

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMÍA



**“APLICACIÓN DE CONCENTRADOS Y EXTRACTOS A BASE DE
ALGAS MARINAS COMO ESTIMULANTES VEGETALES”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

PARA OPTAR EL TÍTULO DE

INGENIERO AGRÓNOMO

FRANZ ROLING CCAHUANA CORDOVA

LIMA – PERÚ

2024

TSP Franz Roling Ccahuana Cordova revisado por Sady García Bendezú

INFORME DE ORIGINALIDAD

14%

INDICE DE SIMILITUD

12%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco Trabajo del estudiante	2%
2	Submitted to Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía Trabajo del estudiante	1%
3	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	1%
4	repository.unad.edu.co Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	1%
6	ica.mxl.uabc.mx Fuente de Internet	1%
7	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	1%

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE AGRONOMÍA

**“APLICACIÓN DE CONCENTRADOS Y EXTRACTOS A BASE DE
ALGAS MARINAS COMO ESTIMULANTES VEGETALES”**

Franz Roling Ccahuana Cordova

Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el Título de

INGENIERO AGRÓNOMO

Sustentado y aprobado ante el siguiente jurado:

Dr. Erick Espinoza Núñez

PRESIDENTE

Ph. D. Sady Javier García Bendezú

ASESOR

Ing. Saray Siura Céspedes

MIEMBRO

Ing. M. Sc. Karín Cecilia Coronado Matutti

MIEMBRO

LIMA – PERÚ

2024

DEDICATORIA

A mi novia, por ser la mejor compañera y por ser parte fundamental en el éxito de nuestros proyectos.

AGRADECIMIENTO

A mi familia, por su apoyo incondicional en mis metas personales.

A mis padres, por apoyarme y ser cómplices de mis proyectos personales y profesionales

A la empresa QUIAGRAL S.A.C., por la oportunidad de desarrollarme profesionalmente.

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 PROBLEMÁTICA.....	1
1.2 OBJETIVOS	1
1.2.1 Objetivo general.....	1
1.2.2 Objetivos específicos	2
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1 ALGAS MARINAS	3
2.1.1 Uso de algas marinas	4
2.1.2 Extractos de algas marinas.....	5
2.2 BIOESTIMULANTES.....	10
2.2.1 Importancia de los bioestimulantes.....	10
2.2.2 Tipos de reguladores de crecimiento	11
III. DESARROLLO DEL TRABAJO	12
3.1 GENERALIDADES DE LA EMPRESA	12
3.1.1 Actividad de la empresa.....	12
3.1.2 Ubicación de la empresa	13
3.1.3 Datos de la empresa	14
3.1.4 Productos de la empresa.....	14
3.1.5 Organigrama	15
3.2 EVALUACIÓN DE PRIMER NIVEL	16
3.2.1 Concentrados y extractos de algas marinas.....	16
3.3 Ventajas del uso de las algas marinas en el manejo de los cultivos.....	16
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	18
4.1 DIAGNÓSTICO	18
4.1.1 Metodología para instalar ensayos con concentrados y extractos a base de algas marinas	18

4.2 EVALUACIÓN DE LAS VARIABLES EN ESTUDIO.....	19
4.3 TRABAJOS EN CAMPO.....	20
4.3.1 Efecto de bioestimulantes a base de algas marinas: alga 600, alga 300 y de aminoácidos en el cultivo de cacao (<i>Theobroma cacao</i>) var. CCN51	20
4.3.2 Efecto de alga 300 para promover un mayor cuajado de frutos en el cultivo de tara (<i>Caesalpinia spinosa</i>).....	22
4.3.3 Efecto de AlgaSoil en el desarrollo del cultivo de vid (<i>Vitis vinifera</i>) cv. Arra 30.....	24
V. CONCLUSIONES.....	27
VI. RECOMENDACIONES	28
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	29

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación de algas y sus pigmentos	3
Tabla 2: Comparación de métodos de extracción en función a compuestos de algas	7
Tabla 3: Datos de QUIAGRAL S.A.C.	14
Tabla 4: Categorías de Productos de QUIAGRAL S.A.C.....	14
Tabla 5: Comparación de componentes principales entre <i>Sargassum</i> spp. y <i>Ascophyllum nodosum</i> (materia seca %)	16
Tabla 6: Conformación de tratamientos con bioestimulantes a base de algas marinas y aminoácidos	20
Tabla 7: Rendimiento de grano seco de cacao (kg/ha) y diferencial (%) respecto al control en respuesta al uso de algas marinas y aminoácidos en el cultivo de cacao, Uchiza, 2020.....	21

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación de la empresa QUIAGRAL S.A.C.	13
Figura 2: Organigrama de QUIAGRAL S.A.C.	15
Figura 3: Rendimiento mensual de grano seco de cacao (kg/ha) en respuesta al uso de bioestimulantes y aminoácidos en el cultivo de cacao, Uchiza, 2020	22
Figura 4: Vainas cuajadas con el tratamiento testigo y con alga 300.....	23
Figura 5: Altura de las plantas seleccionadas	25
Figura 6: Altura del brote	25
Figura 7: Diámetro del brote	25
Figura 8: Desarrollo de raíces con tratamiento testigo y con algasoil.....	26

RESUMEN

El presente estudio abordará el tema de la aplicación de concentrados y extractos a base de algas marinas como estimulantes vegetales en los diferentes cultivos. En el manejo de los cultivos se presenta como un factor limitante para el éxito del cultivo el estrés, este puede ser ocasionado por un factor biótico o abiótico. El estrés abiótico puede ser ocasionado por el clima, por condiciones salinas del suelo o mal riego; ocasiona que las plantas no expresen su máximo potencial reflejado en el final de la campaña en un menor rendimiento de producción. Ante esta problemática, se evalúa los concentrados y extractos a base de algas marinas, dado que éstos al desarrollarse en un medio marítimo como un ambiente de gran estrés, han generado que los concentrados de algas marinas desarrollen 27 sustancias naturales con efectos similares a hormonas vegetales; agentes quelatantes como ácidos algínicos, fúlvicos y manitol, vitaminas, compuestos biocidas y alrededor de 5000 enzimas, lo cual lo convierte en el complejo enzimático natural más completo (Crouch y Van Standen, 1992). El estudio evaluó ensayos con concentrados y extractos a base de algas marinas de acuerdo a un formato de información de la empresa QUIAGRAL S.A.C., características del cultivo, suelo, y con la selección del tipo de producto de algas marinas se identificaron la mejora en variables como altura de las plantas, brotes, desarrollo radicular, productividad, entre otros. Cabe resaltar que se pueden demostrar mayores beneficios con múltiples ensayos con más de 25,000 especies identificadas de algas marinas, entre algas pardas rojas y verdes. Las algas pardas se usan en la agricultura y se encuentran especies como *Fucus* spp, *Laminaria* spp., *Ascophyllum nodosum*, *Sargassum* spp. y *Turbinaria* spp.

Palabras clave: Algas marinas, estimulantes vegetales, estrés abiótico, algas pardas.

