UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA

DETERMINACIÓN DE FACTORES PARA LA SELECCIÓN DE UN SITIO EN EL MAR PARA UN CULTIVO DE MACROALGAS.

PACHECO FIGUEROA GABRIELA ESTHEFANIA
INGENIERA ACUÍCULTORA

MACHALA
2022

UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA

DETERMINACIÓN DE FACTORES PARA LA SELECCIÓN DE UN SITIO EN EL MAR PARA UN CULTIVO DE MACROALGAS.

PACHECO FIGUEROA GABRIELA ESTHEFANIA
INGENIERA ACUÍCULTORA

MACHALA
2022

UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA

EXAMEN COMPLEXIVO

DETERMINACIÓN DE FACTORES PARA LA SELECCIÓN DE UN SITIO EN EL MAR PARA UN CULTIVO DE MACROALGAS.

PACHECO FIGUEROA GABRIELA ESTHEFANIA
INGENIERA ACUÍCULTORA

GALARZA MORA WILMER GONZALO

MACHALA, 24 DE AGOSTO DE 2022

MACHALA
24 de agosto de 2022

Antiplagio_rev

por Gabriela Pacheco_figueroa

Fecha de entrega: 16-ago-2022 10:28a.m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 1883223098
Nombre del archivo: TRABAJO_COMPLEXIVO._PACHECO_F_GABRIELA.pdf (525.35K)
Total de palabras: 3770
Total de caracteres: 20444

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

La que suscribe, PACHECO FIGUEROA GABRIELA ESTHEFANIA, en calidad de autora del siguiente trabajo escrito titulado Determinación de factores para la selección de un sitio en el mar para un cultivo de macroalgas., otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

La autora declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las dispociones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

La autora como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 24 de agosto de 2022

GPacheco

PACHECO FIGUEROA GABRIELA ESTHEFANIA
0706672755

Agradecimiento

Agradezco principalmente a mis padres por darme por sus valiosos consejos, apoyo continuo y esfuerzo durante mi proceso de estudio, y también agradecer el apoyo que recibí del resto de mi familia.

A los docentes de la carrera de Ingeniería Acuícola por sus inmensos conocimiento y abundante experiencia que nos impartieron durante cada una de las clases.

RESUMEN

La selección de un sitio en el mar permite aprovechar los recursos naturales de nuestras costas ecuatorianas, los sitios en donde se van a realizar los cultivos de macroalgas deben de ser áreas en donde las condiciones sean favorables para el mismo, es por eso, que se realizan estudios previos a las áreas próximas hacer las zonas de cultivo. Estos estudios nos ayudan a conocer cuáles son las condiciones que presentan estos sitios, además, permiten determinar cuáles son los factores a considerar para la selección del sitio óptimo para un cultivo de macroalgas. Las limitaciones de un cultivo de macroalgas en el mar se pueden dar por factores abióticos y bióticos del sitio seleccionado, es por eso, que estos sitios deben que presentar las condiciones necesarias según la especia de macroalgas a cultivar. La determinación optimas de los factores para la selección de un sitio de un cultivo de macroalgas en el mar permitirán que el cultivo tenga un óptimo crecimiento y proliferación de las mismas.

Palabras clave: Cultivo, macroalgas, factores, bióticos, abióticos.

ABSTRACT

The selection of a site in the sea allows taking advantage of the natural resources of our Ecuadorian coasts, the sites where macroalgae crops are going to be cultivated must be areas where the conditions are favorable for it, that is why previous studies are carried out to the areas near the cultivation zones. These studies help us to know which are the conditions that these sites present, in addition, they allow us to determine which are the factors to consider for the selection of the optimal site for a macroalgae cultivation. The limitations of a macroalgae culture in the sea can be due to abiotic and biotic factors of the selected site, that is why these sites must present the necessary conditions according to the species of macroalgae to be cultivated. The optimal determination of the factors for the selection of a macroalgae culture site in the sea will allow the culture to have an optimal growth and proliferation of the macroalgae.

