terms of information on growth rates, there are no studies carried out in the area. Therefore, the main objective of this study is to evaluate the growth rate of the brown macroalgae *L. berteroana* and its relationship with some oceanographic parameters in the area called Calenta Negros, located in the port of Ilo.

The research work was carried out in the department of Moquegua, district of Ilo, in the rocky intertidal zone called Calenta Negros (17° 39' 39.5" °S 71° 21' 34.1" °W) , where specimens of different size range (<5 ->20) were marked, then the total length and largest diameter were measured monthly, this depended on favorable oceanographic conditions. Growth was expressed as a growth rate (cm/month). On the other hand, a correlation analysis was applied between the growth rates of the DMR and LT with the values of the oceanographic parameters (temperature, nitrites, nitrates and light intensity).

In the case of DMR, the growth rate of *L. nigrescens* in relation to the largest diameter of the rhizoid of the sporophyte varied between 0.60 and 1.74 cm/month, and an average value of 1.04 cm/month, the largest growth rates were estimated in the months of June, August and April.

Likewise, for the growth rate of *L. nigrescens* in relation to the total length of the sporophyte, it varied between 10.71 and 27.24 cm/month, and an average value of 20.08 cm/month, the highest growth rates were estimated in the months of April, June, August and December. It was also observed that by seasons the highest growth rate was recorded in autumn for LT (23.75 cm/month) and DMR (1.32 cm/month) and by size ranges the highest growth rates occurred in the sporophytes that measured 10 cm from DMR to more. Thus, it was also determined that the oceanographic parameters (temperature, nitrites, nitrates and light intensity) have a certain trend on a monthly basis, in the case of the sea surface

temperature, temperatures between 14.80 and 17.33 °C were found, high temperatures do not favor to the growth of *Lessonia nigrescens*, the lowest growth rates occurred in the summer stage for both the DMR and LT, reaching average values of 0.74 cm/month and 15.82 cm/month. Regarding nitrates and nitrites, it was observed that in the summer stage they have a lower concentration with values of 0.84 µmol/L for nitrites and nitrate with an average value of 9.91 µmol/L. Which affects the growth of *L. nigrescens*, In the case of light intensity, it was seen that it also affects the growth of *L. nigrescens*, the spring and summer stages were where the light intensity reached higher levels with values of (128333.33 lux) for spring and in the case summer with a value of (111133.33 lux). By the seasons of the year, a clearer picture of the influence of oceanographic parameters with the growth rates of DMR and LT can be seen.

Keywords: temperature, nitrates, growth rate, rhizoid, total length.

INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA I
AGRADECIMIENTO II
RESUMEN III
ABSTRACT V
INDICE DE CONTENIDO VII
INDICE DE FIGURAS X
INDICE DE TABLAS XII
INDICE DE ANEXOS XII

I. Planteamiento del problema 1
1.1. Descripción y formulación del problema 1
1.1.1. Formulación del problema 1
1.2. Objetivos 2
1.2.1. Objetivo general 2
1.2.2. Objetivo especifico 2
1.3. Justificación e importancia 2
1.4. Hipótesis 3
1.4.1. Hipótesis nula 3
1.4.2. Hipótesis alternativa 3
1.5. Variables 3
1.5.1. Variable independiente 3
1.5.2. Variable dependiente 3
II. Marco Teórico 3
2.1. Antecedentes 3
2.2. Bases teóricas 9
2.2.1. Biología de *Lessonia nigrescens* 9
2.2.2. Aspectos generales sobre el uso de *L. nigrescens* 11
2.2.3. Parámetros oceanográficos 13
2.3. Definición de términos 14
2.3.1. Algas pardas 14
2.3.2. Colecta 14
2.3.3. Estipe 15
2.3.4. Fronda 15
2.3.5. Longitud total 15
2.3.6. Rizoide 15

2.3.7. Crecimiento 15
2.3.8. Varado 15
III. Metodología 16
3.1. Tipo y nivel de investigación 16
3.2. Ámbito temporal y espacial 16
3.3. Población y muestra 17
3.3.1. Población 17
3.3.2. Muestra 17
3.4. Instrumentos 17
3.4.1. Instrumentos de laboratorio 17
3.4.2. Equipos 18
3.4.3. Instrumentos utilizados en campo 18
3.5. Procedimientos 18
3.5.1. Ubicación de las zonas muestréales y marcaje de esporofitos 18
3.5.2. Conteo de esporofitos 19
3.5.3. Control de parámetros físico - químicos 19
3.6. Análisis de datos 20
IV. Resultados y discusión 20
4.1. Tasa de crecimiento de *L. nigrescens* de la longitud total 20
4.1.1. Tasa de crecimiento de la longitud total por mes 20
4.1.2. Tasa de crecimiento de la longitud total por estaciones del año 23
4.1.3. Tasa de crecimiento de la longitud total por rango de talla DMR 24
4.2. Tasa de crecimiento de *L. nigrescens* del diámetro mayor del rizoide 26
4.2.1. Tasa de crecimiento del DMR por mes 26
4.2.2. Tasa de crecimiento del DMR por estaciones del año 28
4.2.3. Tasa de crecimiento del DMR por rango de tallas del diámetro mayor del rizoide 30
4.3. Relación de las tasas de crecimiento con variables oceanográficas 31
4.3.1. Relación de temperatura con diámetro mayor del rizoide 31
4.3.2. Relación de temperatura con longitud total 32
4.3.3. Relación de nitrato con diámetro mayor del rizoide 32
4.3.4. Relación de nitrato con longitud total 33
4.3.5. Relación de nitrito con diámetro mayor del rizoide 34
4.3.6. Relación de nitrito con longitud total 34
4.3.7. Relación de luz con diámetro mayor del rizoide 35
4.3.8. Relación de luz con longitud total 36

4.3.9. Relación de los parámetros físico – químicos con la tasa de crecimiento tanto para DMR y LT 36
4.4. Discusión 37
V. Conclusiones 39
VI. Recomendaciones 40
VII. Referencias 41
VIII. Anexos 44

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ciclo de vida de *L. nigrescens* 10
Figura 2 Morfología general del genero *Lessonia* 11
Figura 3 Ubicación geográfica de la zona de estudio 16
Figura 4 Vista panorámica de la zona de estudio..... 17
Figura 5 Tasa de crecimiento de la LT (cm/mes) + Error standard de esporofitos de *L. nigrescens* por mes en la zona de Calienta negros – Ilo 21
Figura 6 Box Plot y Prueba de Kruskal Wallis de la LT (cm/mes) de Esporofitos de *L. nigrescens* por mes 22
Figura 7 Tasa de crecimiento de la LT (cm/mes) + Error standard de esporofitos de *L. nigrescens* por estación de año en la zona de Calienta negros – Ilo..... 23
Figura 8 Box Plot y Prueba de Kruskal Wallis de la LT (cm/mes) de esporofitos de *L. nigrescens* por estaciones 24
Figura 9 Tasa de Crecimiento de la LT (cm/mes) + Error standard de Esporofitos de *L. nigrescens* por Rango de Tallas del Diámetro Mayor del Rizoide en la Zona de Calienta Negros – Ilo 25
Figura 10 Box Plot y Prueba de Kruskal Wallis de la LT (cm/mes) de Esporofitos de *L. nigrescens* por Rango de DMR..... 25
Figura 11 Tasa de Crecimiento del DMR (cm/mes) + Error standard de Esporofitos de *L. nigrescens* por mes en la Zona de Calienta Negros – Ilo 26
Figura 12 Box Plot y Prueba de Kruskal Wallis del DMR (cm/mes) de esporofitos de *L. nigrescens* por mes..... 27
Figura 13 Tasa de Crecimiento del DMR (cm/mes) + Error standard de Esporofitos de *L. nigrescens* por Estación del año en la Zona de Calienta Negros - Ilo 28
Figura 14 Box Plot y Prueba de Kruskal Wallis del DMR(cm/mes) de Esporofitos de *L. nigrescens* por Estaciones..... 29
Figura 15 Tasa de Crecimiento del DMR (cm/mes) + Error standard de Esporofitos de *L. nigrescens* por Rango de Tallas del Diámetro Mayor del Rizoide en la Zona de Calienta Negros – Ilo 30
Figura 16 Box Plot y Prueba de Kruskal Wallis del DMR (cm/mes) de Esporofitos de *L. nigrescens* por Rango de DMR..... 31
Figura 17 Relación de Temperatura con Diámetro Mayor del Rizoide..... 31
Figura 18 Relación de Temperatura con Longitud Total..... 32
Figura 19 Relación de Nitrato con Diámetro Mayor del Rizoide 33
Figura 20 Relación de Nitrato con Longitud Total..... 33
Figura 21 Relación de Nitrito con Diámetro Mayor del Rizoide..... 34

Figura 22 Relación de Nitrito con Longitud Total 35
Figura 23 Relación de Luz con Diámetro Mayor del Rizoide 35
Figura 24 Relación de Luz con Longitud Total 36

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Número de Algas Marcadas por Rango de Talla del DMR de *L. nigrescens* 19
Tabla 2 Tasa de Crecimiento de la Longitud Total (cm/mes) por Mes y Rango de DMR de *L. nigrescens* 22
Tabla 3 Tasa de Crecimiento de la Longitud Total (cm/mes) por Estación del Año y Rango de DMR de *L. nigrescens* 23
Tabla 4 Tasa de Crecimiento del DMR (cm/mes) por Mes y Rango del DMR de *L. nigrescens* 27
Tabla 5 Tasa de Crecimiento del DMR (cm/mes) por Estación del Año y Rango de DMR de *L. nigrescens* 29
Tabla 6 Resumen de la regresión lineal (a, b, R^2 y R) de las relaciones de las tasas de crecimiento con las variables oceanográficas 36

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A: Medición de temperatura superficial del mar. 44
Anexo B: Medición del Diámetro Mayor del Rizoide. 44
Anexo C: Medición de luz con un luxómetro. 44
Anexo D: Medición de Longitud total..... 45
Anexo E: Medición de DMR. 45
Anexo F: Muestras de Nitrito y Nitrato. 45
Anexo G: Vernier para medir el diámetro de *L. nigrescens*……..... 46
Anexo H: Precinto para marcar las macroalgas…….…….46
Anexo I: Formato de control para los parámetros oceanográficos……..46

Introducción

Las macroalgas son recursos marinos de gran importancia económica, social y ecológica a nivel mundial. En el Perú, hay dos especies principales las cuales son: *Lessonia nigrescens* y *Lessonia trabeculata*, ambas especies son acopiadas por asociaciones, familias dedicadas eventualmente a este recurso. Estas macroalgas son acopiadas debido a su alto contenido de alginato, el cual es bastante requerido por distintas industrias, para la fabricación de diferentes productos que tienen como ingrediente el alginato (Aragón et al., 2011; Gonzáles, Tapia, Wilson, Garrido & Ávila, 2002; Tala & Edding, 2005)

Asi mismo estas macroalgas ubicadas en las zonas intermareales y submareales, forman grandes bosques, debido a que son organismos dominantes. En los que muchos organismos (macrobentos) se establecen y crean su habitat entre las frondas y rizoides, allí encuentran refugio, areas de desove, asentamiento larval, etc. Estos organismos forman parte primordial de la cadena trofica, por lo cual estas macroalgas son importantes ecologicamente (Cancino & Santelices, 1984; Campos, Berrios, Oses, Gonzáles, & Bonnail, 2021; Vasquez & Santelices, 1984)

Sin embargo la creciente demanda de *L. nigrescens* conjuntamente con su alto nivel de explotacion, podria generar la perdida de estos bosques algales en un futuro. Por lo cual el gobierno atraves del viceministerio de pesqueria, recurrieron a tomar medidas preventivas, para asi evitar la explotacion y permitir una renovación apropiada de este recurso, obteniendo asi el uso sostenible de estas macroalgas y a la vez proteger los organismos que habitan estos bosques algales (Gonzáles, Gelcich, Pérez, Vega, & Vásquez, 2021; PRODUCE, 2009; Vasquez, 1995)

La información sobre el crecimiento de esta especie es escasa, lo que no permite conocer su renovación, incremento en biomasa y tamaño de este recurso. Para comprender el crecimiento de este recurso en medio natural y si guarda alguna relacion con los parámetros oceanográficos, se realizo el presente estudio que evaluo la tasa de crecimiento del alga *L. nigrescens*, tanto en Longitud total (LT) como en el Diametro mayor del rizoide (DMR) y su relación frente algunos parámetros oceanográficos.

I. Planteamiento del problema

1.1. Descripción y formulación del problema

El aracanto negro (*Lessonia nigrescens*), es una especie de macroalga parda de importancia económica a nivel nacional e internacional debido a su alta propiedad de alginato usado en la industria de alimentos y en industrias farmacéuticas para fabricación de varios productos (Guiry & Blunden, 1991 citado en Tala & Edding, 2005).

En Perú, este recurso tiene su habitad distribuido desde las costas del Pacífico Este del Hemisferio Sur, encontrándose entre los 14° S y los 40º S (Carbajal & Gamarra, 2018).

El gobierno peruano protege este recurso prohibiendo su extracción durante todo el año con la finalidad de poder mantenerlo en estas zonas sin causar su extinción. Se ha tomado las medidas necesarias para evitar la extinción de este recurso y así mantener una población constante de *L. nigrescens*. La población que tiene esta especie es baja comparado a años anteriores, generado por las malas prácticas de extracción, la única manera de su aprovechamiento es recolectando los ejemplares varados (PRODUCE, 2009).

El crecimiento y fertilidad de *L. nigrescens* y otras macroalgas del mismo orden, se ven afectadas por los factores oceanográficos, tales como luz, temperatura y nutrientes (Avila, Hoffman, & Santelices, 1985).

La información sobre el crecimiento de esta especie es escasa, lo cual, no nos permite conocer la renovación de su población y su incremento en biomasa y tamaño de este recurso. Por tal razón, este estudio tiene por finalidad evaluar la tasa de crecimiento del alga *L. nigrescens*, y su relación frente algunos parámetros oceanográficos.

1.1.1. Formulación del problema

¿Existe relación de algunos parámetros oceanográficos (temperatura, nitritos, nitratos e intensidad de luz) con los parámetros de crecimiento de *L. nigrescens*?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Determinar la relación de algunos parámetros oceanográficos (temperatura, nitritos, nitratos e intensidad de luz) con los parámetros de crecimiento en *L. nigrescens*.