ABSTRACT

The present study will address the issue of the application of concentrates and extracts based on seaweed as plant stimulants in different crops. In crop management, stress is presented as a limiting factor for crop success; it can be caused by a biotic or abiotic factor. Abiotic stress can be caused by the climate, saline soil conditions or poor irrigation: it causes the plants not to express their maximum potential, reflected at the end of the campaign in a lower production yield. Given this problem, concentrates and extracts based on seaweed are evaluated. Since these have been developed in a highly stressful maritime environment, they have caused the seaweed concentrates to develop 27 natural substances with effects similar to plant hormones; chelating agents such as alginic, fulvic and mannitol acids, vitamins, biocidal compounds and around 5000 enzymes, which makes it the most complete natural enzyme complex (Crouch and Van Standen, 1992). The study evaluated trials with concentrates and extracts based on seaweed according to an information format from the company QUIAGRAL S.A.C. Characteristics of the crop, soil and with the selection of the type of seaweed product, the improvement in variables such as height was identified of plants, shoots, root development, productivity, among others. It should be noted that greater benefits can be demonstrated with multiple trials with more than 25,000 identified species of marine algae, including red and green brown algae. Brown algae are used in agriculture and species such as *Fucus spp*, *Laminaria spp.*, *Ascophyllum nodosum*, *Sargassum spp.* and *Turbinaria spp.*

Keywords: Seaweed, plant stimulants, abiotic stress, brown algae.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 PROBLEMÁTICA

Las algas marinas son productos que están incluidos en el programa de manejo de diferentes cultivos como uva de mesa, palto, arándano, granado, cítricos, cebolla, entre otros; ya que estos productos tienen en su composición compuestos como ácidos algínicos, manitol, betaínas, aminoácidos, fuente de potasio y promotores hormonales, los cuales disminuyen el estrés presentado en las plantas, por lo tanto, ayudan al rendimiento en la planta.

El estrés en las plantas puede originarse por factor biótico o abiótico; los factores abióticos como temperaturas extremas, deficiencia hídrica, salinidad y asfixia tienen efecto negativo sobre el desarrollo de la plantación, así como del rendimiento. El uso de algas marinas se ha ido masificando en varios cultivos, gracias a los buenos resultados obtenidos con su aplicación.

En el mercado existen diversos productos a base de algas, productos en presentación líquida y sólida; los productos en presentación sólida tienen mayor concentración de promotores hormonales.

Los trabajos realizados con el uso de algas marinas en los diferentes cultivos deben de iniciar con un buen armado del protocolo, por ello, sirva la presente investigación para mostrar los pasos a seguir, así como detallar los resultados obtenidos en los diferentes cultivos con el uso de productos a base de algas marinas.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

Dar a conocer la importancia del uso de los concentrados y extractos a base de algas marinas en el desarrollo de las plantas y en el rendimiento de producción de las plantas.

1.2.2 Objetivos específicos

Los objetivos específicos son:

- Detallar la forma como se realizan los ensayos con algas marinas, además los parámetros que se toman para evaluar una plantación y la forma en qué se recogen los datos del campo.
- Obtener antecedentes sobre la importancia del uso de algas marinas para generar investigaciones científicas posteriores sobre el uso de algas marinas.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 ALGAS MARINAS

Las algas marinas son fuente valiosa de materia orgánica para diversos tipos de suelo y para diferentes cultivos de frutales y hortícolas (Medjdoub, 2020). Las algas son organismos autótrofos de estructura simple, varían en tamaño desde las formas unicelulares microscópicas hasta las grandes algas marinas pluricelulares. Alga significa en latín “maleza marina”.

A pesar de que la mayoría de algas son fotosintéticas como las plantas, no se consideran plantas porque carecen de estructuras vegetales, cutícula, entre otros. Cuando se encuentran en crecimiento activo, las algas están restringidas a ambientes acuosos o húmedos como océanos, estanques de agua dulce, lagos ríos, hielo polar, cuerpo de algunos animales (perezosos, anémonas de mar, corales), suelo húmedo, entre otros (Solomon et al., 2001). De acuerdo a Quitral et al. (2012), las algas se clasifican taxonómicamente en tres grupos: Chlorophyta o clorofitas, Phaeophyta o feófitas y Rhodophyta o rodófitas, que corresponden a algas verdes, pardas y rojas respectivamente y presentan pigmentos que predominan sobre los otros, como se detallan en la Tabla 1.

Tabla 1: Clasificación de algas y sus pigmentos

Clasificación	Nombre común	Pigmentos	Reserva de energía	Ejemplos
Chlorophyta	Algas verdes	Clorofilas a y b, xantófilas (luteína, violaxantina, neoxantina y enteroxantina)	Almidón	<i>Ulva</i> spp. <i>Codium</i> spp.
Phaeophyta	Algas pardas	Clorofilas a y c, xantófilas (flucoxantina, flavoxantina)	Laminarina	<i>Laminaria</i> spp. <i>Sargassum</i> spp. <i>Lessonia</i> spp. <i>Durvillaea</i> spp.
Rhodophyta	Algas rojas	Clorofilas a y d, ficoeritrina, ficobilina	Almidón florídeo	<i>Gracilaria</i> spp. <i>Palmaria</i> spp. <i>Porphyra</i> spp.

Fuente: Tomado de Propiedades nutritivas y saludables de algas marinas y su potencialidad como ingrediente funcional. Quitral et al., 2012.

2.1.1 Uso de algas marinas

Las algas marinas son consideradas como un biorecurso, han sido empleados como fuente de alimentos, materias primas industriales, y en aplicaciones terapéuticas durante siglos (Khan et al., 2009). El conocimiento más antiguo del uso de algas remonta al periodo del emperador chino Shen Nang, 2700 años antes de Cristo, empleada como alimento, fines medicinales y fertilizantes. En la época de Virgilio y Horacio en Roma, el uso del extracto era en cosméticos. Posteriormente, entre los siglos XVIII y XIX fueron usadas en el Oriente y Europa como forraje, fertilizante y en la obtención de yodo y potasio. En el siglo XX, tiene uso industrial en la producción de polisacáridos y en la alimentación humana (Acleto, 1986).

a. Alimentación

Desde la antigüedad se han consumido como alimento en países orientales como China, Japón o Corea, así como en las islas del océano Pacífico y Chile al contrario de la cultura occidental, donde se emplearon como alimento para las poblaciones más pobres, o bien se consumen en algunas zonas del noroeste europeo, como Irlanda (Bradford, 2000).

Aproximadamente, 200 especies de algas son destinadas al consumo humano aprovechando sus propiedades nutritivas y tecnológicas (Palasí, 2015). La gastronomía japonesa ha sido el principal referente del desarrollo de su potencial culinario, que se ha extendido y popularizado en los países desarrollados (Bradford, 2000; Quitral et al., 2019).

Los principales tipos de algas pardas utilizadas como alimento son: *Laminaria*, *Undaria* e *Hizikia*, *Porphyra* que es el alga roja más comercializada. Entre las algas verdes, se encuentran *Ulva* y *Monostroma* que se utilizan en ensaladas, sopas o aditivos para mejorar los sabores de los alimentos.

b. Medicina

El valor medicinal de las algas radica en que algunas presentan propiedades curativas o son preventivas. Así, *Laminaria* y *Sargassum* se han empleado para el tratamiento de cáncer; especies de *Corallina* se utilizaron en reparaciones óseas, y otras pertenecientes a las Dumontiáceas se emplean contra el herpes (Menéndez y Fernández, 2018).