Key words: Cultivation, macroalgae, factors, biotic, abiotic.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 6

2. DESARROLLO 8

2.1. Cultivo de macroalgas 8

2.1.1. Usos de las macroalgas 8

2.1.2. Cultivo de macroalgas en el Ecuador 9

2.2. Sistemas de cultivo 10

2.2.1. Sistemas de fondo 10

2.2.2. Sistemas suspendidos 10

2.3. Selección del sitio en el mar 11

2.4. Factores abióticos y bióticos. 11

2.4.1. Abióticos 11

2.4.2. Bióticos 16

3. CONCLUSIÓN 21

4. BIBLIOGRAFÍA 22

Índice de ilustración

Ilustración 1 Sistema de cultivo suspendido o long-line. 10
Ilustración 2 Representación gráfica de la medición de turbidez mediante el disco de Secchi..... 13

Índice de tabla

Tabla 1 Principales especies de macroalgas de interés comercial en Latinoamérica. 8
Tabla 2 Principales enfermedades en los cultivos de macroalgas en el mar..... 18

Índice de figura

Figura 1 Usos de las macroalgas en la actualidad. 9

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de macroalgas es un sector que se está apoderando de los mercados alrededor del mundo. Esta actividad representa más del 20% de los cultivos acuícolas. (Buschmann et al., 2017)

Sin embargo, hay muy poca literatura sobre la determinación para la selección de un sitio para el cultivo de macroalgas en el mar, por tal motivo, no hay estudios en donde nos indiquen cuales son los factores a considerar para este tipo de cultivo.

El presente trabajo de investigación consiste en determinar qué factores debemos de considerar al momento de seleccionar un sitio para el cultivo de macroalgas en el mar. La importancia de seleccionar un sitio o un lugar adecuado en este tipo de ambientes naturales es facilitar y promover condiciones óptimas para el mismo.

Un cultivo de macroalgas puede verse limitado por diversas condiciones, por eso, es muy importante realizar un estudio previo de los factores bióticos y abióticos para el aprovechamiento del lugar que deseemos implementar las granjas. La determinación ideal para seleccionar un sitio para el cultivo es sumamente completo debido a que involucra un sinnúmero de factores de suma importancia, que van desde las actividades humanas, características geofísicas propias del lugar, hasta las necesidades que requieren cada especie de macroalgas que se desea cultivar.

La mayoría de las macroalgas se encuentran en la zona fótica de los ecosistemas acuáticos. En este entorno, las macroalgas pueden ser bentónicas o planctónicas. Los factores ambientales de un determinado lugar permitirán a las macroalgas su óptimo desarrollo. Las condiciones que más influyen en el crecimiento de las mismas son el espectro e intensidad lumínica, mareas, salinidad, temperatura, oleaje, micro y macronutrientes, turbidez, sustrato, entre otros. Sin embargo, estos factores pueden variar según su ubicación geográfica, cambios estacionales y profundidad. Todos estos factores son importantes para el desarrollo y operación del cultivo en el mar.

Es por ello que se plantea determinar los principales factores para la selección de un sitio para el cultivo de macroalgas en el mar.

1. DESARROLLO

1.1. Cultivo de macroalgas

El cultivo de macroalgas se ha vuelto relativamente fácil y común, las macroalgas presentan un alto valor nutricional que es usado para la industria alimenticia tanto para los seres humanas y animales. Además de las cualidades nutricionales que presentas las macroalgas son usadas en las industrias biotecnológicas, cosmetología e ingeniería genética para la elaboración de ficocoloides. (Radulovich et al., 2013).

Asimismo, las personas de las comunidades de las zonas litorales son beneficiarias de estos cultivos debido a que generan nuevas fuentes de trabajo y serán quieres se encarguen de la producción de las macroalgas y así, obtener la materia prima. Este tipo de actividades garantiza la comercialización de los derivados o productos de las algas. (Rincones & Ondarza, 2008)

El cultivo de macroalgas en se da en las siguientes especies:

Clasificación	Especie
Chlorophyta	Ulva sp
	Monostroma sp.
Pheophyceae	*Macrocystis pirifera*
	Lessonia sp.
	Eisenia arbórea
Rhodophyta	*Agarophyton chilensis*
	Kappaphycus sp.
	Eucheuma sp.

Tabla 1 Principales especies de macroalgas de interés comercial en Latinoamérica.

1.1.1. Usos de las macroalgas

Muchos años atrás a nivel mundial, las macroalgas se han convertido una fuente de alimento tanto para los animales y seres humanos, además de su uso en la agricultura. Hoy en día, representa el 76,1% de la alimentación de los humanos, ya sea que se las comercializa en alimentos preparados, frescas, extractos líquidos, secos, enlatadas, en hojuelas, saladas o en polvo, otras alternativas de comercialización es la fabricación biocombustible, alimento para los animales, cosméticos, fertilizantes, medicina, productos procesados que son usados como aditivos alimenticios (ficocoloides). (Arbaiza et al., 2021)

Figura 1 Usos de las macroalgas en la actualidad.