1.2.2. Objetivo especifico

Determinar la tasa de crecimiento en función a la longitud total del esporofito de *L. nigrescens.*

Determinar la tasa de crecimiento en función al diámetro mayor del rizoide de *L. nigrescens.*

Relacionar las variables oceanográficas de temperatura, nitritos, nitratos e intensidad de luz con tasas de crecimiento de *L. nigrescens.*

1.3. Justificación e importancia

El aracanto negro (*L. nigrescens*) cuenta con gran importancia económica en la provincia de Ilo, como también en algunos otros departamentos e incluso países extranjeros que importan este recurso debido a su alto contenido de alginato. Por lo cual se realiza la recolección de esta especie en las diferentes riberas a nivel nacional.

La situación problemática por la que se realiza esta investigación es debido a la falta de información sobre el crecimiento de las praderas de *L. nigrescens*, siendo de carácter importante la obtención de estos datos para poder evitar la sobre explotación de esta especie del medio natural y al mismo tiempo pudiendo apoyar a la población con una data más precisa del tiempo de crecimiento de este recurso.

En la presente tesis propongo evaluar la tasa de crecimiento de *L. nigrescens*, con el propósito de comprender su crecimiento en un ambiente natural y su relación con algunos parámetros ambientales. Es por ello, que se planteó determinar las tasas de crecimiento de esporofitos de *L. nigrescens* a través del diámetro mayor del rizoide y la

longitud total de la fronda teniendo como parámetros oceanográficos la temperatura, intensidad de luz, nitratos y nitritos sobre el crecimiento.

Sin embargo, no existen trabajos que puedan demostrar el rol de estos parámetros en el crecimiento de *L. nigrescens*, con lo cual cobra mucha importancia la realización del presente proyecto de investigación, enfocado a medir el desarrollo de esta especie conjuntamente con los parámetros oceanográficos.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis nula

H_0: Los parámetros oceanográficos (temperatura, nitritos, nitratos e intensidad de luz) no influyen significativamente en los parámetros de crecimiento de *L. nigrescens*.

1.4.2. Hipótesis alternativa

H_1: Los parámetros oceanográficos (temperatura, nitritos, nitratos e intensidad de luz) si influyen significativamente en los parámetros de crecimiento de *L. nigrescens*.

1.5. Variables

1.5.1. Variable independiente

Parámetros oceanográficos (Temperatura, Nitritos, Nitratos E Intensidad De Luz)

1.5.2. Variable dependiente

Crecimiento

II. Marco Teórico

2.1. Antecedentes

Hoffman, Avila, & Santelices (1984) analizaron las concentraciones de fosfato y nitrato para así ver los efectos que tendría sobre las etapas microscópicas del crecimiento de *Lessonia nigrescens* Bory. Las meiosporas fueron cultivadas en distintas concentraciones de nutrientes (0 a 100 µmol N. 1^{-1} y de 0 a 1.00 µmol P. 1^{-1}). Asimismo, contaban con condiciones óptimas de luz y de la temperatura.

Las diferentes etapas de *L. nigrescens* requieren distintas concentraciones de nutrientes. Las meiosporas germinaron en todas las concentraciones de nitrato y fosfato. No hubo un porcentaje significativo en la germinación de las meiosporas a distintas concentraciones de nutrientes. Los gametofitos se desarrollaron en todas las condiciones, pero variaron en cuanto a su crecimiento y fertilidad. Sin nutrientes, los gametofitos permanecieron unicelular y estéril.

Los esporofitos tuvieron un desarrollo en condiciones muy precisas. Los resultados muestran que la fertilización es la etapa que requería una condición más precisa.

Avila, Hoffman, & Santelices (1985) observaron los efectos de diferentes densidades de flujo de fotones, combinaciones de temperatura, y fotoperiodos sobre el desarrollo de meiosporas de *L. nigrescens*, proveniente de Chile. Cada etapa de crecimiento tiene diferentes rangos de tolerancia a los cambios en los factores abióticos. Los gametofitos exhiben dos patrones de desarrollo dependiendo de las condiciones utilizadas, como filamentos multicelulares que permanecen estériles durante largos períodos de tiempo, o como gametofitos de pocas células en los que las estructuras reproductivas se diferencian rápidamente. Se discuten las ventajas que los dos modelos de desarrollo podrían tener bajo diferentes condiciones climáticas estacionales. El proceso de fertilización ocurre bajo un rango restringido de condiciones. Los esporofitos son morfológicamente normales en la mayoría de las condiciones en que se desarrollan, pero la tasa de crecimiento más alta se obtiene 10°C, con fotoperiodo de 12 h, 50 µE $m^{-2}\,s^{-1}$ y concentraciones medias de nutrientes 0,1 - 0,5 µmol P 1^{-1} y 10 - 50 µmol N 1^{-1}.

Hernández Carmona (1996) realizo mediciones de *Macrocystis pyrifera* para hallar la tasa de crecimiento de las frondas. En un manto testigo y otro que fue recolectado cada tres meses, en bahía Tortugas. Las mediciones se realizaron cada tres días durante los primeros 15 días de marcadas y se tomó una última medición después de 100 días de crecimiento (estacional). El manto testigo mostro una tendencia logarítmica en función de la longitud de las frondas, mostrando así valores máximos en invierno y valores mínimos en verano. Este patrón fue

permanente con el desarrollo promedio después de 100 días, variando de 12,8 cm/día en verano a 20,8 cm/día en invierno. No se halló diferencias significativas en los valores porcentuales de elongación diaria (E), variando de 5,4% (primavera) a 8,5% (invierno). Los valores de la tasa estándar de elongación (G) tampoco fueron significativamente diferentes, variando de 5.3% (primavera) a 8.8% (invierno), por lo que se consideraron los datos del análisis de crecimiento a los 15 y 100 días para establecer la variación estacional, que está relacionada con los parámetros de temperatura y concentración de nutrientes.

Brown, Nyman, Keogh, & NKM (1997) evaluaron el patrón de crecimiento estacional de *Macrocystis pyrifera* (L.) C. Agardh en Nueva Zelanda, el cual se determinó a partir de mediciones de las tasas de elongación de las hojas entre marzo de 1986 y diciembre de 1987. Durante la mayor parte del año se mantuvo una tasa de crecimiento constante, disminuyendo significativamente en la etapa de verano. Los niveles de nitrato en el agua de mar tuvieron un marcado ciclo estacional, con concentraciones de 0,3 µM detectadas en el verano. Las hojas en las diferentes etapas de su desarrollo disminuyeron sus concentraciones internas de nitrógeno, esto ocurrió un mes después de la disminución en las concentraciones de nitrato. La irradiación y las concentraciones altas de nutrientes en el mar favorecen el crecimiento la mayor parte del año, el crecimiento se ve limitado durante el verano por la falta de nutrientes.

Buschman et al. (2004) estudio las macroalgas *M. pyrifera* y *M. integrifolia* del norte y sur de Chile, en ambas se estudió la variación de la densidad y su fenología. De la misma forma se estudió la germinación, producción de esporas y la tasa de crecimiento de los esporofitos con diferentes temperaturas y salinidad. Los resultados muestran que M. integrifolia se reproduce todo el año, pero principalmente en las etapas de primavera e invierno. *M. pyrifera* tiene una reproducción anual con un claro reclutamiento en verano y otoño. Por otra parte, la salinidad y temperatura sobre estas macroalgas tienen efectos en la liberación de esporas.

Tala & Edding (2005) evaluaron el desarrollo meristemático y la perdida de tejido distal de las láminas de *Lessonia nigrescens* y *Lessonia trabeculata* siendo estas dos especies de importancia ecológica en el pacifico sureste durante un año.

El crecimiento comparativo se determinó mediante un método de perforación, la pérdida de tejido distal de las hojas se determinó restando la longitud final de la hoja (con pérdida) de la longitud esperada de la hoja (sin pérdida); la perdida de tejido y el crecimiento se transformó en unidades de biomasa fresca, para así poder tasar la diferencia entre las algas. Se obtuvo resultados donde muestra que la tasa de elongación aumento a principios de primavera y disminuyó a finales de verano, con valores promedio entre 0,40 y 0,08 cm día -1 para *L. nigrescens* y 0,65 - 0,17 cm día -1 para *L. trabeculata*. La pérdida de tejido distal varió estacionalmente cuando se examinó como unidades de longitud para ambas especies; con valores medios entre 0,24 y 0,10 cm día -1 para *L. nigrescens* y 0,51 - 0,25 cm día -1 para *L. trabeculata*. Los cambios en las unidades de biomasa fresca solo se observaron en *L. trabeculata*, aumentando en primavera, con valores medios de 0,13 g (peso fresco) día -1. El crecimiento anual y la pérdida de tejido distal fueron mayores en *L. trabeculata* (0,41 y 0,39 cm día -1, respectivamente) que en *L. nigrescens* (0,19 y 0,15 cm día -1). Cuando el crecimiento y la pérdida de tejido se consideraron biomasa fresca, las ganancias mensuales excedieron significativamente la pérdida de tejido distal en ambas especies, pero los resultados paralelos basados en datos de talla siguieron una tendencia diferente. *L. trabeculata* liberó alrededor del 50% de su biomasa de crecimiento como materia orgánica particulada, mientras que el valor comparativo de *L. nigrescens* fue de alrededor del 20%.

Delgadillo & Newmark (2008) realizaron un estudio entre julio de 2005 y junio de 2006, en el cual se ejecutó un cultivo piloto de macroalgas en Bahía Portete, Colombia, con el fin de implementarlo como una alternativa productiva para las comunidades de la región. Se sembraron algas rojas, *Gracilaria cervicornis*, *Hydropuntia cornea*, *Hypnea musciformis* y *Grateloupia sp*. En cuerdas de polipropileno y mallas cilíndricas en dos puntos de la bahía. La especie de *G. cervicornis.*

Obtuvo tasas de crecimiento relativo (TCR) entre 0.1% día -1 y 1.22% día -1, con promedio de 0.44 % día -1, fuerte epifitismo y altas tasas de pérdida. La especie *H. cornea* presentó un promedio de TCR de 0.91% dia^{-1} y varió entre 0.02% dia^{-1} y 3.5% dia^{-1} en el sitio uno, mientras que en el sitio dos, el promedio de TCR fue 0.97% dia^{-1} con un rango entre 0.03% dia^{-1} y 4.1% dia^{-1} con el mayor incremento de valor observado en febrero de 2006. Los fragmentos más pequeños tuvieron las mayores TCR e incremento de biomasa con respecto a los fragmentos de mayor peso. Las macroalgas *H. musciformis* y *Grateloupia sp*. No se ajustaron a los sistemas de cultivo debido a su fragilidad. Por otro lado, los factores ambientales temperatura y salinidad mostraron gran variación en el tiempo, pero no se correlacionaron con las TCR. Sin embargo, en la estación seca, cuando se registró la temperatura más baja y un aumento de nutrientes debido al evento de surgencia históricamente documentado, se observaron las TCR más altas y una reducción en la carga de epífitos.

Es probable que diferentes factores, como el movimiento del agua, concentración de nutrientes, temperatura, salinidad, herbivoría y el epifitismo pueden influir en el crecimiento de las macroalgas.

Vila (2018) realizo un estudio sobre *Macrocystis pyrifera*, la cual es una macroalga parda de importancia comercial por su contenido de alginato útil para las industrias. Esta macroalga tiene un mayor volumen de recolección en cuanto a las demás algas comerciales, lo cual la convierte en un recurso de importancia social y económica. Este estudio tiene por finalidad evaluar la tasa de crecimiento del alga *Macrocystis pyrifera,* y su relación frente algunos parámetros ambientales. Se seleccionó el área de estudio en la Isla San Lorenzo, en una pradera submareal. Donde fueron marcados ejemplares de diferentes tamaños entre 4 a 8 semanas.

El crecimiento se determinó mediante la tasa de crecimiento (cm/día), el porcentaje diario de elongación (%) y la tasa estándar de crecimiento (G), aplicadas al diámetro mayor del rizoide (DMR), y la longitud total de la fronda (LT). Se evaluó las diferencias significativas en el crecimiento del DMR y LT, mediante la prueba no paramétrica de Kruskall–Wallis y la de Mann-Whitney-Wilcoxon. Para los parámetros

oceanográficos y las tasas de crecimiento del DMR y LT, se aplicó un análisis de correlación. Por otro lado, se formuló 2 modelos aditivos generalizados (GAM), para determinar la condición ambiental que favoreció el crecimiento.

Lucero, Muñoz, Monroy, & Quiroz (2019) realizó 4 monitoreos de la macroalga *L. trabeculata* durante los meses de setiembre a diciembre del 2011, en el margen noroeste del banco natural Barco Hundido.

La tasa de crecimiento del diámetro mayor del rizoide (DMR) mostró que los ejemplares presentarían un tiempo de permanencia en la fase de recluta entre 4 y 5 meses antes de alcanzar una talla de 5 cm (ingreso a la fase juvenil) y de 20 a 21 meses antes de alcanzar la talla de 20 cm (fase adulta). Los esporofitos adultos registraron diferencias mensuales en el crecimiento del DMR disminuyendo sus valores en el mes de diciembre. Los esporofitos juveniles mostraron diferencias mensuales en el crecimiento en LT con valores mínimos en diciembre.

Perez et al. (2020) estudiaron la especie intermareal *L. nigrescens* la cual ha sido cosechada intensamente durante los últimos años en Perú y Chile. Todo esto debido su alta contenido de hidrocoloide que es requerido por las distintas industrias a nivel mundial.

Luego de una revisión taxonómica de dicha especie en 2012, fue dividida en dos especies, siendo *L. berteroana* distribuida en el sur de Perú y norte de Chile (17-30 °S). Con base en herramientas genéticas confirmaron la identificación como *L. berteroana* y reportaron su presencia hasta los 15° 23’S. Por lo cual recomiendan actualizar el estado de la especie en las regulaciones y publicaciones científicas peruanas.

Lleellish (2020) estudio la perturbación producido sobre *L. trabeculata* y las causas subyacentes detrás de su recuperación luego del fenómeno de El Niño entre los años 1997-1998. Este fenómeno afecto las praderas de macroalgas, lo que causó la muerte de dicho ecosistema.

Por otra parte, esta especie no cuenta con información acerca de su estructura poblacional, su tasa de crecimiento, su dinámica y como se desarrolla ante los cambios ambientales durante el fenómeno de El Niño. Por lo cual en este estudio se realizó el seguimiento de *L. trabeculata* mediante un marcaje a un grupo de esporofitos juveniles asentados luego del fenómeno.