De otro lado, los carragenanos y polisacáridos presentes en las algas, son usados como compuestos antiinflamatorios, anticoagulantes, laxativos, y en el tratamiento de úlceras pépticas (Acleto, 1986).

c. Industrial

En la industria moderna recae la importancia como materia prima en la industria de ficocoloides (Punin, 2005). De acuerdo a FAO (2017) existen dos fuentes principales de algas marinas para la industria mundial del agar, las especies de *Gelidium* y *Gracilaria*, extrayéndose de la primera el agar de mejor calidad (gel más concentrado). Por otro lado, los alginatos se utilizan como espesantes de alimentos, productos farmacéuticos (vendajes quirúrgicos, entre otros) y en la estampación de tejidos. Las principales fuentes comerciales son las especies de: *Ascophyllum* y *Laminaria* (Europa), *Lessonia* (América del Sur), *Ecklonia* (Sudáfrica), *Durvillaea* (Australia y Chile), y *Macrocystis* (California y Baja California).

d. Agricultura

Los fertilizantes de origen marino fueron utilizados en el Oriente, numerosos documentos indican que su uso inició en Europa, en el siglo IV. Entre las especies más empleadas como biofertilizantes se encuentran las algas pardas de grandes dimensiones. *Laminaria* y *Ascophyllum* en Europa, *Sargassum* en países más cálidos como Filipinas, encontrándose gran población de *Ascophyllum nodosum* en las aguas más frías de Irlanda, Escocia, Noruega y Canadá (Medjdoub, 2020).

Acleto (1986) mencionó que, en el litoral peruano existen algas pardas grandes como: *Lessonia nigrescens*, *Eisenia cokeri* y *Macrocystis pyrifera*, las cuales podrían ser empleadas como fertilizantes y mejoradores de suelos. Las algas marinas actúan como acondicionador del suelo por su alto contenido en fibra y como fertilizante por su contenido en minerales. De acuerdo con Crouch y Van Staden (1993), Khan et al. (2009), las algas marinas, se utilizan gracias al alto contenido de todos los macro- y microelementos, además de 27 sustancias naturales cuyo efecto es similar a los reguladores de crecimiento de las plantas: vitaminas, carbohidratos, proteínas, sustancias biocidas que actúan contra algunas enfermedades.

2.1.2 Extractos de algas marinas

En relación a las especies de algas marinas empleadas en la elaboración de extractos, Yáñez (2017) las clasificó como:

a. *Ascophyllum nodosum*

Alga parda más conocida y comercializada como materia prima para la fabricación de fertilizantes. Baroja y Benitez (2008) citados por Layten (2015) constataron que contienen

muchos reguladores de crecimiento naturales como citoquininas, auxinas y giberelinas. Asimismo, presenta un compuesto quelante conocido como manitol, el cual transforma los micronutrientes que se encuentran en el suelo en formas fácilmente asimilables por las plantas, pero que generalmente no pueden ser absorbidos por los sistemas radiculares. Presentan un crecimiento muy lento de 0.5 % por día y pueden vivir entre 10 y 15 años. Se encuentra en zonas rocosas a orillas de la costa.

b. *Lessonia nigrescens* y *Lessonia trabeculata*

Macroalgas pardas de importancia económica que alcanzan hasta 4 metros de longitud, pertenecientes a la familia Lessoniaceae, orden Laminariales, clase Phaeophyceae. Conocidas en el Perú como aracanto, negra o cabeza (*Lessonia nigrescens*) y como aracanto palo para *Lessonia trabeculata* (Castillo et al., 2011). En el Perú, han sido identificadas con mayor frecuencia en las regiones de Ica, Arequipa, Moquegua y Tacna; siendo la modalidad de colecta, la forma activa (cosecha), empleando: barretas, espátulas o cuchillas para cosechar poblaciones intermareales de *L. nigrescens*, y embarcaciones artesanales con equipamiento para realizar buceo semiautónomo para la cosecha de *L. trabeculata*, como indicó Vera (2014).

De acuerdo a Gómez (2013), las algas pardas están compuestas por cuatro familias de polisacáridos: laminaranos, alginatos, fucoidanos y celulosa; siendo los laminaranos, polisacáridos de reserva presentes en la vacuola y/o citosol, mientras el resto formarían parte de la pared celular. En relación a los fucoidanos o fucanos, Holdt & Kraan (2011) citados por Gómez (2013) los especifican como polisacáridos sulfatados, que alcanzan hasta el 40% del peso seco del alga; los cuales por hidrólisis generan oligosacáridos de 8-14 residuos de fucosa con una estructura repetitiva regular disacarídica (Rabanal, 2015).

Según un estudio realizado por Valiente y Mogollón (2013), el contenido de ácidos algínico, manitol y laminarano en algas pardas de importancia económica. Estas son recolectadas de Marcona, Matarani e Ilo, se encuentran diferenciados siendo mayor la presencia la de ácido algínico; lugar intermedio para el laminarano, mientras, el manitol se encuentra en cantidades más reducidas. Por otro lado, *Lessonia nigrescens* presenta mayor porcentaje de ácido algínico, laminarano y manitol; seguido por *Lessonia trabeculata*, que supera a *Macrocystis spp.*

c. Sargassum spp.

Alga parda con un ciclo de vida muy rápido, puede llegar a crecer cuatro metros en seis meses, por sus altos contenidos de ácido algínico, fitohormonas y proteínas se usa en la agricultura y cada vez es más conocida por los agricultores.

d. Laminaria spp.

Alga parda caracterizada por láminas largas y grandes. El principal uso es para la producción de cloruro de potasio e yodo.

e. Ecklonia máxima

Alga parda gigante. Su contenido de ácido indolacético puede llegar a ser hasta 300 veces mayor que el de otras algas, por lo que se usa como fuente de auxinas. Respecto a los procesos de obtención de extracto de algas, Feliu (2014) indicó que inicialmente las algas pardas (usadas comúnmente) son cosechadas en fresco sin arrancarlas de las praderas de algas costeras, son lavadas, cortadas, secadas y molidas para ser utilizadas en los procesos de extracción industrial. Por tanto, son un recurso renovable ya que se cosechan para esperar su nuevo crecimiento. Los métodos de extracción pueden ser físicos, químicos o por hidrólisis enzimática.

Feliu (2014) mencionó que el método físico implica la trituración y el prensado de algas pardas mediante extracciones acuosas al vacío, procesos de ruptura celular y microcrioaplastamiento. De otro lado si bien en estos procesos destructivos no hay ataques químicos; perjudicialmente con este método se llega a perder algunas características y propiedades de las algas marinas.