1.1.2. Cultivo de macroalgas en el Ecuador

La búsqueda de un sitio para los cultivos de macroalgas en el mar es de suma importancia debido a que no estaríamos limitando los suelos para la agricultura, aprovechando el uso zonas del mar (Ycaza, 2018). Un cultivo de macroalgas a mayor escala dentro del Ecuador permite abrir a nuevos mercados dentro de las actividades acuícolas.

En la actualidad, el cultivo de macroalgas en nuestras costas ecuatorianas se ha venido incrementando debido a las gestiones de las entidades gubernamentales favoreciendo las actividades económicas de las comunidades que se encuentran cerca del litoral. Un proyecto promovido por el Instituto Nacional de Pesca (INP) nombrado como "Cultivo de macroalga marina (*Kappaphycus alvarezii*) en la primera milla náutica de la zona costera de la Provincia de Santa Elena en el Ecuador" en el 2015, cuya finalidad fue producir materia prima para la elaboración de de carragenina, este producto es usado en las industrias biotecnológicas, alimenticias y farmacéuticas, la carragenina tiene propiedades fisicoquimicas debido a la presencia de gelificación. (Gnanavel et al., 2019)

2.2. Sistemas de cultivo

Dentro de los cultivos de macroalgas en el mar, comúnmente los sistemas de cultivo usados son: los cultivos de fondo y cultivos suspendidos.

2.2.1. Sistemas de fondo

Los cultivos de fondo que se realizan para cultivar macroalgas se asemejan a los de la agricultura debido a que se siembra en los sustratos directamente. En estos sistemas de cultivo se usan horquillas o palas como herramientas de fijación. Los sistemas de fondo son usados en las zonas submareales e intermareales. Los sistemas de cultivo de fondo, es un cultivo simple ya que solo consiste en la siembra directa en el sustrato, este sistema se realiza en zonas submareales e intermareales. (Saavedra et al., 2019)

2.2.2. Sistemas suspendidos

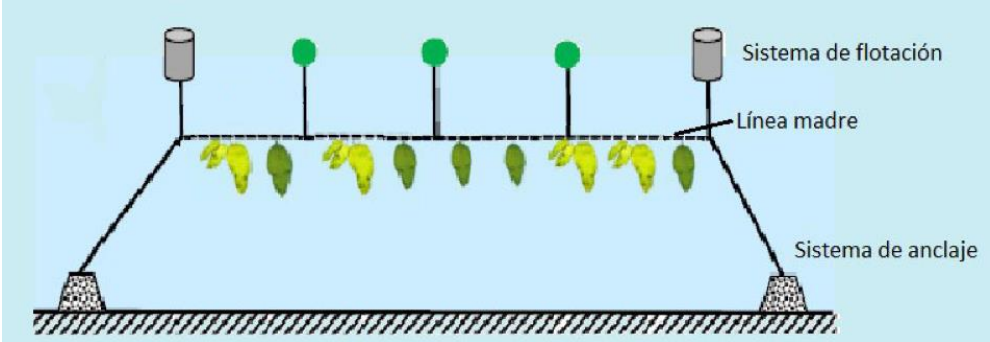

Ilustración 1 Sistema de cultivo suspendido o long-line.

Los cultivos suspendidos o también llamados “long line”, a diferencia del anterior, radica en el uso de flotadores en donde se encuentra una línea madre de forma horizontal que dependiendo de la especie a cultivar se va a encontrar a cierta profundidad o incluso en la superficie. Estos cultivos por lo general están unidos a un sistema de anclaje, que tiene como función que la estructura se mantenga flotando de manera fija, en un solo lugar. (Saavedra et al., 2019)

2.3. Selección del sitio en el mar.

A nivel mundial, las macroalgas se están cultivando en aguas cercas de las costas para la producción de alimentos (Ferdouse et al., 2018). La selección de un sitio para el cultivo de macroalgas, debe ser un entorno en donde permite que crezcan las algas de manera óptima, por eso, los factores que debemos tener en cuenta para la selección de un sitio, son factores ambientales que determinan el óptimo desarrollo de estos cultivos. (Jaya, 2014)

El sitio a seleccionar debe de contar con características como: luz, temperatura, salinidad, marea, entre otros, estoy son factores que tienen una relación directa en la influencia del desarrollo de las macroalgas, es por eso, que las granja deben ubicarse en lugares adecuados con suficientes concentraciones de nutrientes y mezcla de mareas (Gentry et al., 2020), además, el sitio a seleccionar debe de tener mínima presencia de organismos depredadores y epifitos(Jin et al., 2018)