Jara et al. (2021) estudio los efectos que provocan los contaminantes en el crecimiento, morfología y la comunidad asociada a *Macrocystis pyrifera*. Para lo cual usaron hidrocarburos aromáticos policíclicos y soluciones combinadas de metales pesados. Registrándose así una reducción de macrobentos, el disco de rizoide no tenía una buena sujeción. Además, se demostró que la contaminación afecta el crecimiento y su morfometría.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Biología de *Lessonia nigrescens*

- Taxonomía

División: Phaeophyta
Clase: Phaeophyceae
Orden: Laminariales
Familia: Lessoniaceae
Género: *Lessonia*
Especie: *Lessonia berteroana*

Fuente: (Perez et al., 2020)

- Distribución geográfica

L. nigrescens esta especie posee un patrón de distribución subantártica. Habita únicamente las costas del Pacífico Este del Hemisferio Sur, encontrándose entre los 14° y los 40º S. Se extiende desde Callao en Perú, hasta Cabo de Hornos en Chile. También se encuentra en Islas Malvinas, Islas Heard y Kerguelen (Aragón et al., 2011).

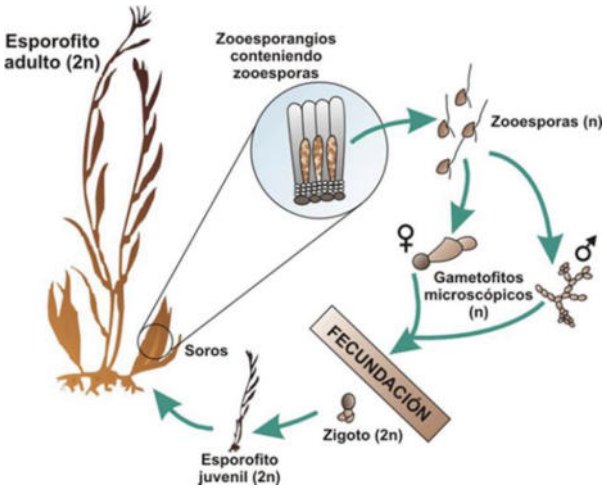
Lessonia berteroana tiene una distribución que se extiende desde al menos 15° 26’ S en Perú hasta 30° S en Chile. (Perez et al., 2020).

- Ciclo de vida

L. nigrescens posee un ciclo de vida heteromorfico con alternancia de generaciones entre un esporofito macroscópico diploide y gametofitos microscópicos haploides. Los esporofitos contienen esporas, en los soros esporangiales, estos se distinguieron como manchas obscuras en las frondas esporofiticas. El tiempo de esporulación varió entre 1 a 3 horas posterior a su inducción por shock osmótico. Una vez asentadas las meiosporas crecieron de 10 a 15 µm. En el inicio de la germinación de esporas, se produjo la formación del tubo de germinación, lo que ocurrió a las 48h para todas las localidades y en todas las estaciones. En las consiguientes divisiones se originaron los gametofitos microscópicos femeninos y masculinos. Los gametofitos masculinos presentaron un menor tamaño respecto de los gametofitos femeninos, alrededor de 10 µm, con numerosas ramificaciones y presencia de anteridios en su madures, mientras que los gametofitos femeninos fueron observados de forma multicelular, con un mayor tamaño (alrededor de 50 µm) y presencia de oogonio (Ruiz, 2012).

Figura 1

Ciclo de vida de L. nigrescens



Nota. Desarrollo desde soro hasta esporofito adulto. Tomada de (Macaya, 2010).

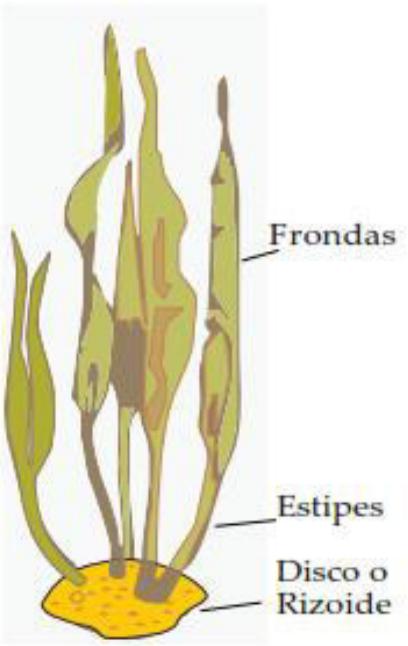
- Rizoide o disco de fijación

Los discos de algas pardas actúan como refugios para una gran variedad de invertebrados, así mismo es usada para la reproducción, asentamiento larval, crianza de juveniles y alimentación.

Varios autores en distintos trabajos hacen mención del disco de *L. nigrescens* como un indicador de la estructura de la población (densidad, talla, esporofito), así mismo existe una relación entre el tamaño del disco con el tamaño del esporofito. (Vásquez, Castillo, Zabala, Tejada, & Mamani, 2012).

Figura 2

Morfología general del genero Lessonia



Nota. Partes de una macroalga. Tomada de (Aragón et al., 2011).

2.2.2. Aspectos generales sobre el uso de *L. nigrescens*

- Importancia de *L. nigrescens*

Las macroalgas son de gran importancia ecológica en el medio donde habitan, ya que en sus frondas y rizoide coexisten varias especies de moluscos, gusanos, crustáceos y peces. Los cuales buscan protección de depredadores, también las usan como zonas de asentamiento larval (Gouraguine et al., 2021; Smale & Wernberg, 2013; Vasquez & Santelices, 1984).

Asimismo, guardan una importancia económica, ya que varios productos como fármacos, alimentos, y pinturas, contienen alginatos, agar, laminaria y la carragenina que son extraídos de macroalgas. En ese mismo contexto también podemos ver la importancia social, puesto que la recolección de este recurso la realizan pescadores artesanales los cuales dependen parcial o totalmente de esta macroalga (Vásquez & Westermeier, Limiting factors in optimizing seaweed yield in Chile, 1993).

- Uso de macroalgas

El alginato de sodio es usado en distintos alimentos como en salsas, cremas, sopas, helados. También es usado en productos de belleza como en pinturas de uñas, lápices labiales, cremas de afeitar, cremas para el cuerpo, etc. Además, forma parte importante en el proceso del látex, pintura, papel y otros usos (Vásquez, 2013 citado en Vera, 2014).

Se descubrió usos recientes para fabricar baterías de litio (Li) iónicas de litio (Li) de silicio (Si) con características de rendimiento mejoradas. La mezcla de nanopolvo de Si con alginato, un polisacárido natural extraído de algas pardas, produce un ánodo de batería estable que posee una capacidad reversible ocho veces mayor que la de los ánodos grafíticos de última generación (Kovalenko et al., 2011).

Las macroalgas como las microalgas se utilizan para aumentar la producción de alimentos y la productividad de las plantas. A través de extractos acuosos de algas marinas que son aplicados directamente a las raíces y hojas.

Se realizaron investigaciones recientes que tienen como propósito beneficios para la salud, los estudios indican que los extractos de algas marinas pueden modificar las respuestas de animales y plantas a un nivel funcional (Craigie, 2011).

Todas estas nuevas aplicaciones y usos de este recurso aumentan la extracción en las costas sudamericanas (peruanas y chilenas) como a nivel mundial (Buschmann et al., 2014).

2.2.3. Parámetros oceanográficos

- Nitratos

El nitrato es el producto de oxidación final de los compuestos nitrogenados en el agua de mar. El nitrógeno existe en el mar como nitrógeno elemental disuelto y en diferentes niveles de oxidación de -3 a + 5.

En los océanos del mundo el nitrógeno elemental disuelto es la forma más abundante de nitrógeno (aproximadamente 22.1015 veces todas las demás formas) seguido de nitrato, amoníaco (compuestos inorgánicos y orgánicos), nitrito y óxido de dinitrógeno gaseoso (Stumm & Morgan, 1981 citado en Grasshoff, Kremling, & Ehrhardt, 1998, p.160).

- Nitritos

El nitrito se encuentra en el agua de mar como un producto intermedio en los procesos redox microbianos de nitrato (desnitrificación) a niveles bajos de oxígeno. Además, el fitoplancton puede excretar nitrito, especialmente durante los períodos de alimentación de lujo, es decir, cuando un exceso de nitrato y fosfato estimula una fuerte floración de plancton.

El nivel de nitrito en el agua de mar suele ser muy bajo (<0.l pmol/L), pero en las zonas de transición, entre las capas óxicas y anóxicas, capas delgadas de concentraciones de nitrito de hasta 2 pmol/L pueden ocurrir. El nitrito se forma a niveles bajos de oxígeno. En presencia de concentraciones de oxígeno más altas, el nitrito debe oxidarse a nitrato de acuerdo con los niveles de energía termodinámica (Martin,1968 citado en Grasshoff et al., 1998, p.161).

- Temperatura

La temperatura superficial del mar es un parámetro el cual se puede obtener de fácil manera con ayuda de un termómetro.

La variación y distribución de la (TSM) está ligada a la variación de radiación solar y a las corrientes oceanográficas (Zuta & Guillen, 1970).

Es un factor importante en la adaptabilidad de las especies a diferentes localidades, ya que esta altera las funciones vitales. Una de las funciones afectadas seria la velocidad de reacciones químicas, cambios en la estructura y actividad de macromoléculas. Por lo que la temperatura adecuada contribuye en el crecimiento hasta alcanzar un valor óptimo, si la temperatura alcanza niveles altos provoca la desnaturalización de las enzimas (Fernández & Johnston, 2006).

- Luz solar

La luz es uno de los factores más importantes para los organismos marinos en relación con la fotosíntesis. La penetración de la luz en el agua de mar contribuye en el crecimiento de fitoplancton y macrófitos (Desmond, Pritchard, & Hepburn, 2015; Van Duin et al., 2001).

Para que una fotosíntesis sea eficaz se necesita aproximadamente un 1 % de la luz del medio día, lo que brindaría la energía suficiente para el crecimiento de las algas (Clarke & Denton, 1962).

2.3. Definición de términos

2.3.1. Algas pardas

Son algas marinas que habitan la zona intermareal y submareal somera. Son productores primarios de varias comunidades de animales y protistas, tienen como pigmento dominante la xantofila (PRODUCE, 2009).

2.3.2. Colecta

Acción de recoger especímenes de macroalgas marinas varados en las orillas de las playas, las cuales son desprendidos por acción de las olas y corrientes marinas (mortalidad natural) (PRODUCE, 2009)

2.3.3. Estipe

Esta estructura es el símil del tallo de las plantas superiores cuya función es la sujeción mecánica de la fronda y en algunas plantas más especializadas. A pesar de que no posee capilares como los tallos, cumple la función de transporte gracias al desarrollo de algunas células especializadas (Aragón et al., 2011).

2.3.4. Fronda

Son estructuras que surgen de los estípes, generalmente de forma laminar, estas laminas son rugosas y lanceoladas (PRODUCE, 2009).

2.3.5. Longitud total

Distancia entre el disco de rizoide y el extremo distal del estipe principal de una macroalga (PRODUCE, 2009).

2.3.6. Rizoide

Símil a la raíz de las plantas superiores, su función es la fijación de la macroalga al substrato. Su forma varía de acuerdo al substrato al que se adhiere, pero generalmente tienen forma cónica circular (Aragón et al., 2011).

2.3.7. Crecimiento

En *L. nigrescens*, el crecimiento de gametofitos es afectado por varios factores ambientales, tales como calidad y cantidad de luz, temperatura y nutrientes (Avila et al., 1985).

2.3.8. Varado

Las varazones se dan debido a la mortalidad natural, por efecto de las corrientes de fondo y el impacto del oleaje sobre las poblaciones algales, a nivel intermareal y submareal (Vásquez et al., 2012).

III. Metodología

3.1. Tipo y nivel de investigación

El presente trabajo de investigación se clasifica en tipo correlacional comparativa.

El nivel de investigación es de tipo descriptivo, por cuanto se evaluará los resultados del efecto de la variable independiente (factores oceanográficos) y la variable dependiente (crecimiento).

3.2. Ámbito temporal y espacial

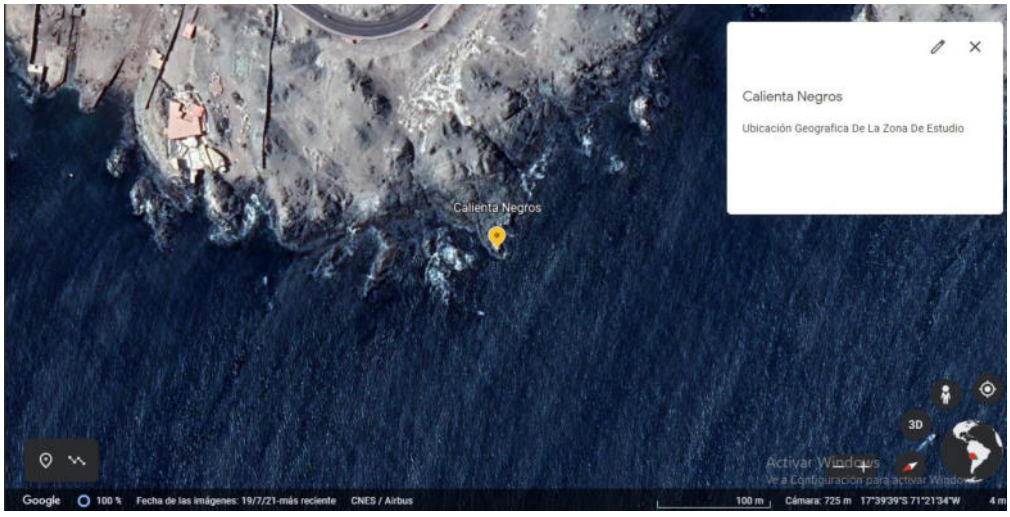
El trabajo de investigación se realizó en el departamento de Moquegua, distrito de Ilo, en el intermareal rocoso de la zona denominada Calienta negros (17°39’39,5’’°S -71°21’34,1’’°W) ubicada al sur del puerto de Ilo y norte de la playa Puerto Inglés. 17°39'39.5"S -71°21'34.1"W.

El desarrollo de este trabajo de investigación se llevó a cabo en los meses de abril del 2019 hasta marzo del 2020. El análisis de datos se realizó mensual y estacionalmente.

La selección de la zona se realizó en base a la presencia de recurso *L. nigrescens*, su fácil acceso por orilla, cercanía de la ciudad y más importante aún, en esta zona no hay presencia de recolectores de macroalgas. Lo cual beneficia al trabajo de investigación.