De acuerdo a Aguilar (2015), en el método por hidrólisis enzimática participan un grupo de enzimas llamadas hidrolasas, las cuales ejercen un efecto catalítico hidrolizante; es decir, producen la ruptura de enlaces por agua. Este es un proceso lento, pero no destructivo; asimismo, mantiene las características y propiedades del alga marina, por ello es considerado el mejor método de extracción, como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2: Comparación de métodos de extracción en función a compuestos de algas

Compuestos presentes en algas marinas	Extracción química	Extracción por hidrólisis enzimática - Tecnología Leili
Ácidos algínicos	3-5%	10-20%
Hormonas vegetales	100-150 ppm	400-600 ppm
Manitol	2-3%	3-5%
Betaínas	5-6%	8-10%

Fuente: Tomado de Nuevos biofertilizantes a base de algas marinas, por Yáñez, R., 2017.

En relación a la composición de las algas marinas, Layten (2015) indicó que éstas contienen esencialmente cuatro tipos de componentes: aminoácidos, nutrientes minerales, azúcares y fitohormonas. Las sales minerales extraídas de las algas pueden reemplazar a los fertilizantes a base de potasio. Así, Crouch y Van Standen (1993), resaltaron que los concentrados de algas marinas contienen 27 sustancias naturales con efectos similares a las hormonas vegetales; agentes quelatantes como ácidos algínicos, fúlvicos y manitol; contienen vitaminas, compuestos biocidas y alrededor de 5000 enzimas lo cual lo convierte en el complejo enzimático natural más completo.

Asimismo, Aguilar (2015) mencionó que el beneficio de la aplicación de los extractos de algas se entiende como un efecto sinérgico de todos los componentes, no permitiendo aislar el efecto por sí sólo de cada uno de los principios activos. Según, Patier et al. (1993) señalaron que, la laminaria y los oligosacáridos contenidos en los extractos de algas GYFA 17 (*Ascophyllum nodosum*) inducen glucanasas endógenas de las plantas que son consideradas como reguladores fisiológicamente importantes de defensa o desarrollo de la planta. Esto puede explicar la actividad de extractos líquidos de algas tanto defensa y crecimiento en varios cultivos.

Por otro lado, Aguilar (2015) refirió que la concentración de polifenoles en extractos de *Ascophyllum nodosum* es mayor que en los de otras algas. Estas sustancias con alto poder antioxidante son producidas por las células vegetales para estabilizar y reforzar las paredes celulares frente a ataques de patógenos, dado que son precursores de polímeros de lignina, de igual forma, pueden ser sustancias con efecto antimicrobiológico, como las fitoalexinas: resveratrol en uva, gliceolina en soja, entre otras.

Estudios académicos revelan que los extractos de algas marinas contienen sustancias a base de reguladores de crecimiento, el amplio rango de respuestas al crecimiento inducidas por esta clase de productos implica la presencia de más de un grupo de sustancias/hormonas promotoras del crecimiento. Las citoquininas presentes en formulaciones de algas marinas incluyen trans-zeatina, trans-zeatina ribósido, y dihidro derivado de estas dos formas. Asimismo, éstas son ricas en auxinas y componentes parecidos a las auxinas; en tanto, el extracto de *A. nodosum* tiene un alto contenido de ácido indolacético, 50 mg/kg de peso seco del extracto. Del mismo modo, la aplicación del extracto de *Ecklonia maxima* muestra una notable actividad promotora de raíces en frijol (Khan et al., 2009).

De otra parte, una de las principales sustancias activas presente en la pared celular de *Ascophyllum nodosum*, son los alginatos; éstos confieren flexibilidad y adaptación a los fenómenos de estrés que supone el efecto de las mareas; en el suelo se fusiona con los metales libres y forman estructuras de gran peso molecular, las cuales retienen la humedad y mejoran la estructura del suelo aumentando la porosidad y potenciando la actividad microbiana. Presentan un excelente efecto bioestimulante en plantas y tienen un importante papel en la defensa frente a enfermedades y fenómenos de estrés, al actuar como elicitores. Asimismo, están implicados en el equilibrio hídrico celular y en situaciones de protección frente a estrés salino (Aguilar, 2015).

Investigaciones concluyen que los efectos de mejora en el rendimiento se deben al aumento en el contenido de clorofila en las hojas de varios cultivos, atribuidos a las betaínas presentes en algas marinas. Las betaínas en las plantas sirven como un soluto compatible que alivia el estrés por osmosis inducido por salinidad y sequía, así como mejora el contenido de clorofila en las plantas, este incremento resulta de la disminución del proceso de degradación de esta. La betaína puede trabajar como fuente de nitrógeno cuando es proporcionado en bajas concentraciones y sirve como un osmolito a altas concentraciones (Khan et al., 2009 citado por Yáñez, 2017).

De acuerdo con Aguilar (2015) existe un compuesto que está presente en grandes cantidades en extractos fríos de *Ascophyllum nodosum*, el manitol es un poli-alcohol que actúa como un osmoprotector, protegiendo a las células vegetales de los efectos negativos derivados del estrés hídrico o salino. De la misma manera, con otros osmolitos mejora la capacidad de retención de agua celular, mejorando el potencial osmótico y reduciendo los daños por estrés hídrico. Asimismo, es un potente antioxidante que bloquea las especies reactivas de oxígeno (ROS) o radicales libres impidiendo que se metabolicen en la planta lo cual prolonga la vida productiva de los cultivos. Asimismo, ayuda a quelatar los nutrientes.

De acuerdo a Jonikas et al. (2016) constataron que al crecer en un ambiente adverso como al fondo del océano, bajas temperaturas y carente de luz solar; las algas han evolucionado desarrollando en su estructura un pequeño compartimiento dentro de la célula rodeado por una vaina de almidón, llamado pirenoide. Esta célula concentra dióxido de carbono alrededor de Rubisco, para que este funcione más rápido; mejorando de esta manera la velocidad y eficiencia de la acción de la enzima, la cual “fija” el dióxido de carbono atmosférico en azúcares basados en el carbono, como la glucosa y sacarosa. Al incluir productos a base de

extractos de algas en el plan de fertilización de los cultivos, se podría potenciar el metabolismo de la planta, aumentando su capacidad de fijación de carbono y por lo tanto promoviendo el correcto funcionamiento interno.

Canales (1999) mencionó que, al incinerar las algas, éstas dejan un residuo de cenizas cinco o seis veces mayor que el que dejan las plantas, Consecuentemente, tienen más metabolitos; por lo tanto, más enzimas razón por la cual, al usar algas marinas y/o sus derivados en la agricultura, se aporta un complejo enzimático extra diverso y cuantioso que efectúa cambios en las plantas (y en el suelo) que, sin ellos, no tendrían lugar. López et al. (1995) señalaron que, al aplicar extractos de algas marinas vía foliar, las enzimas que éstas contienen refuerzan en las plantas su sistema inmunitario (más defensa) y su sistema alimentario (más nutrición) y activan sus funciones fisiológicas (más vigor).

2.2 BIOESTIMULANTES

2.2.1 Importancia de los bioestimulantes

La importancia radica en la utilización de las algas marinas y/o sus derivados como bioestimulante, cada día ganando más amplitud e importancia. Se define bioestimulante a moléculas biológicas que actúan potenciando determinadas expresiones metabólicas y fisiológicas en los vegetales. El crecimiento y el desarrollo de las plantas está controlado por hormonas vegetales o fitohormonas, las cuales controlan directa e indirectamente la ejecución de numerosas y varias reacciones fisiológicas y su integración con el metabolismo general (Medjdoub, 2020).