2.4. Factores abióticos y bióticos.

2.4.1. Abióticos

Es de suma importancia conocer los factores abióticos que están presentes en el sitio. Los factores como la salinidad, temperatura, luz, turbidez, pH, entre otros influyen directamente en la tasa de crecimiento y peso de las algas marinas (Tirtawijaya et al., 2022)

Salinidad

Este parámetro juega un papel importante dentro de los cultivos de macroalgas en el mar debido a que la disponibilidad o ausencia de este factor limita su crecimiento. Las macroalgas, en su mayoría, requieren salinidades alrededor de 30 ppm, tolerando mínimas fluctuaciones. Al seleccionar un sitio en donde se tiene cambios bruscos de salinidades, como son las zonas de estuario con grandes cantidades de entrada de agua dulce, limitarían el crecimiento de las macroalgas. (Thomas et al., 2019)

El cambio de salinidades en el mar se da principalmente por fuertes lluvias y en áreas que se encuentran cerca de la desembocadura de los ríos, por lo que se recomienda, en los cultivos que se usan sistemas de suspensión se deben de colocar por debajo de 1 metro del nivel del mar, debido a que el agua dulce queda en la superficie flotando. (Thomas et al., 2019)

Temperatura.

Este factor también es un limitante para el crecimiento de las algas, la temperatura ideal para el cultivo de macroalgas va a depender de la especie a cultivar, siendo las más optimas entre 27 - 30° C. (Jin et al., 2018). La mayoría de las especies de algas son sensible a altas temperaturas, de igual forma, pueden recuperarse y tolerar aumentos de temperatura a corto plazo. Los cambios de temperatura ocasionan estrés, bajas tasas de crecimiento, muerte o fragmentación de las láminas o talo de las macroalgas. (Kerrison et al., 2015)

Luz

Las macroalgas necesitan de la luz solar para su proceso fotosintético y su crecimiento, por eso, es indispensable que los sitios a elegir para su cultivo no presenten niveles altos de turbidez. Para el proceso de la fotosíntesis se necesitan de 400 a 700 nm aproximadamente. (Macas, 2021)

Turbidez

Los sólidos que se encuentran en suspensión hacen que la luz no penetre con facilidad en la columna de agua. En zonas muy cercanas a las orillas, la presencia de turbidez puede ser ocasionada por los oleajes.(Soriano, 2018)

La turbidez del agua se estima a través del uso del disco Secchi. Este instrumente permite medir la turbidez del agua y por ello la penetración de la luz, el disco es de forma

circular pintado con unos ángulos de color negro y blanco, en donde se encuentra atado a una cuerda graduada.

Ilustración 2 Representación gráfica de la medición de turbidez mediante el disco de Secchi.

pH

Este parámetro sirve como indicador de la calidad de agua del sitio a seleccionar, además, se relaciona con el crecimiento, proliferación y presencia de casi todas las diferentes especies de macroalgas. En horas de la mañana el pH se encontrare menor a 7, esto se debe a que CO_2 que es producido por el proceso de respiración de las bacterias aeróbicas durante la noche se encuentra elevado; a medida que pasan las horas durante el día el pH es elevado por la presencia de las macroalgas y su proceso de fotosíntesis, ya en la noche decae debido a que las macroalgas dejan de consumir CO_2 y sigue con el proceso de la respiración de las bacterias. (Prema, 2018)

Flujo de agua.

Este factor es de suma importancia debido a que las macroalgas obtienen sus nutrientes por medio del agua. El flujo del agua además de promover nutrientes al cultivo

actúa como removedor de desechos provocados por el mismo, sin embargo, este factor varía por la influencia de la temperatura de las mareas, vientos y del agua. (Macas, 2021)

En Ecuador, las zonas litorales pueden alcanzar velocidades de 30 cm/s[1] y presentar menor concentración de nutrientes, a diferencia de otras zonas, en donde ocurre todo lo contrario, menor velocidad, mayor concentración de nutrientes, ambas situaciones favorecen óptimas condiciones para el cultivo. (Nursidi et al., 2017)

El sitio debe de ser una zona de aguas tranquilas, poco concurrida y especialmente transparentes, debe de ser un área en donde haya biodiversidad y espacios rocosos.

Profundidad.

Para un cultivo de macroalgas debemos de tener en cuenta que sistema de cultivo vamos a usar, si un cultivo de fondo o un cultivo suspendido, ya que la profundidad es de suma importancia dentro de estos sistemas.