Figura 3

Ubicación geográfica de la zona de estudio



Nota. Google Earth (2020)

Figura 4

Vista panorámica de la zona de estudio



3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

La población de macroalgas *L. nigrescens*, con la que se trabajó se ubica en la zona denominada Calienta negros (17°39’39,5’’°S 71°21’34,1’’°W) ubicada al sur del puerto de Ilo y norte de la playa puerto inglés. La población fue elegida de acuerdo al método no probabilístico “por conveniencia” ya que la zona de trabajo se encuentra cerca al puerto de Ilo.

3.3.2. Muestra

Para la cantidad de macroalgas se procedió a medir 20 ejemplares de *L. nigrescens* por rango de talla*,* haciendo un total de 100 ejemplares a utilizar. Los cuales se fueron evaluados mensualmente, hasta su desprendimiento de las rocas donde estaban adheridas, una vez desprendido el esporofito, se procedía a remplazarlo por otro.

El tamaño de muestra es referenciado por trabajos realizados por (IMARPE, 2010; Lucero et al. 2019; Vila, 2018).

3.4. Instrumentos

3.4.1. Instrumentos de laboratorio

- 01 Termómetro
- 02 Botellas plásticas
- 01 recipiente isotérmico

3.4.2. Equipos

- 01 Laptop
- 01 Cámara fotográfica
- 01 Luxómetro

3.4.3. Instrumentos utilizados en campo

- 04 Vernier
- 04 Cintas métricas
- 01 Aerosol

3.5. Procedimientos

Para el desarrollo del presente experimento se basó en el trabajo realizado por (Vila, 2018), para lo cual se consideró los siguientes aspectos:

3.5.1. Ubicación de las zonas muestréales y marcaje de esporofitos

Se localizó las zonas donde se trabajaría hasta tomar todos los datos necesarios para la elaboración de la tesis. Se marcó 12 zonas muestréales, donde se ubicó los esporofitos de diferentes rangos de talla desde 1 a 25 cm.

Para marcar los esporofitos se utilizó precintos, los cuales contaban con unos códigos que servían para ser registrados. En el caso de los esporofitos pequeños, en los cuales no se podía usar los precintos debido a que no contaban con estipes gruesos, se procedió a marcarlos de diferente manera, se usó masilla epoxica al costado de estas y se colocaba el código de los precintos.

Se marcaron ejemplares de *L. nigrescens* de diferente rango de talla del Diámetro mayor del rizoide (DMR), estableciendo un número de 20 por cada uno de los rangos, se llevó un control de los esporofitos por zonas, para así tener un mayor orden y ubicarlos de manera más rápida en las siguientes salidas de campo.

Tabla 1

Número de Algas Marcadas por Rango de Talla del DMR de L. nigrescens

Rango de talla DMR(cm)	*N° de algas marcadas*
1 – 5 cm	*20*
5 – 10 cm	*20*
10 – 15 cm	*20*
15 – 20 cm	*20*
>20 cm	*20*
Total	*100*

3.5.2. Conteo de esporofitos

Todos los meses se realizaba un conteo de los esporofitos sobrevivientes que no eran desprendidos por el oleaje o quemadas por el fuerte sol en épocas de verano. El conteo se realizaba por las 12 zonas muestréales, siendo el caso que faltase alguno de los esporofitos marcados, se procedía a buscar uno del mismo rango de talla, para así remplazarla y ver su desarrollo hasta el siguiente mes.

3.5.3. Control de parámetros físico - químicos

El control de los parámetros físico – químicos se realizó *in situ*. Para el control de temperatura superficial del mar se hizo uso de un termómetro de mercurio a orillas de la zona donde eran marcado los esporofitos. Para el caso de la luz, se usó un luxómetro el cual mostraba la cantidad de luminosidad del lugar y lo reflejaba en la escala de lux. En cuanto a los nitritos y nitratos se colecto muestras de agua de mar en pequeñas botellas de polietileno de 250 ml. Estas muestras fueron colocadas en un cooler con hielo y luego trasladadas al laboratorio de oceanografía química del Laboratorio Costero de IMARPE Ilo.

El análisis de nitrato (µ mol/l) en laboratorio se llevó a cabo mediante la técnica espectrofotométrica basada en el método de (Strickland & Pearson, 1972). Para el caso del nitrito (µ mol/l), se aplicó la misma técnica espectrofotométrica, este método es rápido.

Todas las muestras se evaluaron mensualmente y fueron registradas en hojas de Excel.

3.6. Análisis de datos

Se llevó un registro de los 12 plots marcados. En estos registros se encuentra los datos de los esporofitos de los cuales se anotaba el crecimiento por mes. Midiendo así su longitud total y el diámetro mayor del rizoide. Todos estos datos fueron transcritos a hojas de cálculo de Excel. Igualmente se llevó un registro de temperatura, luz, nitritos y nitratos, todos estos datos recolectados mensualmente.

Para el análisis estadístico, los datos se sometieron a la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov, que analiza si los datos tienen distribución normal o no, asimismo, se comprobó el supuesto de homogeneidad de varianzas utilizando la prueba de Levene, de acuerdo a los resultados se toma la decisión de realizar una prueba paramétrica o no paramétrica. Se procedió a usar una prueba no paramétrica (Kruskal-Wallis). La cual sirve para comparar más de dos muestras, con la finalidad de conocer si proceden de la misma población, o comparar si existen diferencias entre las medidas de tendencia central de más de dos poblaciones y no se justifica la suposición de normalidad y de igualdad de varianzas.

Con los datos analizados se elaboraron tablas de frecuencia, graficas. Cabe indicar que en el proceso del proyecto se encontraron datos outlier, los cuales fueron considerados dentro del análisis de datos, como se puede observar en las gráficas.

IV. Resultados y discusión

4.1. Tasa de crecimiento de *L. nigrescens* de la longitud total

4.1.1. Tasa de crecimiento de la longitud total por mes

La tasa de crecimiento de *L. nigrescens* en relación a la longitud total del esporofito varió entre 10,71 y 27,24 cm/mes, y un valor promedio de 20,08 cm/mes, las mayores tasas de crecimiento se estimaron en los meses de abril, junio, agosto y diciembre (Figura 5 y Tabla 2). Asimismo, se realizó una prueba de normalidad

de Kolmogorov-Smirnov con la finalidad de ver el $P_{valor,}$ si cuenta o no con distribución normal. Al no tener una distribución normal se realizó la prueba de Kruskal Wallis de la LT (cm/mes) de Esporofitos de *L. nigrescens* por mes (Figura 6). En la cual se encontró diferencias estadísticas entre las tasas de crecimiento por meses KW-H (10.435) = 27.7332, p=0.0020. También se puede apreciar valores atípicos leves y extremos.

Figura 5

Tasa de crecimiento de la LT (cm/mes) + Error standard de esporofitos de L. nigrescens por mes en la zona de Calienta negros – Ilo

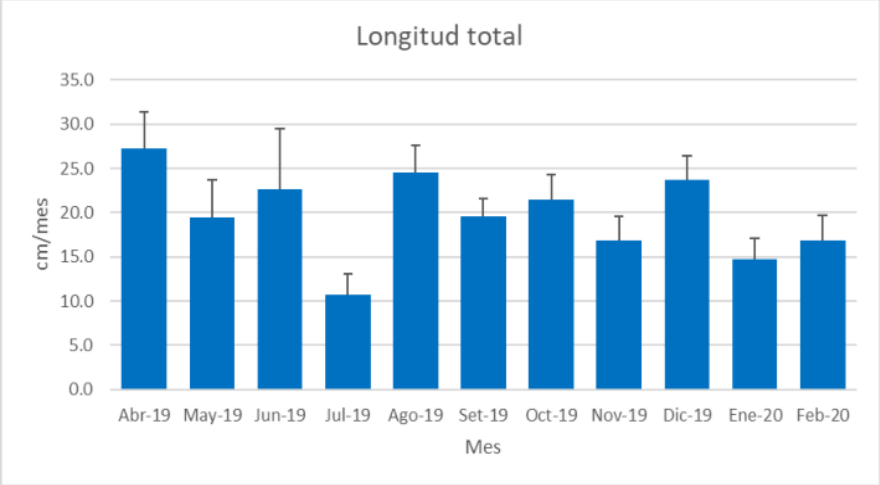


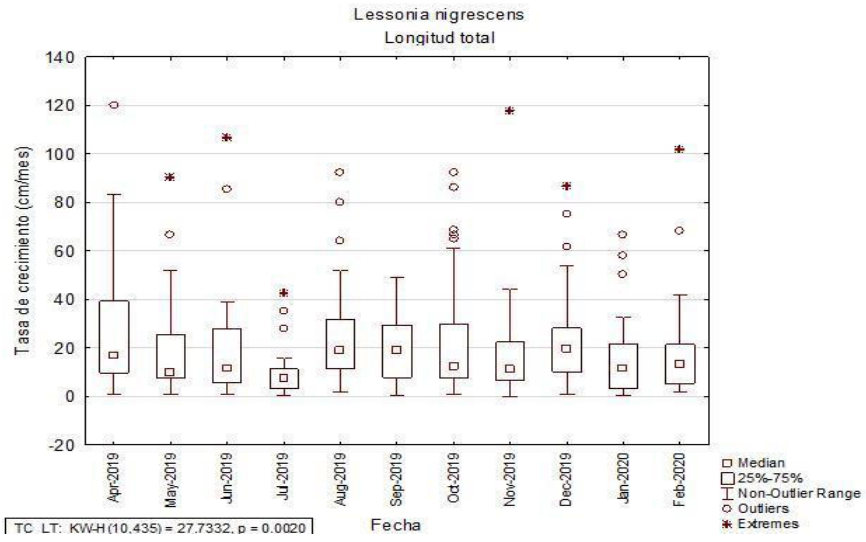
Tabla 2

Tasa de Crecimiento de la Longitud Total (cm/mes) por Mes y Rango de DMR de L. nigrescens

Mes	Rango de DMR (cm)					
	< 5	5-10	10-15	15-20	> 20	Total
Abr-19	19.73	18.96	43.85	29.22	25.50	27.24
May-19	10.58	20.48	31.09	15.93	13.42	19.48
Jun-19	4.59	8.86	14.38	27.51	95.97	22.58
Jul-19	4.75	8.44	8.34	22.25	4.50	10.71
Ago-19	12.34	20.42	29.97	26.90	53.87	24.52
Set-19	27.35	18.02	16.24	24.37	15.28	19.54
Oct-19	12.55	22.70	19.23	23.91	35.30	21.47
Nov-19	14.54	18.39	8.91	29.88	12.27	16.90
Dic-19	15.78	27.40	28.59	24.28	23.54	23.66
Ene-20	11.23	13.35	17.96	16.64	16.41	14.74
Feb-20	8.23	16.00	17.80	44.53	36.16	16.90
Total	13.16	18.27	21.87	25.29	26.23	20.08

Figura 6

Box Plot y Prueba de Kruskal Wallis de la LT (cm/mes) de Esporofitos de L. nigrescens por mes



4.1.2. Tasa de crecimiento de la longitud total por estaciones del año

Por estación del año, las mayores tasas de crecimiento se registraron en otoño (23,75 cm/mes), mientras que en verano se registró el menor crecimiento (15,82 cm/mes) (Figura 7 y Tabla 3). Asimismo, se realizó una prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov con la finalidad de ver el $P_{valor.}$ Si cuenta o no con distribución normal. Al no tener una distribución normal se realizó la prueba de Kruskal Wallis de la longitud total por estaciones del año (Figura 8). Donde se observa que no se encuentra diferencias estadísticas entre las tasas de crecimiento por estaciones del año KW-H (3.435) = 5.6364, p=0.1307.

Figura 7

Tasa de crecimiento de la LT (cm/mes) + Error standard de esporofitos de L. nigrescens por estación de año en la zona de Calienta negros – Ilo

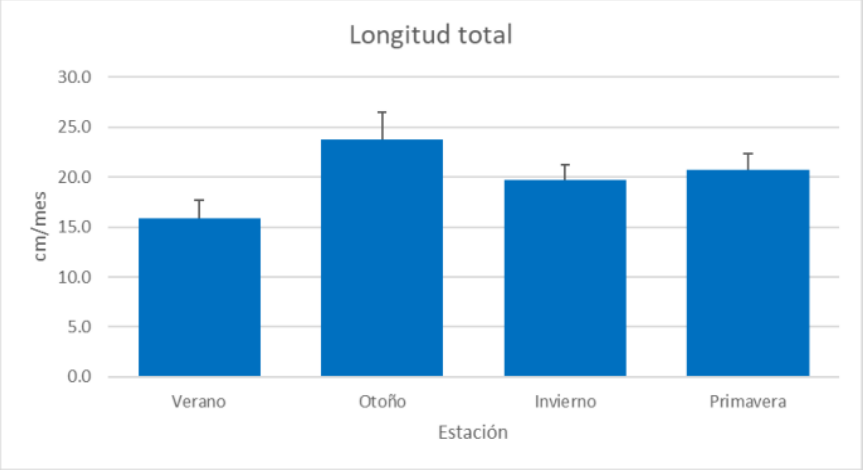


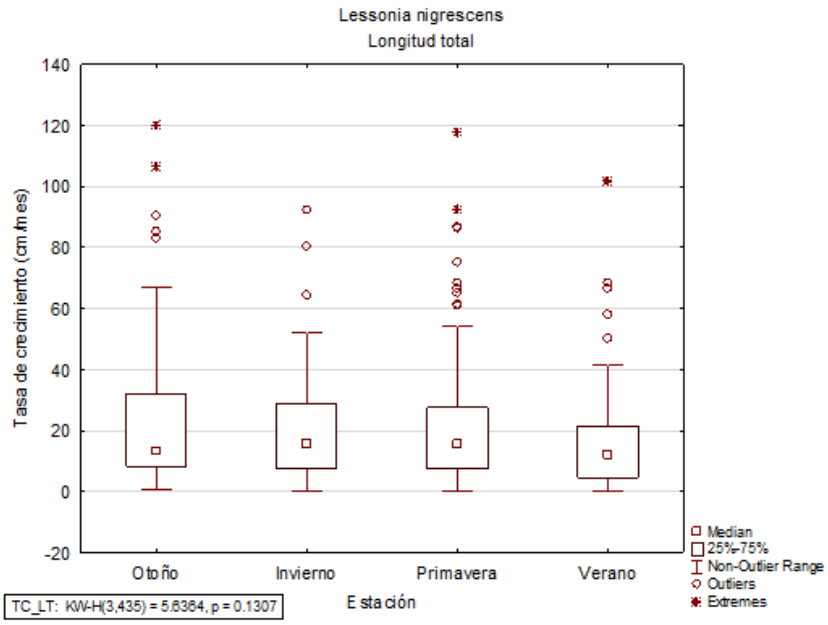
Tabla 3

Tasa de Crecimiento de la Longitud Total (cm/mes) por Estación del Año y Rango de DMR de L. nigrescens

Estación	Rango de DMR (cm)					
	< 5	5-10	10-15	15-20	> 20	Total
Verano	9.23	14.52	17.88	24.24	24.87	15.82
Otoño	13.87	16.71	35.38	25.15	34.76	23.75
Invierno	15.85	17.29	19.17	24.81	24.82	19.67
Primavera	14.23	22.70	19.25	26.38	23.71	20.71
Total	13.16	18.27	21.87	25.29	26.23	20.08

Figura 8

Box Plot y Prueba de Kruskal Wallis de la LT (cm/mes) de esporofitos de L. nigrescens por estaciones



4.1.3. Tasa de crecimiento de la longitud total por rango de talla DMR

Asimismo, por rango de talla, las tasas de crecimiento con valores altos se presentaron en las tallas mayores a 10 cm de DMR con valores promedio que variaron entre 21,87 y 26,23 cm/mes (Figura 9). Además, se realizó una prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov con la finalidad de ver el P_{valor}. Si cuenta o no con distribución normal. Al no tener una distribución normal se realizó la prueba de Kruskal Wallis de la longitud total (cm/mes) de Esporofitos de *L. nigrescens* por Rango de DMR (Figura 10). Donde se encontró diferencias estadísticas entre las tasas de crecimiento por rango de talla de la LT KW-H (4.435) = 19.3659, p=0.0007. Además, se observa que las tasas de crecimiento < 5 cm tiene una mediana baja en comparación a los otros grupos.