Los bioestimulantes o reguladores de crecimiento son sustancias sintetizadas o naturales en un laboratorio, pero exógenos, que alteran el desarrollo vegetal que se traducen en cambios de forma, tamaño, estructura o constitución de algún órgano de la planta (Rodríguez, 2006). El efecto bioestimulante de los productos formulados a base de algas marinas es aumentar el crecimiento de las plantas (Arthur et al., 2003), así como adelantar la germinación de las semillas (El-Sheekh, 2000), retrasar la senescencia y reducir la infestación por nematodos (Featonby-Smith y Van Staden, 1983).

Los bioestimulantes son capaces de incrementar el desarrollo, la producción y/o crecimiento de los vegetales, Bietti y Orlando (2003). Los bioestimulantes son productos nutricionales que pueden reducir el uso de fertilizantes y aumentar la producción y tener resistencia al estrés causado por temperatura y déficit hídrico, contribuyendo en forma general al crecimiento de las plantas, Russo y Berlín 1990 citado por Angulo, (2009).

2.2.2 Tipos de reguladores de crecimiento

Los cinco grupos principales de hormonas y reguladores de crecimiento son: las auxinas, citoquininas, giberelinas, ácido abscísico y etileno (Rojas et al., 2004).

Auxinas. Intervienen en actividades de la planta como el crecimiento del tallo, la formación de raíces, la inhibición de las yemas laterales, la abscisión de las hojas y frutos y en la activación de las células del cambium (Hartmann y Kester, 1995). Estas sustancias se sintetizan en el ápice caulinar y son transportados basipetamente desde el ápice a las partes inferiores de la planta (Rojas et al., 2004).

Citoquininas. Son hormonas vegetales de crecimiento que intervienen en el crecimiento y diferenciación de las células. Diversos materiales naturales y sintéticos como zeatina, kinetina, 6-benciladenina tienen actividad de citoquinina (Hartmann y Kester, 1995). Se producen en las zonas de crecimiento, como los meristemos en la punta de las raíces y son transportadas sentido acropétala (de abajo hacia arriba) (Rojas et al., 2004).

Generalmente, la proporción alta auxina y baja citoquinina favorecen la formación de raíces adventicias; en cambio, cuando es baja en auxina y alta en citoquinina se favorece la formación de brotes. Es por ello que, las especies que en su naturaleza poseen altos niveles de citoquinina son más difíciles de enraizar que las que tienen niveles bajos y cuando se aplica citoquininas sintéticas normalmente inhibes la iniciación de raíces. Sin embargo, cuando son aplicados en bajas concentraciones promueven la iniciación de raíces (Hartmann y Kester, 1995).

Giberelinas. Son compuestos sintetizados en todas las partes de la planta, especialmente en hojas jóvenes, encontrándose en grandes cantidades en las semillas. Tiene usos múltiples, siendo principalmente utilizada en la estimulación del crecimiento de la fruta, prevención del russet y supresión de la latencia de semillas. Su acción inhibitoria de la inducción floral es muy conocida.

III. DESARROLLO DEL TRABAJO

3.1 GENERALIDADES DE LA EMPRESA

3.1.1 Actividad de la empresa

Más de 20 años mejorando la agricultura del Perú, la empresa QUIAGRAL S.A.C., se encarga de la distribución de insumos y especialidades para la agricultura orgánica, convencional e industria en general. Cuenta con un equipo de profesionales caracterizados por trabajar con productos de alta calidad, por la seriedad en el cumplimiento de los plazos de entrega y por su identificación con la problemática de cada uno de nuestros clientes (QUIAGRAL, 2022).

QUIAGRAL S.A.C. se caracteriza en brindar soluciones holísticas para el correcto y óptimo tratamiento de cultivos, lo que permite representar a los principales productores de insumos y especialidades en el mundo, entre ellos:

Finka, empresa innovadora que desarrolla y pone a disposición del productor agrícola un amplio conjunto de tecnologías diseñadas para mejorar e incrementar el potencial de los cultivos, promoviendo el crecimiento y la productividad.

Proalan, empresa de origen español que ha ampliado sus fronteras hasta hacer llegar sus productos a la mayoría de países de Europa, América, Asia y África, además sus 45 años de experiencia exportando avalan la calidad de sus productos

K+S, empresa alemana productora de agroquímicos y sal con sede en Kassel. K+S es una compañía multinacional con sucursales en 14 países.

Leili, con más de dos décadas de experiencia en investigación, Leili MARine Bioindustry, es la empresa más importante en la exportación de bioestimulantes a base de algas marinas en países de Europa y América.

Heliopotasse, empresa de origen francés, que se ha convertido en un importante actor del negocio de los fertilizantes. Gracias a la experiencia y el compromiso de su staff profesional. Heliopotasse asegura su desarrollo en estrecha relación con sus proveedores y clientes.

Inkabor, empresa líder en la producción y comercialización de productos bóricos de alta calidad, para la aplicación en industria y agricultura.

Asimismo, QUIAGRAL S.A.C. cuenta con una red de distribuidores asociados que están autorizados a comercializar los productos, gracias a su comprobada eficiencia y servicio a sus clientes. Entre ellos se encuentran: Agrícola Tayra, Nexo Agrícola, Zomyve, Finka del Sur, Cotoagro S.A.C., Alpanor, Alfrasur, Alpatec, y Agromar, entre otros.

3.1.2 Ubicación de la empresa

QUIAGRAL S.A.C. se encuentra ubicada y presenta como domicilio fiscal en Pasaje Combate de Abtao 140, Santiago de Surco - Lima. Asimismo, para la atención a nivel nacional cuenta con asesores comerciales asignados por regiones y zonas, con la finalidad de atender a los clientes personalmente de acuerdo a sus requerimientos y necesidades (QUIAGRAL, 2022).



Figura 1: Ubicación de la empresa QUIAGRAL S.A.C.

Fuente: Tomado de QUIAGRAL S. .A C., 2022, <https://quiagral.com.pe/>

3.1.3 Datos de la empresa

La empresa QUIAGRAL S.A.C. presenta los siguientes datos:

Tabla 3: Datos de QUIAGRAL S.A.C.

Datos de la empresa	
RUC	20459277332
RAZÓN SOCIAL	QUIAGRAL S.A.C.
TIPO DE EMPRESA	Fabricación de abonos y compuestos de Nitrógeno
FECHA DE INCIO DE ACTIVIDADES	20/12/1999
ESTADO – CONDICIÓN	Activo – Habido
GERENTE GENERAL	Gary Antonio Sánchez Sifuentes

3.1.4 Productos de la empresa

QUIAGRAL S.A.C. presenta una variedad de productos con el objetivo de mejorar la agricultura en el país, como se detalla a continuación:

Tabla 4: Categorías de Productos de QUIAGRAL S.A.C.