Las zonas que no son muy profundas quedan expuestas a mayor cantidad de luz, por lo tanto, dependiendo del sistema de cultivo a usar, pueden ser perjudicial para las láminas de las macroalgas, además, las zonas someras también pueden verse afectado por la acción de las mareas. (Otaíza & Cáceres, 2015) En los sistemas de cultivo de suspensión se recomienda hasta una profundidad máxima de 25 m y un mínimo de 10 m, a esta profundidad, reducimos los daños ocasionados por el blanqueamiento de las láminas y el flujo de agua será el necesario. (Gnanavel et al., 2019)

Tipo de sustrato

El tipo de sustrato que se use en los diferentes sistemas de cultivo de las macroalgas estará estrechamente relacionado con sus procesos biológicos, como es el crecimiento, biomasa y supervivencia.

En los sistemas de cultivos llamados Long line o suspendidos, se usan diversos tipos de malla, ya sea, malla hortofrutícola, malla raschel o malla anchovetera en donde serán muestreados hasta la fecha de cosecha. En una investigación titulada "Efecto del sustrato sobre el crecimiento y supervivencia de *Chondracanthus chamissoi* en cultivo en sistema suspendido en el litoral marino de Ilo" concluyeron que obtuvieron mejores resultados con el uso de la malla raschel teniendo una sobrevivencia del 60% y grandes ganancias en peso y crecimiento. (Cahui, 2018)

En los sistemas de cultivo de fondo, la Eucheuma es una macroalga que prefiere sustratos o marga arenosos y sin presencia de otras algas. Este tipo de macroalgas no crecen en ambientes cubiertos de otras algas. Un fondo con formaciones coralinas no es un buen sitio para realizar un cultivo de macroalgas, debido a que se dificulta asegurar las estacas. (Prema, 2018)

Nutrientes

Los sitios con elevadas concentraciones de nutrientes ayudarán a un rápido crecimiento, incluso en donde hay menor concentración de nutrientes, el flujo de agua es elevada permite una mayor absorción de los nutrientes, sosteniendo las tasas de crecimiento de los cultivos. Fertilizar permite obtener mayor rendimiento y crecimiento de las macroalgas, de tal manera, que el amonio aporta nitrógeno, ya que se lo toma del nitrato.

El nitrógeno, fósforo y el carbono inorgánico, son elementos esenciales para el cumplimiento de los procesos fisiológicos. En el mar, estos nutrientes se encuentran en abundancia hasta los 60 metros de profundidad.

Contaminantes

Los contaminantes que están presentes en el agua son absorbidos por las mismas macroalgas, este factor es otro que debemos de considerar para la selección del sitio, debido a que las macroalgas son destinadas para el consumo humano. (Thomas et al., 2019)

Tormentas

Los sitios que estamos próximos a elegir para el cultivo de macroalgas se deben elegir áreas que se encuentren protegidas. Además, se deben de monitorear constantemente el tiempo, por si se ven amenazados, puedan cosechar o mover los cultivos a zonas más seguras. (Thomas et al., 2019)

2.4.2. Bióticos

Como es de entender, existen interacciones entre los sitios de cultivo y especies del entorno que dependen del tipo de granja, escala y su ubicación. Este tipo de interacciones pueden llegar a afectar los cultivos, es por eso, que debemos de realizar un estudio previo a la selección del sitio, la presencia de estas especies puede llegar a ser benéficas o perjudiciales para el cultivo, por eso, debemos de cuantificar y especificar las especies presentes en el medio. (Corrigan et al., 2022)

Microorganismos.

La presencia de microorganismos protistas, hongos, bacterias, virus, oomicetos y arqueas, son importantes ya que ayudan al funcionamiento de los ciclos de los nutrientes, mantener la salud del ecosistema, descomposición de la materia orgánica y prevenir Bloom algales. (Egan et al., 2013)

La relación entre los microorganismos y las macroalgas conforman diferentes asociaciones facilitando su salud y su funcionamiento como plantas hospederas, permitiendo su desarrollo morfológico y a la protección de enfermedades, esto debe de considerarse una relación sinérgica. (Trevathan-Tackett et al., 2019)

Establecer la interacción entre las comunidades microbianas que están presente en la columna de agua y los sitios de cultivo, será parte fundamental de los futuros estudios, debido a que los microorganismos actúan como indicadores de cómo se encuentra el medio. (Stoeck et al., 2018)Además, la presencia de estos microorganismos puede causar

daño y enfermedades en las zonas de cultivo propagándose a las poblaciones algales aledañas causando un desequilibrio ecológico.