Figura 9

Tasa de Crecimiento de la LT (cm/mes) + Error standard de Esporofitos de L. nigrescens por Rango de Tallas del Diámetro Mayor del Rizoide en la Zona de Calienta Negros – Ilo

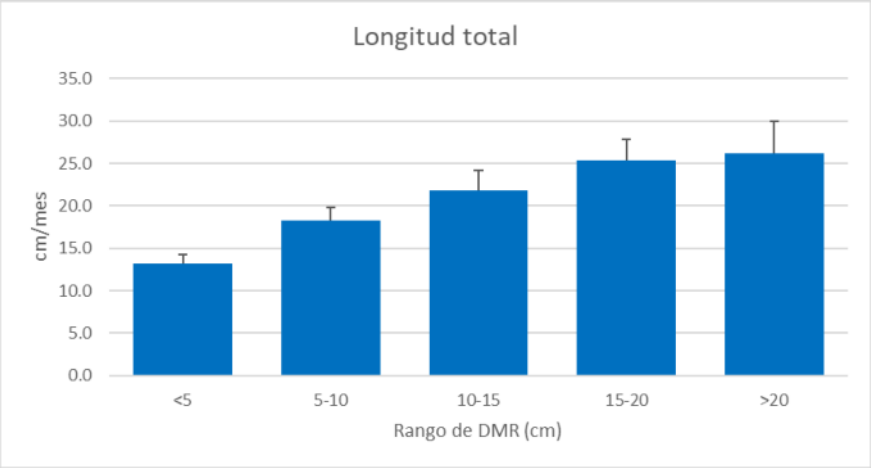
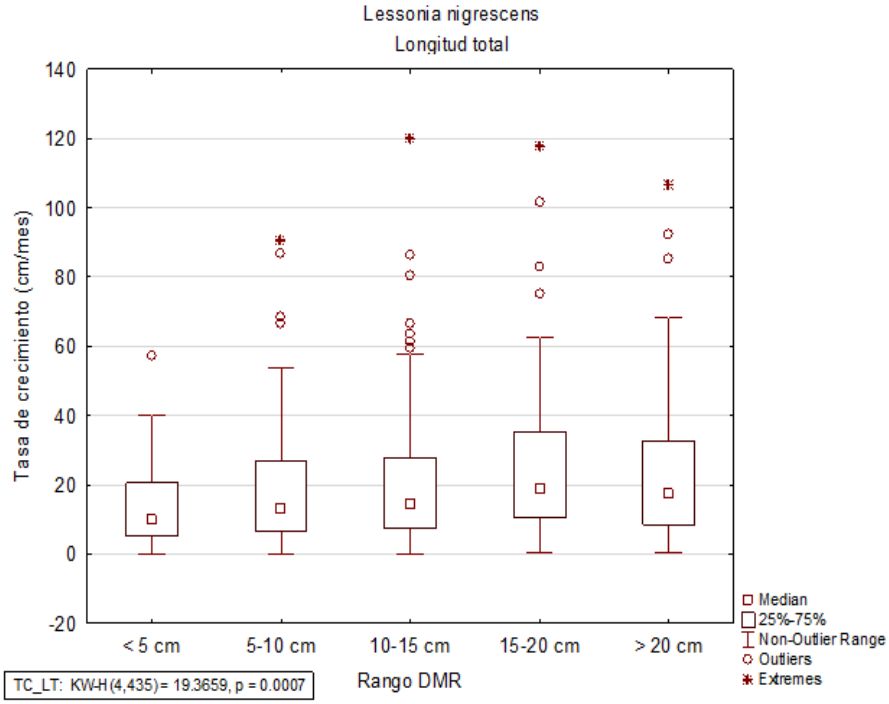


Figura 10

Box Plot y Prueba de Kruskal Wallis de la LT (cm/mes) de Esporofitos de L. nigrescens por Rango de DMR



4.2. Tasa de crecimiento de *L. nigrescens* del diámetro mayor del rizoide

4.2.1. Tasa de crecimiento del DMR por mes

La tasa de crecimiento de *L. nigrescens* en relación al diámetro mayor del rizoide del esporofito varió entre 0,60 y 1,74 cm/mes, y un valor promedio de 1,04 cm/mes, las mayores tasas de crecimiento se estimaron en los meses de junio, agosto y abril (Figura 11 y Tabla 4). Asimismo, se realizó una prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov con la finalidad de ver el P_{valor}. Si cuenta o no con distribución normal. Al no tener una distribución normal se realizó la prueba de Kruskal Wallis de la longitud total por mes (Figura 12). Donde se encontró diferencias estadísticas entre las tasas de crecimiento por meses KW-H (10.491) = 42.7796, p=0.00001. Además, se observa medianas a diferentes alturas, siendo julio y enero los meses con una mediana que no se ajusta a los otros meses.

Figura 11

Tasa de Crecimiento del DMR (cm/mes) + Error standard de Esporofitos de L. nigrescens por mes en la Zona de Calienta Negros – Ilo

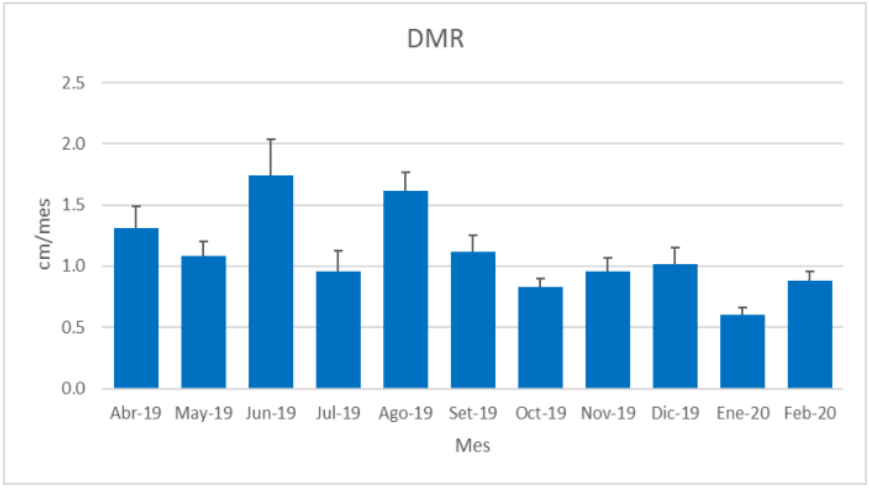


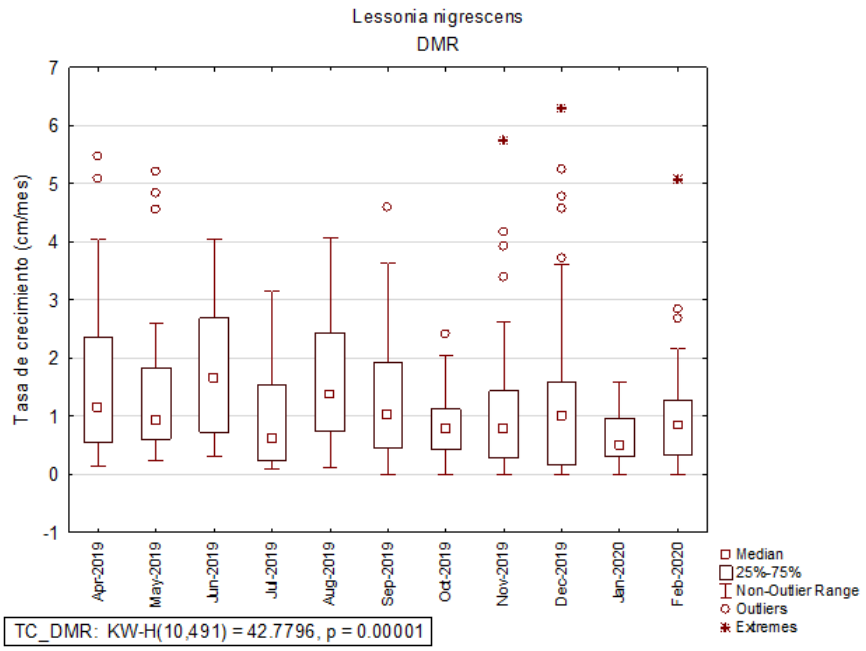
Tabla 4

Tasa de Crecimiento del DMR (cm/mes) por Mes y Rango del DMR de L. nigrescens

Mes	Rango de DMR (cm)					
	< 5	5-10	10-15	15-20	> 20	Total
Abr-19	1.04	1.75	1.22	1.09	1.53	1.31
May-19	1.04	1.21	1.09	0.94	1.11	1.08
Jun-19	2.12	1.36	2.23	1.37	2.07	1.74
Jul-19	0.70	0.64	1.11	1.37	0.15	0.96
Ago-19	1.17	1.47	1.86	1.81	1.70	1.61
Set-19	1.84	1.09	0.56	1.31	1.29	1.12
Oct-19	0.96	0.88	0.84	0.65	0.67	0.83
Nov-19	0.96	1.00	1.44	0.50	0.67	0.95
Dic-19	1.56	1.14	0.88	0.35	0.86	1.01
Ene-20	0.71	0.72	0.77	0.32	0.23	0.60
Feb-20	0.76	0.84	1.22	0.90	0.70	0.88
Total	1.08	1.06	1.16	0.94	0.92	1.04

Figura 12

Box Plot y Prueba de Kruskal Wallis del DMR (cm/mes) de esporofitos de L. nigrescens por mes.



4.2.2. Tasa de crecimiento del DMR por estaciones del año

Por estación del año, las mayores tasas de crecimiento se registraron en otoño (1.32 cm/mes), mientras que en verano se registró el menor crecimiento (0.75 cm/mes) (Figura 13 y Tabla 5). Asimismo, se realizó una prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov con la finalidad de ver el P_{valor}. Si cuenta o no con distribución normal. Al no tener una distribución normal se realizó la prueba de Kruskal Wallis del DMR (cm/mes) de *L. nigrescens* por estaciones (Figura 14). Donde se encontró diferencias estadísticas entre las tasas de crecimiento por estaciones del año KW-H (3.491) = 31.9247, p=0.00000.

Figura 13

Tasa de Crecimiento del DMR (cm/mes) + Error standard de Esporofitos de L. nigrescens por Estación del año en la Zona de Calienta Negros - Ilo

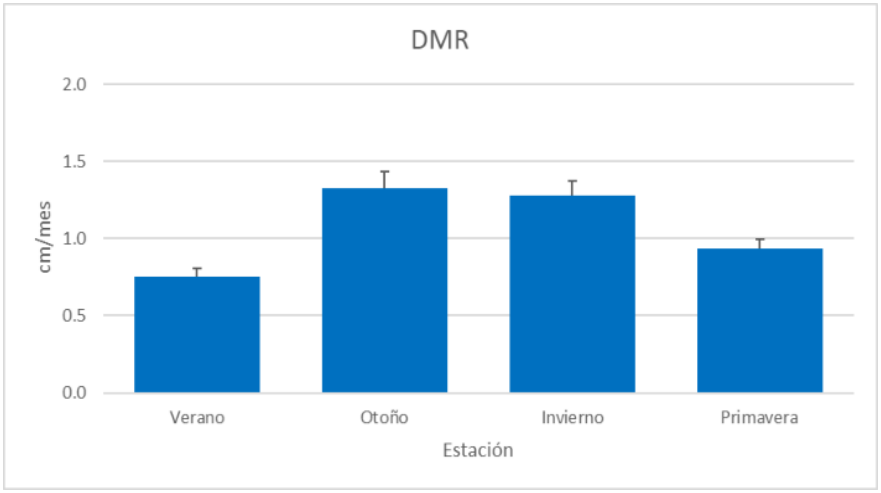


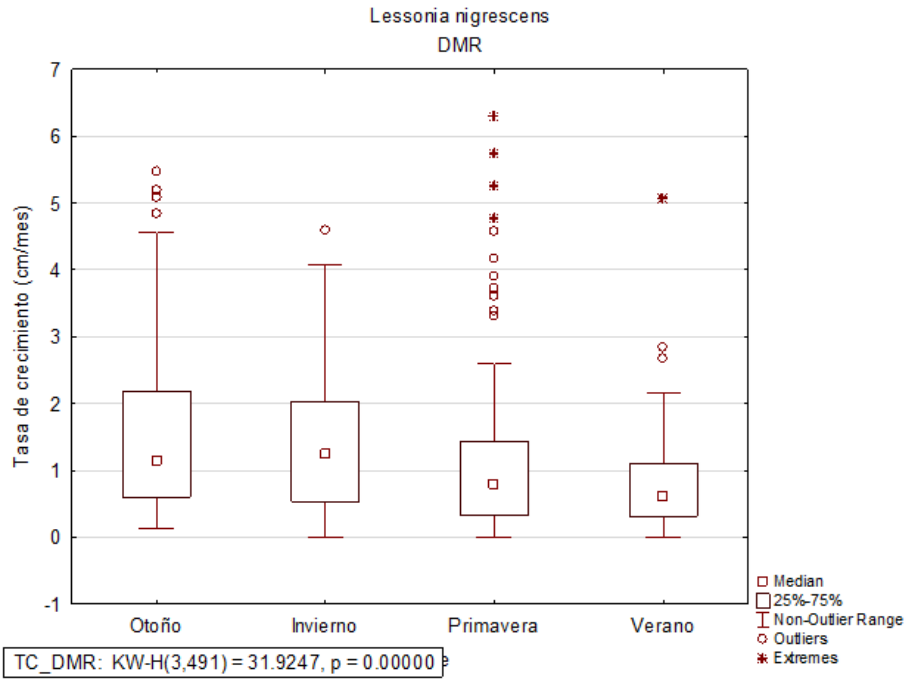
Tabla 5

Tasa de Crecimiento del DMR (cm/mes) por Estación del Año y Rango de DMR de L. nigrescens