Categorías	Descripción
Acondicionadores de suelos	Mejora las propiedades físicas y químicas del suelo
Reguladores metabólicos	Induce la translocación, uniformizando el llenado de frutos
Protección y defensa	Incrementa la resistencia de las plantas contra enfermedades bacterianas y fungosas
Bioestimulantes de origen natural	Incrementa la floración y el cuajado de frutos aún bajo condiciones ambientales adversas
Enraizadores	Incrementa la cantidad y vigor de las raíces
Correctores de deficiencia y fertilizantes líquidos	Alto contenido de macro y microelementos asimilables

3.1.5 Organigrama

Para la atención personalizada de acuerdo a los requerimientos de los cultivos, QUIAGRAL S.A.C. cuenta con una gerencia general, gerencia de finanzas, gerencia técnica y asesores comerciales asignados estratégicamente por zonas para la atención oportuna y eficiente como se muestra en la Figura 2.

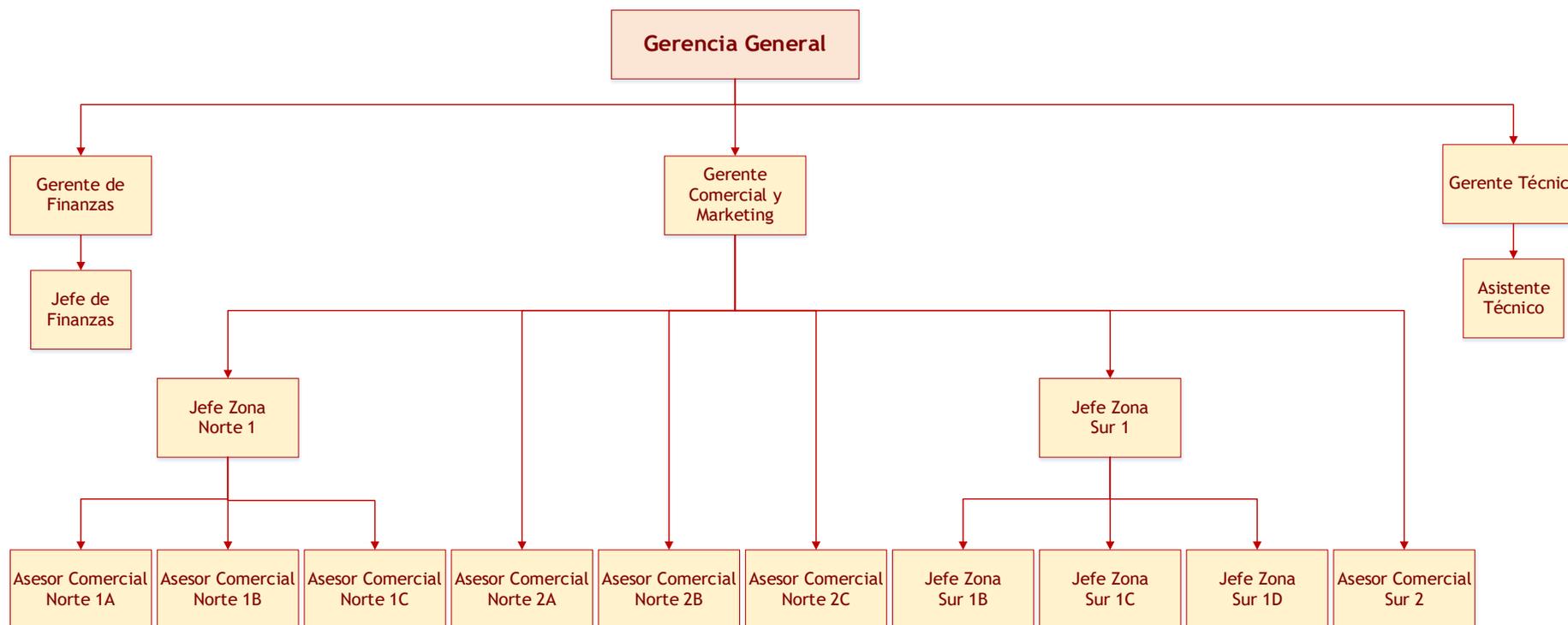


Figura 2: Organigrama de QUIAGRAL S.A.C.

Fuente: Tomado de QUIAGRAL S. .A C., 2022, <https://quiagrall.com.pe/>

3.2 EVALUACIÓN DE PRIMER NIVEL

3.2.1 Concentrados y extractos de algas marinas

En el mercado existen variedades de algas marinas, se tienen en presentación líquida y sólida. En el campo, los usuarios finales de estos productos buscan algas marinas que estén compuestas por la especie *Ascophyllum nodosum*, ya que es una de las primeras especies que se usó para obtener los productos a base de algas marinas; sin embargo, existen otras especies de algas pardas que se usan como materia prima para elaborar productos a base de algas marinas como *Ecklonia maxima*, *Sargassum* spp, *Laminaria* spp y *Lessonia nigrescens*. Al elegir un producto a base de algas marinas, se debe considerar mayor importancia a la composición del producto en lugar de la procedencia de la especie de algas marinas; es decir, la concentración de promotores hormonales, ácidos algínicos, manitol, betaínas y aminoácidos, tal como se puede observar en la Tabla 5.

Tabla 5: Comparación de componentes principales entre *Sargassum* spp. y *Ascophyllum nodosum* (materia seca %)

Componentes	<i>Sargassum</i> spp.	<i>Ascophyllum</i> <i>nodosum</i>
Proteínas	7.2	5.7
Aceites	2.8	2.6
Fibra	5.3	7.0
Manitol	8.7	4.2
Ácido algínico	30.5	26.7
Laminarina	10.1	9.3
K ₂ O	5.55	1.28

Fuente: Tomado de Beijing Leili Marine Biotech, 2020

3.3 Ventajas del uso de las algas marinas en el manejo de los cultivos

Los cultivos de agroexportación y los cultivos para el mercado interno pasan por estrés en diferentes momentos de su ciclo fenológico a causa de factores bióticos o abióticos, siendo este último el cual es más perjudicial en el rendimiento productivo del cultivo como las condiciones de temperaturas extremas (frío o calor), condiciones salinas del suelo.

Frente a esta problemática, se opta por trabajar con productos a base de algas marinas, ya que tienen compuestos que permiten paliar el estrés. Las algas marinas tienen alta concentración de hormonas de crecimiento de forma natural y rápida asimilación. Entre sus

compuestos, los alginatos actúan en el suelo formando agregados; en consecuencia, aumentan la capacidad de retención de humedad, aireación y capilaridad. El manitol acompleja los nutrientes y facilita su asimilación. Las betaínas son elicitores de defensa que generan resistencia contra patógenos, desestresantes, reguladores de la presión osmótica e incrementan la clorofila en plantas en situaciones de temperaturas extremas.