La presencia de estos microorganismos en el sitio para el cultivo de las macroalgas puede ocasionar enfermedades, que son provocados por la presencia de hogos, bacterias, nematodos o ciertas algas que se vuelven oportunistas. (Ward et al., 2020)

Enfermedad	**Patógeno**	**Sintomatología**
Enfermedad del hielo	Bacterias	Presentan blanqueamiento en las puntas del talo o láminas de las algas marinas y cerca de donde se encuentran sujetadas.
Enfermedad de malformación	Bacterias gran positivas (+)	Esta enfermedad de la malformación se da en diversas etapas del cultivo, incluidos los huevos del oogamio, gametofitos y esporofit.
Enfermedad del desprendimiento de las plántulas	Pseudomonas Vibrio sp.	Las plántulas de las macroalgas se vuelven blandas y presentan descoloración hasta el punto de podrirse.
Enfermedad de la podredumbre roja	Pythium Alternaria sp.	Las macroalgas presentan unas machas de color rojas en sus laminas, hasta cambiar a una tonalidad violeta y posteriormente, se desintegran.
Enfermedad de la macha blanca en macroalgas.	Phomas sp.	En la parte del borde del talo, se presentan unas machas blancas que se van expandiendo causando daños en la lámina.

Tabla 2 Principales enfermedades en los cultivos de macroalgas en el mar.

Plancton

La presencia de microorganismos planctónicos proporcionan alimento y refugio al zooplancton, sin embargo, pueden llegan a afectar negativamente al cultivo, según Stoeck et al., (2018) en su estudio demostró que el fieltro de diatomeas que es causado por el asentamiento de las mismas produce blanqueamiento en las láminas de las macroalgas causando pérdidas económicas. En otros aspectos, los cultivos de macroalgas pueden minimizar la proliferación de algas y el proceso de eutrofización, mejorando la calidad de agua, disminuyendo la turbidez, asimilando el exceso de nutrientes. (Kim et al., 2015)

El fitoplancton y las macroalgas al ser productores primarios estos compiten por nutrientes y luz, reduciendo la disponibilidad de alimento para la fauna que se encuentra disponible a su alrededor. Sin embargo, los cultivos de macroalgas a menor escala no causan este tipo de desequilibrio, teniendo en cuenta que la comunidad fitoplanctónica se encuentra en sitios de continuo flujo de corrientes. (Aldridge et al., 2021)

Epibiontes

Estos organismos colonizan la superficie que se encuentre disponible en el mar, alguno de los epibiontes son estudiados debidos a los daños que causan en los sistemas acuícolas, reduciendo el rendimiento y calidad de las macroalgas. Los epibiontes en las macroalgas ocasionan degradación de la biomasa, inhiben el proceso fotosintético y su crecimiento, las macroalgas se vuelven propensas a enfermedades, además, la materia prima se puede contaminar al introducirse toxinas. (Bannister et al., 2019)

Comunidad bentónica

La comunidad bentónica está conformada por organismos filtradores, detritívoros y herbívoros que ayudan en el proceso de reciclaje de nutrientes, filtración de agua y alimento de otras especies (Schratzberger & Ingels, 2018), además de especies de macroinvertebrados (pequeños peces, equinodermos y crustáceos). Estos organismos son

usados como bioindicadores de contaminación, hipoxia y eutrofización, debido a que son especies que toleran diferentes tipos de ambientes.

Además, un cultivo de macroalgas en el mar proporciona un nuevo habitas para estas comunidades debido a que hay un mayor aporte de detritos y nutrientes que provienen de estos cultivos. (Eger et al., 2021)

3. CONCLUSIÓN

Como conclusión de este trabajo complexivo se puede decir que:

Un sitio adecuado para el cultivo de macroalgas debe de ser una zona que permitan su óptimo crecimiento y desarrollo, estos sitios deben de contar con factores idóneos para nuestros futuros cultivos y que se asemejen lo mas posible a las condiciones ambientales que requieran cada una de las especies de macroalgas a cultivar.

Los factores para la selección de un sitio en el mar para un cultivo de macroalgas juegan un papel sumamente importante dentro de esta actividad acuícola, los sitios para el cultivo de macroalgas nos permiten el aprovechamiento de estos ecosistemas acuáticos sustentando la biodiversidad y funcionamiento de estos recursos.

Los factores abióticos y bióticos que se encuentran presentes en el sitio que se va a seleccionar para un cultivo de macroalgas, deben de ser factores adecuados, ya que, existe una interacción directa con el crecimiento y desarrollo de las macroalgas, es decir, que los factores abióticos como la temperatura, luz, nutrientes, entre otros deben ser los adecuados para nuestras granjas, al igual que los factores bióticos, debido a que la presencia de estos organismos pueden llegar a ser perjudiciales para los cultivos.