Estación	Rango de DMR (cm)					
	< 5	5-10	10-15	15-20	> 20	Total
Verano	0.74	0.78	1.03	0.59	0.51	0.75
Otoño	1.20	1.46	1.39	1.11	1.46	1.32
Invierno	1.29	1.15	1.21	1.53	1.37	1.28
Primavera	1.17	1.00	1.07	0.49	0.74	0.93
Total	1.08	1.06	1.16	0.94	0.92	1.04

Figura 14

Box Plot y Prueba de Kruskal Wallis del DMR(cm/mes) de Esporofitos de L. nigrescens por Estaciones



4.2.3. Tasa de crecimiento del DMR por rango de tallas del diámetro mayor del rizoide

Asimismo, por rango de talla, los mayores valores se presentaron en las tallas mayores a 10 cm de DMR con valores promedio que variaron entre 1,06 y 1,16 cm/mes (Figura 15). Además, se realizó una prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov con la finalidad de ver el P_{valor}. Si cuenta o no con distribución normal. Al no tener una distribución normal se realizó la prueba de Kruskal Wallis del DMR (cm/mes) de Esporofitos de *L. nigrescens* por Rango de DMR (Figura 16). Donde se observa que no hay diferencias estadísticas entre las tasas de crecimiento por rango de talla de DMR, KW-H (4.491) = 7.5934, p=0.1077. También se ve varios valores atípicos leves.

Figura 15

Tasa de Crecimiento del DMR (cm/mes) + Error standard de Esporofitos de L. nigrescens por Rango de Tallas del Diámetro Mayor del Rizoide en la Zona de Calienta Negros – Ilo

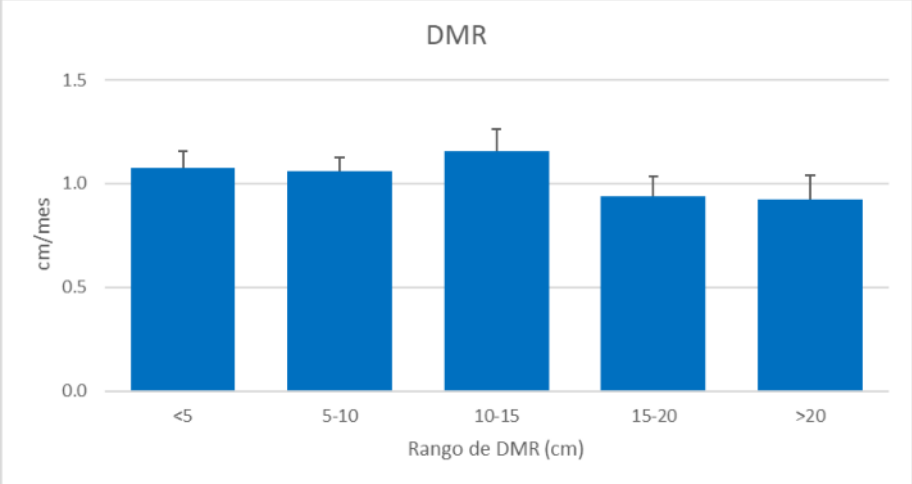
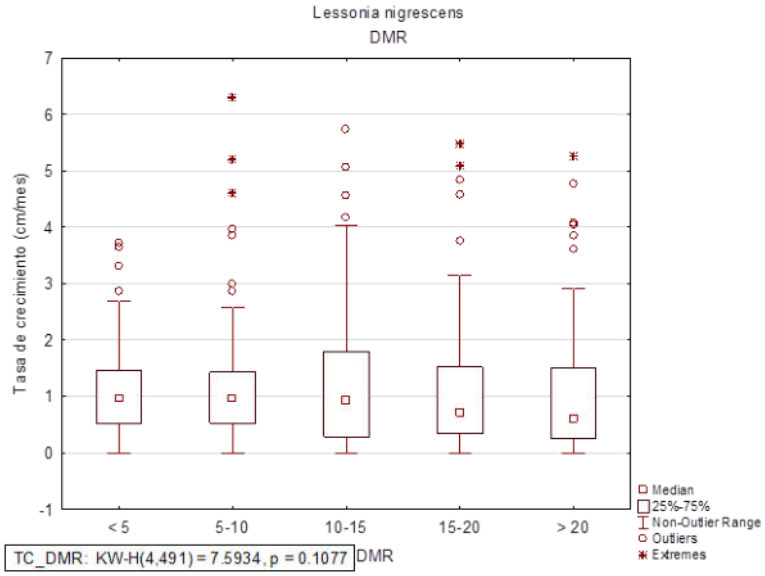


Figura 16

Box Plot y Prueba de Kruskal Wallis del DMR (cm/mes) de Esporofitos de L. nigrescens por Rango de DMR



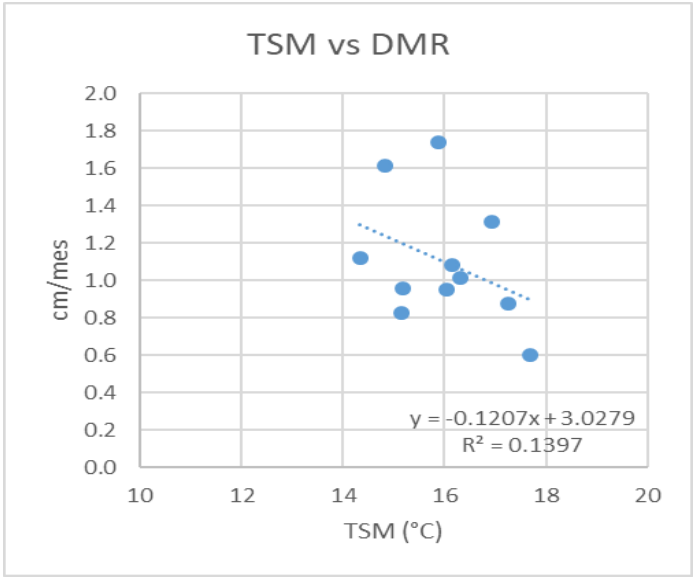
4.3. Relación de las tasas de crecimiento con variables oceanográficas

4.3.1. Relación de temperatura con diámetro mayor del rizoide

En la figura 17 se observa que no existe una relación lineal entre la temperatura y el DMR como indica el valor de $R^2 = 0.1397$. Sin embargo, se puede ver una ligera tendencia, donde las temperaturas altas desfavorecen las tasas de crecimiento del DMR.

Figura 17

Relación de Temperatura con Diámetro Mayor del Rizoide

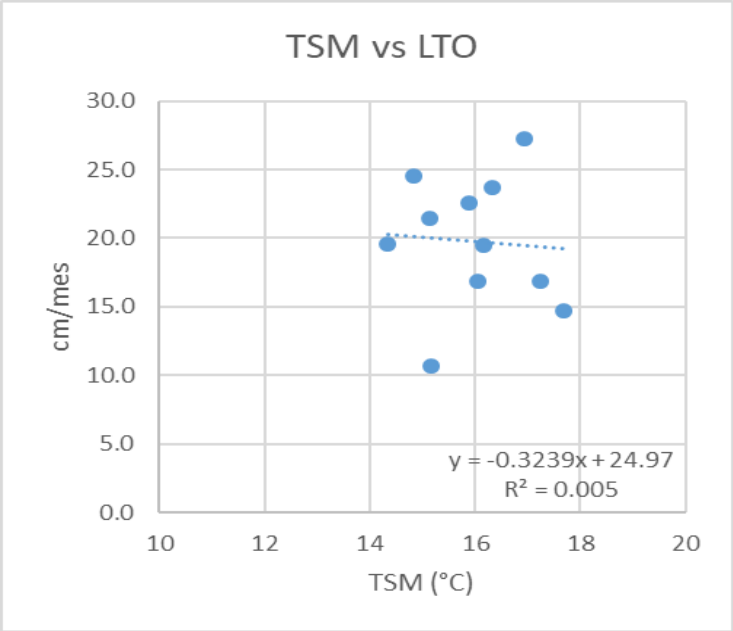


4.3.2. Relación de temperatura con longitud total

En la figura 18 se observa que no existe una relación lineal entre la temperatura y la LT como indica el valor de $R^2 = 0.005$. Sin embargo, se puede ver una ligera tendencia, donde las temperaturas altas desfavorecen las tasas de crecimiento de LT.

Figura 18

Relación de Temperatura con Longitud Total

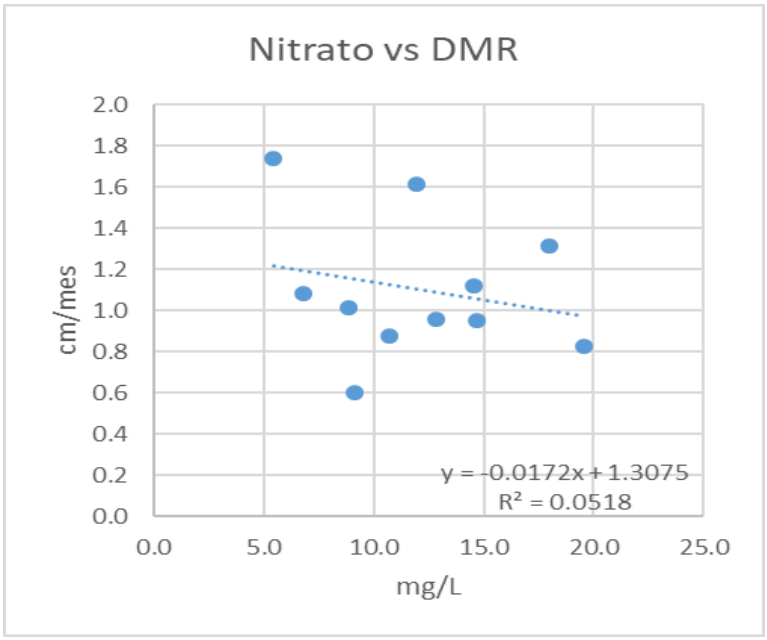


4.3.3. Relación de nitrato con diámetro mayor del rizoide

En la figura 19 se observa que no existe una relación lineal entre el nitrato y el diámetro mayor del rizoide como indica el valor de $R^2 = 0.0518$. Sin embargo, se puede ver una ligera tendencia, donde las altas concentraciones de nitrato desfavorecen las tasas de crecimiento del DMR.

Figura 19

Relación de Nitrato con Diámetro Mayor del Rizoide

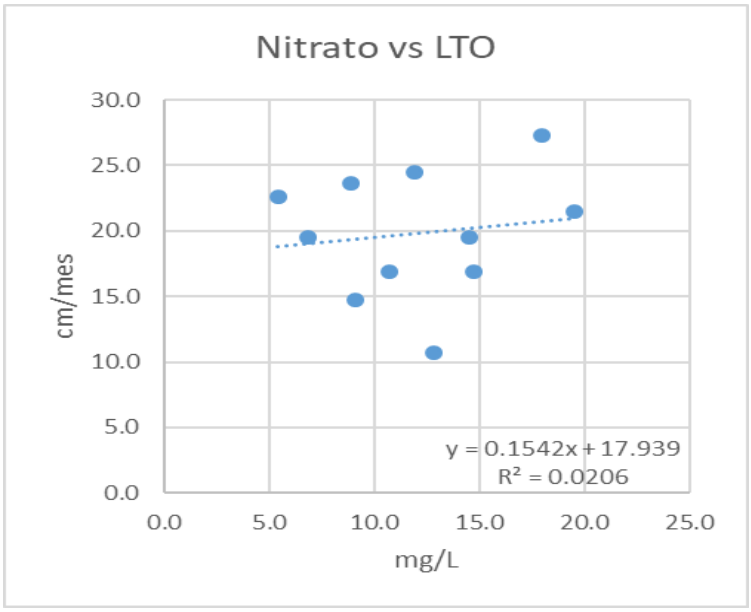


4.3.4. Relación de nitrato con longitud total

En la figura 20 se observa que no existe una relación lineal entre el nitrato y la longitud total como indica el valor de $R^2 = 0.0206$.

Figura 20

Relación de Nitrato con Longitud Total

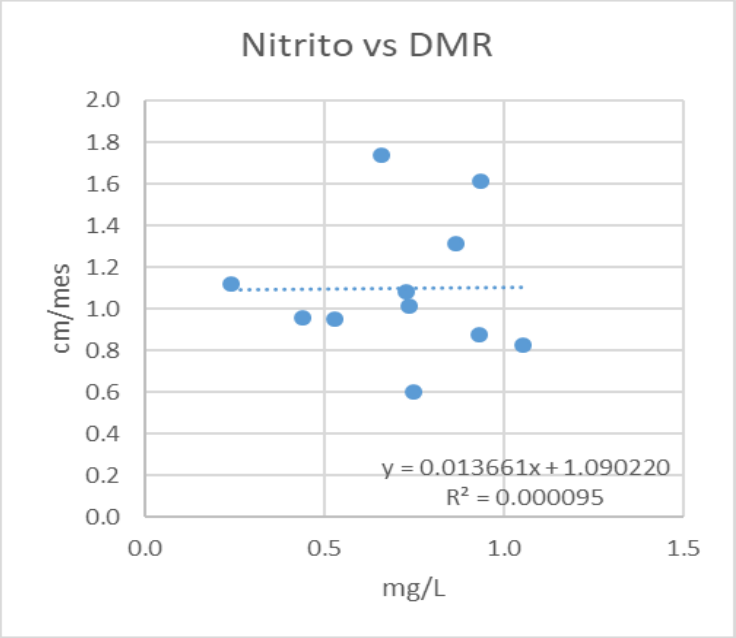


4.3.5. Relación de nitrito con diámetro mayor del rizoide

En la figura 21 se observa que no existe una relación lineal entre el nitrito y el diámetro mayor del rizoide como indica el valor de $R^2 = 0.000095$. Sin embargo, se puede ver una ligera tendencia, donde las concentraciones de nitritos entre 0.5 y 1.0 mantienen una tasa de crecimiento constante del DMR.