Los productos a base de algas marinas se producen a partir de la especie *Sargassum* spp, en presentaciones en forma sólida y en forma líquida, con diferentes composiciones y para diferentes usos en el ciclo fenológico de los cultivos. Algunos productos están enfocados para ser usado vía sistema de riego ya que las algas marinas tienen componentes que se aprovechan mejor vía sistema de riego.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 DIAGNÓSTICO

4.1.1 Metodología para instalar ensayos con concentrados y extractos a base de algas marinas

Para instalar un ensayo con productos a base de algas marinas u otros productos de nutrición vegetal. En primer lugar, se completa un formato de datos requerido para protocolos, en el cual se coloca los datos de la empresa, ubicación de la empresa, datos del contacto. Por otra parte, se toma datos de condiciones de suelo y agua como características físicas del suelo, características químicas del suelo siempre y cuando el productor tenga esta información disponible, características químicas del agua, datos para ensayo como tipo de cultivo, variedad/patrón, área de cultivo, edad de cultivo, estado fenológico, manejo del cultivo y los productos utilizados. Asimismo, se coloca el objetivo del ensayo. Luego del levantamiento de estos datos de campo, se selecciona el tipo de producto de algas marinas adecuado para obtener el objetivo del productor.

Dependiendo de la necesidad del productor, se identifica las parcelas para el ensayo o estudio. Todas las parcelas deben de presentar características homogéneas en relación a la conducción de la plantación. Además, el productor debe facilitar el equipo de aplicación y personal adecuadamente capacitado en BPA para realizar las aplicaciones y evaluaciones respectivas, de acuerdo a las frecuencias establecidas, el cual podría ser de forma semanal o quincenal.

Para la instalación del ensayo, se ubicarán y demarcarán las parcelas en las que se instalarán los tratamientos propuestos. Luego, se realizarán las evaluaciones de los parámetros establecidos antes de la aplicación de los tratamientos. Después, aplicar los tratamientos propuestos y para el tratamiento testigo se registrará toda información relevante de los productos empleados (nombre comercial, ingrediente activo y dosis de aplicación de los productos empleados). Finalmente, se debe realizar las evaluaciones de los parámetros establecidos de acuerdo a la frecuencia o regularidad establecida, también se debe definir el tiempo de evaluación de acuerdo al producto que se está ensayando.

Luego de plantear la metodología del ensayo, se debe definir las variables en estudio como altura de planta, número de brotes nuevos, grosor de brotes, desarrollo radicular, productividad, entre otros. Para realizar el estudio de variables, se debe dividir el área de la parcela en cinco sectores, se debe eliminar los bordes para escoger los puntos de muestreo, de cada sector se selecciona cinco puntos de muestreo al azar, obteniéndose un total de 25 puntos de muestreo para el tratamiento, de la misma manera se realiza la selección de los puntos de muestreo para tratamiento testigo. Se recomienda, realizar la selección de puntos de muestreo un día antes del día que se va a instalar el ensayo para una mejor operatividad de la prueba.

Cuando se instala el ensayo, se debe tomar todos los datos relacionados al ensayo como gasto de agua en la aplicación del alga marina en la parcela, marcha del tractor, los productos que acompañan a las algas marinas, hora de aplicación, finalmente realizar el registro fotográfico.

4.2 EVALUACIÓN DE LAS VARIABLES EN ESTUDIO

Desde el primer día de la instalación del ensayo, se debe recoger los datos de las variables en estudio, luego estos datos se llevan a un archivo Excel para que, a través de las evaluaciones a lo largo del ensayo, se pueda calcular promedios de las variables en estudio del tratamiento con las algas marinas, así como del tratamiento testigo. Para las evaluaciones de las parcelas, se deben de cumplir con las fechas establecidas de los momentos de recojo de datos para que se pueda analizar de forma certera la variación de los datos. Por otra parte, se debe tener en cuenta que en el transcurso del ensayo se puede presentar imprevistos como la falta de agua en el campo ensayado debido a un problema con el pozo de agua lo cual generaría estrés en las plantas, así como un mal control sanitario interfiere en el ensayo realizado con algas marinas en el cultivo, entre otros casos. Lo anterior se debe tener en cuenta, ya que, si sucede ello, se debería tomar en cuenta al momento de sacar conclusiones de las variables en estudio.

Antes de culminar todas las evaluaciones del ensayo, se puede ir induciendo los efectos del producto, si es que se tuvo éxito o si es que no hubo una diferencia significativa en comparación al tratamiento testigo. Por otra parte, se recomienda una mayor cantidad de variables en estudio para poder analizar los efectos del ensayo desde diferentes puntos de vista y obtener mejores conclusiones del ensayo.

4.3 TRABAJOS EN CAMPO

4.3.1 Efecto de bioestimulantes a base de algas marinas: alga 600, alga 300 y de aminoácidos en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao*) var. CCN51

El ensayo fue realizado en el cultivo de cacao, manejado bajo secano, el cual está ubicado en el departamento de San Martín, provincia de Tocache, distrito de Uchiza. El objetivo de este ensayo fue mejorar la productividad del cultivo de cacao bajo las condiciones agroclimáticas que se encuentra la plantación. El ensayo se realizó de diciembre del año 2019 a diciembre del año 2020, con los bioestimulantes a base de algas marinas: Alga 600 y Alga 300 y con aminoácidos. La densidad es 1200 plantas por hectárea, la edad del cultivo es de 10 años. Se realizó los tratamientos T1, T2, T3, T4 como se detalla en la Tabla 6.

Por tratamiento, se consideró el área de 0.15 ha (180 plantas), las parcelas se encontraban en varias etapas (brotamiento, floración, cuajado y desarrollo de fruto). Se realizó tres repeticiones por tratamiento en un diseño de bloques completamente al azar DBCA. Las dosis de los tratamientos fueron aplicadas vía foliar durante la campaña productiva 2019/2020, en los meses de diciembre 2019, marzo 2020, junio 2020 y septiembre 2020.

Tabla 6: Conformación de tratamientos con bioestimulantes a base de algas marinas y aminoácidos

Tratamiento	Producto	Dosis	Forma de aplicación
T1	ALGA 300®	1.0 L/ha	Aplicar vía foliar. Repetir aplicación a los 15 días.
T2	ALGA 600®	0.75 kg/ha	Aplicar vía foliar. Repetir aplicación a los 15 días.
T3	ALGA 300® +	1.0 L /ha +	Aplicar vía foliar. Repetir aplicación a los 15 días.
T4	AMINOACIDOS ALGA 600® +	1.0 L/ha 0.75 kg /ha +	Aplicar vía foliar. Repetir aplicación a los 15 días.
T0		1.0 L/ha	
		TESTIGO	

El parámetro a evaluar en cada tratamiento fue el rendimiento de grano seco de cacao (kg/ha). Según los resultados del ensayo se concluye lo siguiente:

Existe un incremento significativo en el rendimiento acumulado de grano seco de cacao (kg/ha) de los tratamientos T1 [Alga 300 a dosis de 1.0 L/ha] y del tratamiento T3 [Alga 600 a dosis de 0.75 kg/ha], los cuales evidencian una diferencia porcentual del 29% y 31% con respecto al rendimiento del tratamiento control. El tratamiento T4 [Alga 600 a dosis de 0.75 kg/ha + aminoácidos a 1.0 L/ha] favoreció en un incremento del rendimiento de grano seco de cacao en un 11%, sin diferencia significativa; mientras que el T2 [Alga 300 a dosis de 1.0 L/ha + aminoácidos a 1.0 L/ha] no logró superar el rendimiento en comparación del control, como se detalla en la Tabla 7.