4. BIBLIOGRAFÍA

Aldridge, J. N., Mooney, K., Dabrowski, T., & Capuzzo, E. (2021). Modelling effects of seaweed aquaculture on phytoplankton and mussel production. Application to Strangford Lough (Northern Ireland). *Aquaculture*, *536*, 736400. https://doi.org/10.1016/J.AQUACULTURE.2021.736400

Arbaiza, S., García, R., Kodaka, P., Merino, L., Ramírez, P., Rivera, H., Villena, G., & Resurrección, J. (2021). *Diversificación acuícola hacia el cultivo de macroalgas*. https://cetmar.org/wp-content/uploads/2021/07/DiversificacionAcuicolaMacroalgas.pdf

Bannister, J., Sievers, M., Bush, F., & Bloecher, N. (2019). Biofouling in marine aquaculture: a review of recent research and developments. *Biofouling*, *35*(6), 631–648. https://doi.org/10.1080/08927014.2019.1640214

Buschmann, A. H., Camus, C., Infante, J., Neori, A., Israel, Á., Hernández-González, M. C., Pereda, S. V., Gomez-Pinchetti, J. L., Golberg, A., Tadmor-Shalev, N., & Critchley, A. T. (2017). Seaweed production: overview of the global state of exploitation, farming and emerging research activity. *European Journal of Phycology*, *52*(4), 391–406. https://doi.org/10.1080/09670262.2017.1365175

Cahui, J. (2018). *Efecto del sustrato sobre el crecimiento y supervivencia de chondracanthus chamissoi en cultivo en sistema suspendido en el litoral marino de ilo* [universidad nacional de moquegua]. https://repositorio.unam.edu.pe/bitstream/handle/UNAM/87/T095_71660095_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Corrigan, S., Brown, A., Ashton, I., Smale, D., & Tyler, C. (2022). *Quantifying habitat provisioning at macroalgal cultivation sites*. https://doi.org/10.1111/raq.12669

Egan, S., Harder, T., Burke, C., Steinberg, P., Kjelleberg, S., & Thomas, T. (2013). The seaweed holobiont: understanding seaweed–bacteria interactions. *FEMS Microbiology Reviews*, *37*(3), 462–476. https://doi.org/10.1111/1574-6976.12011

Eger, A., Marzinelli, E., Baes, R., Blain, C., Blamey, L., Carnell, P., Choi, C. G., Hessing-Lewis, M., Kim, K. Y., Lorda, J., Moore, P., Nakamura, Y., Pontier, O., Smale, D.,

Steinberg, P., & Verges, A. (2021). The economic value of fisheries, blue carbon, and nutrient cycling in global marine forests. *EcoEvoRxiv*. https://doi.org/10.32942/OSF.IO/N7KJS

Ferdouse, F., Løvstad, S., Rohan, H., Murúa, S. P., & Yang, Z. (2018). The global status of seaweed production, trade and utilization. *GLOBEFISH Research Programme*, *124*.

Gentry, R. R., Alleway, H. K., Bishop, M. J., Gillies, C. L., Waters, T., & Jones, R. (2020). Exploring the potential for marine aquaculture to contribute to ecosystem services. *Reviews in Aquaculture*, *12*(2), 499–512. https://doi.org/10.1111/RAQ.12328

Gnanavel, V., Roopan, S. M., & Rajeshkumar, S. (2019). Aquaculture: An overview of chemical ecology of seaweeds (food species) in natural products. *Aquaculture*, *507*, 1–6. https://doi.org/10.1016/J.AQUACULTURE.2019.04.004

Jaya, M. (2014). *evaluación de métodos de cultivo de macroalga (Gracilariopsis sjoestedtii) en campo en la zona sur de la Isla Jambelí – El Oro*. Universidad Técnica De Machala.

Jin, S., Liu, Y., Sun, C., Wei, X., Li, H., & Han, Z. (2018). A study of the environmental factors influencing the growth phases of Ulva prolifera in the southern Yellow Sea, China. *Marine Pollution Bulletin*, *135*, 1016–1025. https://doi.org/10.1016/J.MARPOLBUL.2018.08.035

Kerrison, P. D., Stanley, M. S., Edwards, M. D., Black, K. D., & Hughes, A. D. (2015). The cultivation of European kelp for bioenergy: Site and species selection. *Biomass and Bioenergy*, *80*, 229–242. https://doi.org/10.1016/J.BIOMBIOE.2015.04.035

Kim, J. K., Kraemer, G. P., & Yarish, C. (2015). Use of sugar kelp aquaculture in Long Island Sound and the Bronx River Estuary for nutrient extraction. *Marine Ecology Progress Series*, *531*, 155–166. https://doi.org/10.3354/MEPS11331