Figura 21

Relación de Nitrito con Diámetro Mayor del Rizoide

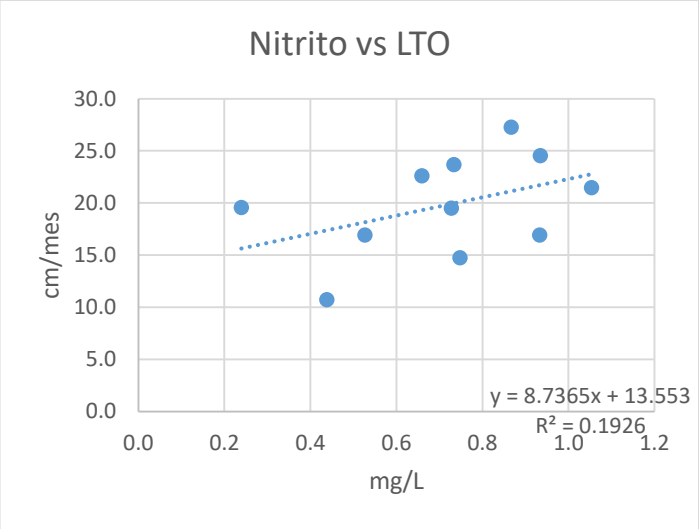


4.3.6. Relación de nitrito con longitud total

En la figura 22 se observa que no existe una relación lineal entre el nitrito y la longitud total, como indica el valor de $R^2 = 0.1926$. Sin embargo, se puede ver una ligera tendencia, donde la alta concentración de nitrito favorece las tasas de crecimiento de LT.

Figura 22

Relación de Nitrito con Longitud Total

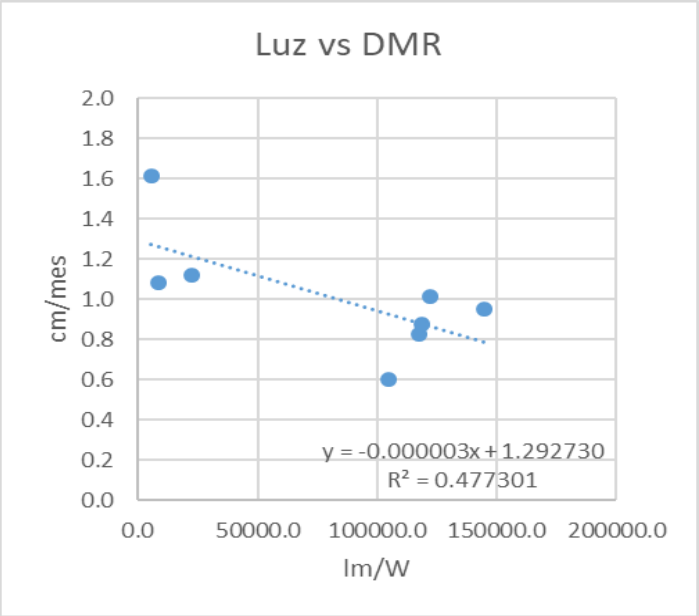


4.3.7. Relación de luz con diámetro mayor del rizoide

En la figura 23 se observa que si existe una relación lineal entre la luz y el diámetro mayor del rizoide, como indica el valor de $R^2 = 0.4773$. Sin embargo, se puede ver una ligera tendencia, donde una alta cantidad de luz perjudica las tasas de crecimiento del DMR.

Figura 23

Relación de Luz con Diámetro Mayor del Rizoide

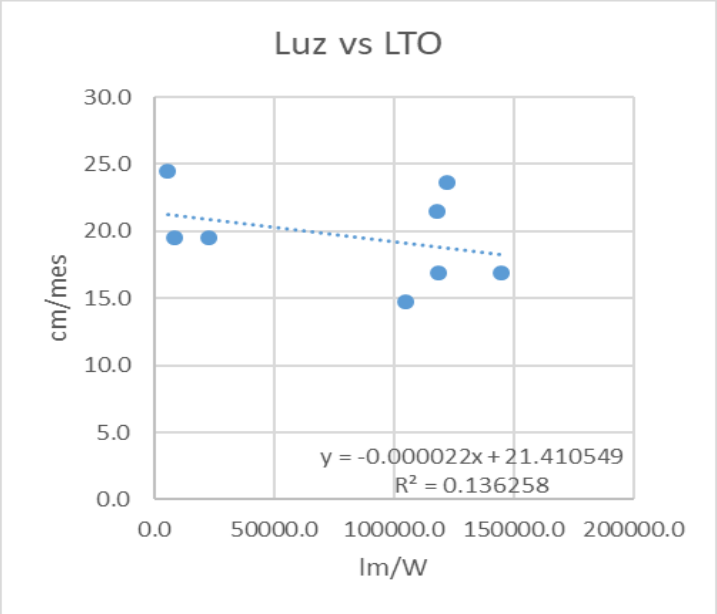


4.3.8. Relación de luz con longitud total

En la figura 24 se observa que no existe una relación lineal entre la luz y la longitud total, como indica el valor de $R^2 = 0.1362$. Sin embargo, se puede ver una ligera tendencia, donde una alta cantidad de luz perjudica las tasas de crecimiento del LT.

Figura 24

Relación de Luz con Longitud Total



4.3.9. Relación de los parámetros físico – químicos con la tasa de crecimiento tanto para DMR y LT

Tabla 6

Resumen de la regresión lineal (a, b, R^2 y R) de las relaciones de las tasas de crecimiento con las variables oceanográficas

RELACIÓN	Constante a	Constante b	Valor de R^2	Valor de r
T° vs DMR	-0.1207	3.0279	0.1397	0.37376
T° vs LT	-0.3239	24.97	0.005	0.07071
NO3- vs DMR	-0.0172	1.3075	0.0518	0.22760
NO3- vs LT	0.1542	17.939	0.0206	0.14353
NO2- vs DMR	0.013661	1.09022	0.000095	0.00975
NO2- vs LT	8.7365	13.553	0.1926	0.43886
LUZ vs DMR	-0.000003	1.2927	0.4773	0.69087
LUZ vs LT	0.000022	21.411	0.1363	0.36919

4.4. Discusión

(Hoffmann et al., 1984) Estudiaron los efectos de concentración de nitrato y fosfato con las óptimas condiciones de luz y temperatura para *L. nigrescens* , donde indica que las diferentes etapas de este recurso tienen distintos requerimientos de nutrientes, siendo la fertilización el proceso que requería las condiciones más precisas, los esporofitos ya desarrollados muestran crecimiento normal, lo cual tiene una relación en el presente estudio, donde se muestra que los nutrientes tienen un rol importante en el crecimiento del DMR y de LT en medio natural, observando que a mayores concentraciones de nitritos y nitratos el crecimiento es ligeramente mayor.

(Avila et al., 1985) señala que las distintas combinaciones de temperatura densidad el flujo de fotones y fotoperiodos sobre el crecimiento de *L. nigrescens* tienen diferente aceptación de acuerdo a la etapa en la que se encuentran cómo tal como indica (Hoffmann et al., 1984) en su estudio Interacciones de nitrato y fosfato en el desarrollo de las etapas microscópicas de *L. nigrescens* Bory (PHAEOPHYTA) lo cual guarda relación con los resultados del presente estudio dónde se puede ver la diferencia de tasa de crecimiento en las diferentes etapas estacionales del año y a distintas intensidades de luz.

(Hernández, 1996) realizo un estudio en el cual midió la tasa de crecimiento de las frondas de *M. pyrifera*. La tasa de elongación en función de las frondas mostro una tendencia logarítmica, con valores mínimos en verano y valores máximos en invierno. Semejante a lo obtenido en el actual estudio en cuanto a las tasas de crecimiento de la longitud total y el DMR en la estación de verano. Donde se observó un mayor o menor crecimiento. Sin embargo, la mayor tasa de crecimiento fue en la estación de otoño. Tanto para LT como para el DMR.

(Brown et al., 1997) llevo a cabo una evaluación sobre el crecimiento estacional de M. pyrifera en nueva Zelanda, donde midió la tasa de elongación de las hojas durante 10 meses. Las tasas de

crecimiento se mantuvieron constante casi todo el año. A excepción, de los meses de verano. Además, también indica que las altas concentraciones de nutrientes y la irradiación fomenta el crecimiento la mayor parte del año. De la misma manera en el trabajo de (Tala & Edding, 2005) que evaluó el crecimiento meristemático y la perdida de tejido distal de *L. nigrescens* durante 1 año, se usó un método de perforación en las frondas. Los resultados de este trabajo mostraron un incremento en la tasa de crecimiento a principios de primavera, disminuyendo en la estación de verano. Del mismo modo en la presente investigación se puede observar un claro descenso en la tasa de crecimiento de longitud total para la estación de verano.

El manejo de la pesquería de macroalgas, tiene como pilares fundamentales conocer sus aspectos biológico poblacionales, es por eso los resultados del presente trabajo no indicaría que *L. nigrescens* podría alcanzar un tamaño de DMR = 20 cm en aproximadamente en poco más de 1 año y medio, lo cual nos indica que el recurso tiene un crecimiento rápido, sin embargo, es necesario mantener una abundancia adecuada para su renovación (Caceres, 2019) (Vásquez, Piaget, & Vega, 2012).

V. Conclusiones

Se pudo observar mediante los resultados del presente trabajo que la tasa de crecimiento de *L. nigrescens* en relación a la longitud total del esporofito varió entre 10,71 y 27,24 cm/mes, con un valor promedio de 20,08 cm/mes, las mayores tasas de crecimiento se estimaron en los meses de abril, junio, agosto y diciembre. Lo cual nos muestra que en la estación de otoño la tasa de crecimiento es mayor con un valor promedio de 23.1 cm/mes.

En cuanto a la tasa de crecimiento de *L. nigrescens* en relación al diámetro mayor del rizoide del esporofito varió entre 0,60 y 1,74 cm/mes, y un valor promedio de 1,04 cm/mes, las mayores tasas de crecimiento se estimaron en los meses de junio, agosto y abril. Lo cual nos muestra que en la estación de otoño la tasa de crecimiento es mayor con un valor promedio de 1.37 cm/mes

En el caso de la temperatura se pudo ver como las diferentes etapas del año donde la temperatura superficial del mar asciende y desciende con valores promedio entre 14.80 y 17.33 °C. Pudiéndose así ver que las altas temperaturas desfavorecen las tasas de crecimiento de *L. nigrescens*, siendo 17.33 °C la temperatura promedio de la etapa de verano, donde las tasas de crecimiento del DMR alcanzo el menor crecimiento con un valor promedio de 0.74 cm/mes y en el caso de la longitud total con un valor promedio de 15.82 cm/mes. Los nitratos y nitritos son de importancia para el crecimiento de *L. nigrescens*, viéndose que en las etapas de verano donde la concentración de nitritos desciende bruscamente con un valor promedio de 0.84 µmol/L, y el nitrato con un valor promedio de 9.91 µmol/L, lo que afecta el crecimiento de del DMR de *L. nigrescens* con un valor promedio de 0.74 cm/mes y lo mismo para longitud total, la cual alcanza la menor tasa de crecimiento con un valor promedio de 15.82 cm/mes. Una alta intensidad de luz desfavorece las tasas de crecimiento tanto para longitud total como para el DMR, la mayor intensidad de luz se alcanzó en las etapas de primavera (128333.33 lux) y verano (111133.33 lux), siendo la estación de verano donde la tasa de crecimiento fue menor, con valores promedio de 0.74 cm/mes para el DMR y de 15.82 cm/mes para longitud total.

VI. Recomendaciones

Realizar la investigación durante un tiempo más prolongado (2 años) y al mismo tiempo recolectar datos con mayor frecuencia tanto de las tasas de crecimiento, como los datos físico – químicos.

Identificar otras zonas de estudio, donde no haya influencia del hombre, para que de esta manera se pueda tomar una data de las mismas macroalgas marcadas.

Se recomienda también evaluar otros parámetros físico – químicos como salinidad, silicatos.

Evaluar otros parámetros biológicos de las macroalgas como reclutamiento, mortalidad y fertilidad.

VII. Referencias

A.J, H., M, A., & B, S. (1984). INTERACTIONS OF NITRATE AND PHOSPHATE ON THE DEVELOPMENT OF MICROSCOPIC STAGES OF *LESSONIA NIGRESCENS* Bory (PHAEOPHYTA). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 177-186.

Aragón Paniagua, B., Castillo Rojas, R., Zavala Huambachano, J., Pastor Cuba, R., Castañeda Muñoz, V., & Rujel Mena, J. (2011). ESTUDIO SOBRE MACROALGAS PARDAS EN EL SUR DEL PERÚ. 2011 - 2015. *Instituto del Mar del Perú*.

Avila, M., Hoffman, A. J., & Santelices, B. (1985). Interacciones de temperatura, densidad de flujo fotónico y fotoperíodo sobre el desarrollo de etapas microscópicas de *Lessonia nigrescens* (Phaeophyta, Laminariales). *Revista Chilena de Historia Natural*, 71-82.

Brown, M. T., Nyman, M. A., Keogh, J., & NKM, C. (1997). Seasonal growth of the giant kel *Macrocystis pyrifera* in New Zealand. *Marine Biology*, 417-424.

Buschman, A. H., Vasquez, J. A., Osorio, P., Reyes, E., Filún, L., Hernández Gonzáles, M. C., & Vega, A. (2004). The effect of water movement, temperature and salinity on abundance and reproductive patterns of *Macrocystis spp*. (Phaeophyta) at different latitudes in Chile. *Marine Biology*, 849-862.

Buschmann, A. H., Prescott, S., Potin, P., Faugeron, S., Vásquez, J. A., Camus, C., . . . Varela, D. A. (2014). The Status of Kelp Exploitation and Marine Agronomy, with Emphasis on *Macrocystis pyrifera*, in Chile. *Advances in Botanical Research*.

Campos, L., Berrios, F., Oses, R., Gonzáles, J. E., & Bonnail, E. (2021). Unravelling *Lessonia trabeculata* management in coastal areas of the Atacama region of northern Chile through a DPSIR approach: Insights for sustainable plans . *Marine Policy*.

Cancino, J., & Santelices, B. (1984). Importancia ecológica de los discos adhesivos de *Lessonia nigrescens* Bory (Phaeophyta) en chile central. *Revista Chilena de Historia Natural*, 23-33.

Carbajal, P., & Gamarra, A. (2018). Guía para recolección y reconocimiento de macroalgas pardas comerciales del perú.

Clarke, G. L., & Denton, E. J. (1962). Ideas and observations of progress in the Study of the Seas. London: M.N.Hill.

Craigie, J. S. (2011). Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. *Journal of Applied Phycology*.

Delgadillo Garzón, O., & Newmark, F. (2008). Cultivo piloto de macroalgas rojas (*rhodophyta*) en Bahia Portete, La Guajira, Colombia. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 7-26.

Desmond, M. J., Pritchard, D. W., & Hepburn, C. D. (2015). Light Limitation within Southern New Zealand Kelp Forest Communities. *Plos One*, 1-18.

Fernández, G., & Johnston, M. (2006). Crecimiento y Temperatura. *La Serena*.

Gonzáles Roca, F., Gelcich, S., Pérez Ruzafa, Á., Vega, J., & Vásquez, J. A. (2021). Exploring the role of access regimes over an economically important intertidal kelp species . *Ocean and Coastal Management*.

Gonzáles, J., Tapia, C., Wilson, A., Garrido, J., & Ávila, M. (2002). Estrategias de explotación sustentable Algas Pardas en la zona Norte de Chile. Chile: Instituto de fomento pesquero.

Gouraguine, A., Moore, P., Burrows, M. T., Velasco, E., Ariz, L., Figueroa Fábrega, L., . . . Pérez Matus, A. (2021). The intensity of kelp harvesting shapes the population structure of the foundation species *Lessonia trabeculata* along the Chilean coastline. *Marine Biology*.

Grasshoff, K., Kremling, K., & Ehrhardt, M. (1998). *Methods of Seawater Analysis.* WILEY-VCH .

Hernández Carmona, G. (1996). Tasas de elongación de frondas de *Macrocystis pyrifera* (L.) en Bahía Tortugas , Baja California sur, México. *Ciencias Marinas*, 57-72.

Hoffman, A. J., Avila, M., & Santelices, B. (1984). Interactions of nitrate and phosphate on the development of microscopic stages of *Lessonia nigrescens* bory (PHAEOPHYTA). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 177-186.

IMARPE. (2010). Investigaciones experimentales en macroalgas. Ilo.

Jara Yáñez, R., Meynard, A., Acosta, G., Latorre Padilla, N., Oyarzo Miranda, C., Castañeda, F., . . . Contreras Porcia, L. (2021). Negative Consequences on the Growth, Morphometry, and Community Structure of the Kelp *Macrocystis pyrifera* (Phaeophyceae, Ochrophyta) by a Short Pollution Pulse of Heavy Metals and PAHs. *toxics*.

Kovalenko, I., Zdyrko, B., Magasinski, A., Hertzberg, B., Milicev, Z., Burtovyy, R., . . . Yushin, G. (2011). A Major Constituent of Brown Algae for Use in High-Capacity Li-Ion Batteries. *SCIENCE*.

Lucero, S., Muñoz, R., Monroy, A., & Quiroz, M. (2019). Crecimiento de *Lessonia trabeculata* Villouta & Santelices, 1986 En el litoral rocoso de Islay, Arequipa - 2011. *Boletin de Investigaciones Marinas y Costeras*, 7-26.

Macaya, E. (2010). Recursos objetivo areas de manejo pesca artesanal - Chile. *instituto de fomento pesquero*.

Perez Araneda, K., Zeballos, S., Arakaki, N., Gamarra, A., Carbajal, P., & Tellier, F. (2020). *Lessonia berteroana* en Perú: comprobación de la identidad de la especie y diversidad genética en el borde norte de distribución. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 270-276.

PRODUCE. (2009). Reglamento de ordenamiento pesquero de las macroalgas marinas.

Ruiz Guenel, A. A. (2012). *"*Viabilidad en el desarrollo de esporas de *Lessonia nigrescens* bory en relacion a estacionalidad y procedencia, norte y sur de chile"[Tesis de grado, Universidad Austral de Chile*].* 1Library.

Smale, D. A., & Wernberg, T. (2013). Extreme climatic event drives range contraction of a habitat-forming species. *The Royal Society*.

Strickland, J., & Pearson, T. (1972). A practical handbook of seawater analysis. *Fisheries and oceans*.

SUBSECRETARIA DE PESCA. (2010). Medidas administrativas para las especies del género *Lessonia* (*Lessonia nigrescens, Lessonia trabeculata*) en zonas de libre acceso de las regiones de los rios y los lagos.

Tala, F., & Edding, M. (2005). Growth and loss of distal tissue in blades of *Lessonia nigrescens* and *Lessonia trabeculata* (Laminariales). *Aquatic Botany*, 39-54.

Van Duin, E. H., Blom, G., Johannes Los, F., Mafiione, R., Zimmerman, R., Cerco, C. F., . . . P.H., E. (2001). Modeling underwater light climate in relation to sedimentation, resuspension, water quality and autotrophic growth. *Hydrobiologia*, 25-42.

Vásquez Castro, J., Castillo Rojas, R., Zabala Huambachano, J., Tejada Cáceres, A., & Mamani Maquera, J. (2012). Estudio sobre macroalgas pardas en el sur del Perú. 2011 - 2015.

Vasquez, J. A. (1995). Ecological Effects of brown Seaweed Harvesting. *Botanica Marina*, 251-257.

Vasquez, J. A., & Santelices, B. (1984). Comunidades de macroinvertebrados en discos adhesivos de *Lessonia nigrescens* Bory (Phaeophyta) en Chile central. *Revista Chilena de Historia Natural*, 131-154.

Vásquez, J. A., & Westermeier, R. (1993). Limiting factors in optimizing seaweed yield in Chile. *Fourteenth International Seaweed Symposium*, 313-320.

Vásquez, J. A., Piaget, N., & Vega, A. J. (2012). The *Lessonia nigrescens* fishery in northern Chile: “how you harvest is more important than how much you harvest”. *Revista de psicología aplicada*, 417-426.

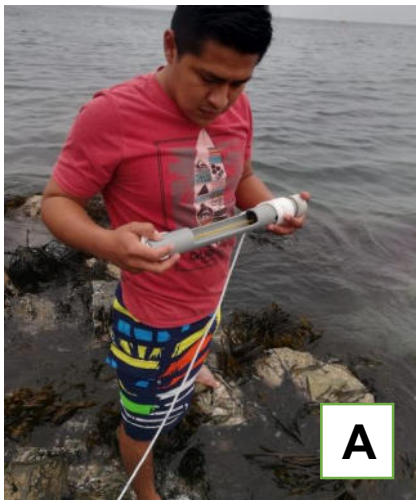
Vera Izurieta, D. F. (2014). *“*Efecto de la extracción del alga *Lessonia trabeculata,* Villouta & Santelices, sobre el macrobentos en Marcona, Perú*”.*

Vila Montoya, F. J. (2018). “Tasa de crecimiento de *Macrocystis pyrifera (phaeophyceae)* en relación a algunos parámetros ambientales en el submareal de la Isla San Lorenzo, Callao.” [tesis de grado, universidad nacional agraria la molina].

Zuta , S., & Guillen, O. (1970). Oceanografia de las aguas costeras del Perú. *Instituto Del Mar Del Perú*.

VIII. Anexos

Anexo A: Medición de temperatura superficial del mar.



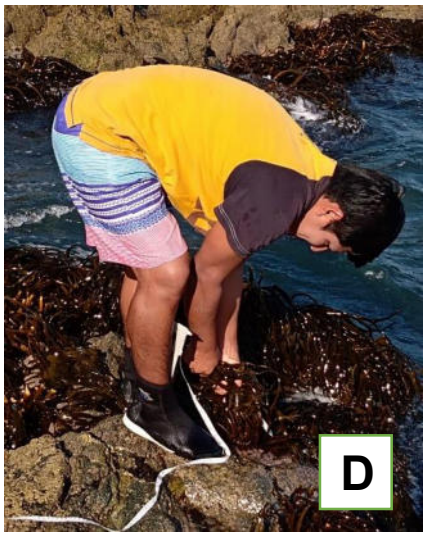
Anexo B: Medición del Diámetro Mayor del Rizoide.



Anexo C: Medición de luz con un luxómetro.



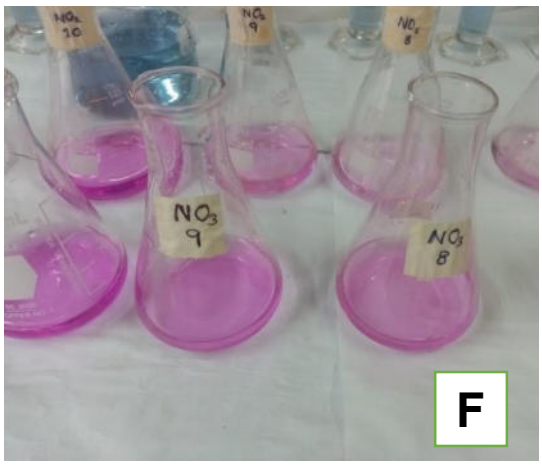
Anexo D: Medición de Longitud total.



Anexo E: Medición de DMR.



Anexo F: Muestras de Nitrito y Nitrato.



Anexo G: Vernier usado para medir el diámetro de *L. nigrescens.*



Anexo H: Precintos usados para marcar las macroalgas.



Anexo I: Formato de Control para los parámetros oceanográficos

Mes	Nitritos (µmol/L)	Nitratos (µmol/L)	Temperatura (°C)	Luz (lux)
Abr-19	0.87	18.01	16.4	
May-19	0.73	6.81	18.0	8430
Jun-19	0.66	5.41	15.5	
Jul-19	0.44	12.82	15.5	
Ago-19	0.93	11.91	15.4	5370
Set-19	0.24	14.53	14.2	22530
Oct-19	1.05	19.54	14.3	117800
Nov-19	0.53	14.70	14.4	145000
Dic-19	0.73	8.86	15.7	122200
Ene-20	0.75	9.11	17.0	104800
Feb-20	0.93264	10.71		118600
Mar-20			17.7	110000

"UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA"

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

FORMATO DE AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UNAM

Formulario de autorización para la publicación electrónica en la página web del Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Moquegua, de conformidad con la Ley N° 30035 Ley que regula el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto y Resolución de Comisión Organizadora N° 041-2022-UNAM que aprueba el Reglamento que regula el Repositorio Institucional Digital de la UNAM.

1. DATOS DEL AUTOR

Nombres y Apellidos	: Harry Jordy Aymer Rojas
DNI/Carnet de Extranjería/Pasaporte N°	: DNI 74156335
Correo electrónico	: aymerharry@gmail.com
Teléfono/Celular	: 991729514

2. GRADO, TITULO O ESPECIALIZACIÓN (Marque con una X)

Bachiller	Título Profesional	Magister	Doctor	Segunda Especialidad
	X			

3. TIPO DE PUBLICACIÓN (Marque con una X)

a) Articulo ( )
b) Tesis de pregrado (X)
c) Tesis de Maestría ( )
d) Tesis de Doctorado ( )
e) Monografía ( )
f) Reporte de caso científico o hallazgos ( )
g) Libro ( )
h) Parte de un libro ( )
i) Revisión ( )
j) Conferencia ( )
k) Presentación ( )
l) Artículo preliminar ( )
m) Articulo antes de ser publicado ( )
n) Artículo de prensa ( )
o) Documentos internos ( )
p) Imagen ( )
q) Documentos técnicos ( )
r) Ponencias presentadas en eventos científicos (Jornada, Congreso, Simposio Conferencias, etc.) ( )
s) Informes de suficiencia profesional ( )
t) Patentes producidas por académicos/as ( )

4. TIPO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (Marque con una X)

a) Tesis **(X)**
b) Trabajo de Investigación **( )**
c) Trabajo de suficiencia profesional **( )**
d) Trabajo académico **( )**

5. DATOS DE LA PUBLICACION

a) Título: "RELACIÓN DE LOS PARÁMETROS OCEANOGRÁFICOS (TEMPERATURA, NITRITOS, NITRATOS E INTENSIDAD DE LUZ) CON LOS PARÁMETROS DE CRECIMIENTO EN *Lessonia nigrescens* (Aracanto negro)"

b) Campo del conocimiento OCDE (Indicar el código de clasificación OCDE de la obra : https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde_ford.html) : 4.01.03--Pesquera

c) Fecha de publicación: Año 2022.

6. DATOS DEL ASESOR:

a) Nombres y Apellidos: Alejandro Marcelo Gonzales Vargas
b) DNI/Pasaporte/Cédula: 04647877
c) ORCID: 0000-0002-3256-907X

FIRMA : .....

DOCUMENTO DE IDENTIDAD : 74156335

NOMBRES Y APELLIDOS : HARRY JORDY AYMER ROJAS

"UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA"

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

LICENCIAS

Licencia Estándar

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional Digital de la UNAM.

Con la autorización de depósito da mi trabajo de investigación, otorgo a la Universidad Nacional de Moquegua, una Licencia No Exclusiva para reproducir. distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi trabajo de investigación (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios provistos por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Institucional Digital de la UNAM, Colección de Tesis, entre otros, en el Perú y en el extranjero, por el tiempo y veces que considere necesarias, y libre de remuneraciones.

En virtud de dicha Licencia, la UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA, podrá reproducir mi trabajo de investigación en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con los propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que el trabajo de investigación es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, o coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicho trabajo de investigación no infringe derechos de autor de terceras personas.

La UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA consignara el nombre del/los autor/es del trabajo de investigación, y no le hará ninguna modificación más de la permitida en la presente licencia.

Autorizo el depósito (marque con una X).

(X) **SI autorizo que se deposite inmediatamente.**

FIRMA : .....

DOCUMENTO DE IDENTIDAD : 74156335

NOMBRES Y APELLIDOS : HARRY JORDY AYMER ROJAS

FECHA : 12/08/2022