Macas, Lady. (2021). *Investigación de zonas aptas para el cultivo multi trófico integrado de Kappaphycus alvarezii y Crassostrea gigas en Santa Elena-Ecuador* [ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL]. https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/51051/1/T-109815 MACAS

NICOLE.pdf

Nursidi, Mauli, & Heriansah. (2017). *Development of seaweed Kappaphycus alvarezii cultivation through vertical method in the water of small islands in South Sulawesi, Indonesia*. *10*(6). http://www.bioflux.com.ro/aacl

Otaíza, & Cáceres. (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.* https://cibas.cl/wp-content/uploads/sites/47/2018/04/Manual-repoblamiento-CHICORIA-DE-MAR-Otaiza-Caceres-2015.pdf

Prema, D. (2018). Site selection and water quality in mariculture. *Central Marine Fisheries Research Institute*.

Radulovich, R., Umanzor, S., & Cabrera, R. (2013). *Algas Tropicales Cultivo y Uso como Alimento 2013 (Tropical Seaweeds: Cultivation and Use as Food)*. 55.

Rincones, R., & Ondarza, M. (2008). El cultivo de algas marinas: alternativa industrial en acuacultura sustentable a mediano y largo plazo. In *CienciaUAT*. https://www.redalyc.org/comocitar.oa?id=441942914009

Saavedra, S., Henríquez, L., Leal, P., Galleguillos, F., Cook, S., & Cárcamo, F. (2019). *Cultivo de Macroalgas: Diversificación de la Acuicultura de Pequeña Escala en Chile*. https://www.ifop.cl/wp-content/contenidos/uploads/biblioteca/libros_digitales/cultivo_de_macroalgas.pdf

Schratzberger, M., & Ingels, J. (2018). Meiofauna matters: The roles of meiofauna in benthic ecosystems. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, *502*, 12–25. https://doi.org/10.1016/J.JEMBE.2017.01.007

Soriano, F. (2018). *Biodiversidad de epífitas en cultivo de kappaphycus alvarezii, santa rosa – salinas, entre marzo y agosto del 2017.* [universidad estatal "península de santa elena"]. https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/4423/1/UPSE-TBM-2018-0004.pdf

Stoeck, T., Frühe, L., Forster, D., Cordier, T., Martins, C. I. M., & Pawlowski, J. (2018).

Environmental DNA metabarcoding of benthic bacterial communities indicates the benthic footprint of salmon aquaculture. *Marine Pollution Bulletin*, *127*, 139–149. https://doi.org/10.1016/J.MARPOLBUL.2017.11.065

Thomas, J. B. E., Ramos, F. S., & Gröndahl, F. (2019). Identifying Suitable Sites for Macroalgae Cultivation on the Swedish West Coast. *Coastal Management*, *47*(1), 88–106. https://doi.org/10.1080/08920753.2019.1540906/SUPPL_FILE/UCMG_A_1540906_SM0272.PDF

Tirtawijaya, G., Surya, B., Lee, J., Cho, M.-G., Kim, H., Choi, Y.-S., Lee, S.-H., & Choi, J.-S. (2022). *The Influence of Abiotic Factors on the Induction of Seaweed Callus*. https://doi.org/10.3390/jmse10040513

Trevathan-Tackett, S. M., Sherman, C. D. H., Huggett, M. J., Campbell, A. H., Laverock, B., Hurtado-McCormick, V., Seymour, J. R., Firl, A., Messer, L. F., Ainsworth, T. D., Negandhi, K. L., Daffonchio, D., Egan, S., Engelen, A. H., Fusi, M., Thomas, T., Vann, L., Hernandez-Agreda, A., Gan, H. M., … Macreadie, P. I. (2019). A horizon scan of priorities for coastal marine microbiome research. *Nature Ecology & Evolution 2019 3:11*, *3*(11), 1509–1520. https://doi.org/10.1038/s41559-019-0999-7

Ward, G. M., Faisan, J. P., Cottier-Cook, E. J., Gachon, C., Hurtado, A. Q., Lim, P. E., Matoju, I., Msuya, F. E., Bass, D., & Brodie, J. (2020). A review of reported seaweed diseases and pests in aquaculture in Asia. *Journal of the World Aquaculture Society*, *51*(4), 815–828. https://doi.org/10.1111/JWAS.12649

Ycaza, I. (2018). *Las Microalgas – Yachay Tech*. https://www.yachaytech.edu.ec/noticia/las-microalgas/