Tabla 7: Rendimiento de grano seco de cacao (kg/ha) y diferencial (%) respecto al control en respuesta al uso de algas marinas y aminoácidos en el cultivo de cacao, Uchiza, 2020

Tratamiento	Rend. anual kg/ha grano seco de cacao	Diferencia del control (%)
T1 Alga 300 1.0L/ha	2059.9a	29
T2 Alga 300 1.0 L/ha + Aminoácidos 1.0 L/ha	1590.9c	-3
T3 Alga 600 0.75 kg/ha	2089.7a	31
T4 Alga 600 0.75 kg/ha + Aminoácidos 1.0 L/ha	1796.3b	11
T0 Control	1641.1bc	
CV(%)	3.47	
P-Valor	<0.0001	

Los resultados indicaron que existe un efecto favorable y significativo del uso de los productos Alga 300 y Alga 600 en el rendimiento del cacao. Asimismo, se evidencia que los aminoácidos en aplicación simultánea con el bioestimulantes a base de algas no potenciaron significativamente la producción de grano seco de cacao, probablemente esto se deba a que exista un efecto antagonista y/o deban ser aplicados en épocas distintas o diferentes tiempos, por tanto, nace otra hipótesis que debe ser validada en próximos ensayos, como se muestra en la Figura 3.

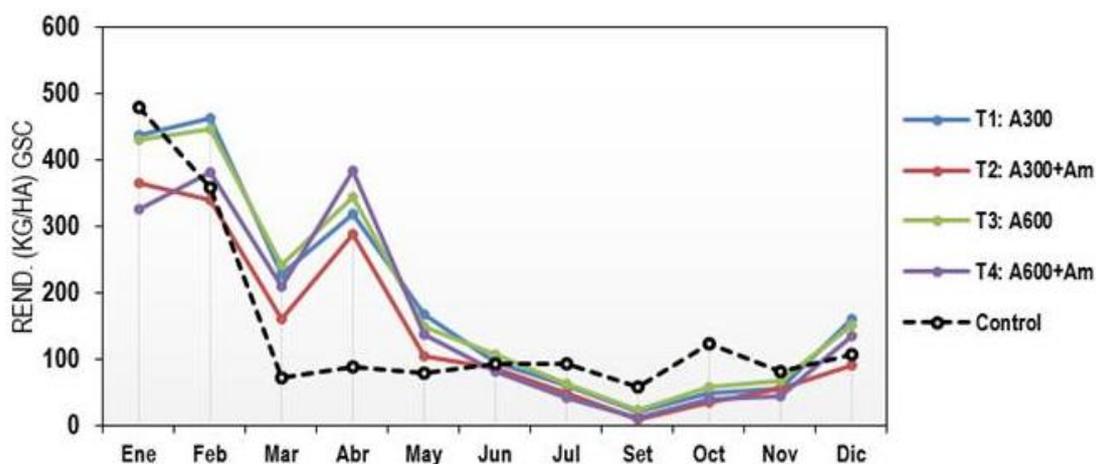


Figura 3: Rendimiento mensual de grano seco de cacao (kg/ha) en respuesta al uso de bioestimulantes y aminoácidos en el cultivo de cacao, Uchiza, 2020

4.3.2 Efecto de alga 300 para promover un mayor cuajado de frutos en el cultivo de tara (*Caesalpinia spinosa*)

En los meses de junio a noviembre del 2016, se realizó el ensayo con el bioestimulante a base de algas marinas: Alga 300 en el cultivo de tara (*Caesalpinia spinosa*) manejada bajo riego por goteo, en el campo de 148 ha de tara, cual está ubicada en el departamento de Ica, provincia de Ica, distrito de Salas. El producto Alga 300 es un nutriente bioestimulante líquido en base a 100% concentrado de algas marinas; el cual contiene nutrientes minerales, polisacáridos, ácido algínico, manitol, promotores hormonales, aminoácidos y materias orgánicas. El objetivo del ensayo fue promover mayor cuajado de las vainas de tara. El presente ensayo se realizó en un área representativa de una hectárea, la edad del cultivo fue de 9 años y la densidad de la plantación son 888 plantas/ha. Se realizaron dos aplicaciones de Alga 300 vía foliar en las siguientes etapas fenológicas: botón floral y 70 % apertura floral.

La dosis aplicada en cada uno de los momentos fue de 300 mL/cilindro de 200 L. Para evaluar el número de vainas cuajadas por racimo, se seleccionó 20 racimos florales en cada tratamiento. Los resultados fueron los siguientes: se obtuvo 10.76 % más en el número de vainas cuajadas con el uso de Alga 300 en comparación con el testigo, como se muestra en la Figura 4. El mayor número de vainas cuajadas, conlleva a un mayor rendimiento del cultivo de tara. Por lo que se concluye que el uso de Alga 300 en etapas de botón floral y 70% de apertura floral, asegura un mayor porcentaje de vainas cuajadas.



Tratamiento testigo



Tratamiento alga 300

Figura 4: Vainas cuajadas con el tratamiento testigo y con alga 300

4.3.3 Efecto de AlgaSoil en el desarrollo del cultivo de vid (*Vitis vinifera*) cv. Arra 30

El presente ensayo se realizó en el cultivo de vid cv. Arra 30 manejada bajo riego por goteo, en un campo de 2.5 hectáreas de uva de mesa, cual está ubicado en el departamento de Ica, provincia de Ica, distrito Salas, durante los meses de febrero a junio del 2017. El patrón es Salt Creek. El ensayo consistió en la aplicación del producto AlgaSoil en la etapa de instalación de las plantas junto con el fertilizante de fondo que utiliza el fundo. AlgaSoil es un acondicionador orgánico de suelos, nutriente bioestimulante granulado, compuesto de algas marinas y materia orgánica.

La dosis en el tratamiento con AlgaSoil fue de 110 g/planta, aplicado al fondo del hoyo de siembra junto con la fertilización de fondo, el cual fue 100 g/planta de fosfato diamónico. En el tratamiento testigo se utilizó el fertilizante de fondo, el cual fue 100 g/planta de fosfato diamónico.

Se consideró como parámetro a evaluar, la altura de la planta, tamaño de brote y diámetro de tallo, evaluación visual de raíces a través del uso de rizotrones. Para ello, se seleccionó en cada tratamiento 19 plantas para realizar la evaluación de los parámetros, estas plantas se disponían en zigzag, también se instaló rizotrones para poder evaluar visualmente el desarrollo de las raíces.

Los resultados mostraron mayor altura de las plantas con AlgaSoil en relación a la altura del brote como se ve en la Figura 5. El resultado fue similar en comparación del testigo como se ve en la Figura 6, mientras que en el diámetro del brote se obtuvo mejor resultado en el ensayo con alga marina como se muestra en la Figura 7. Lo mencionado anteriormente, se releja en el mayor vigor y mayor desarrollo de raíces como se muestra en la Figura 8. Se concluye que con el producto AlgaSoil en la instalación del cultivo de vid se obtuvo un buen desarrollo de raíces y buen vigor de las plantas.

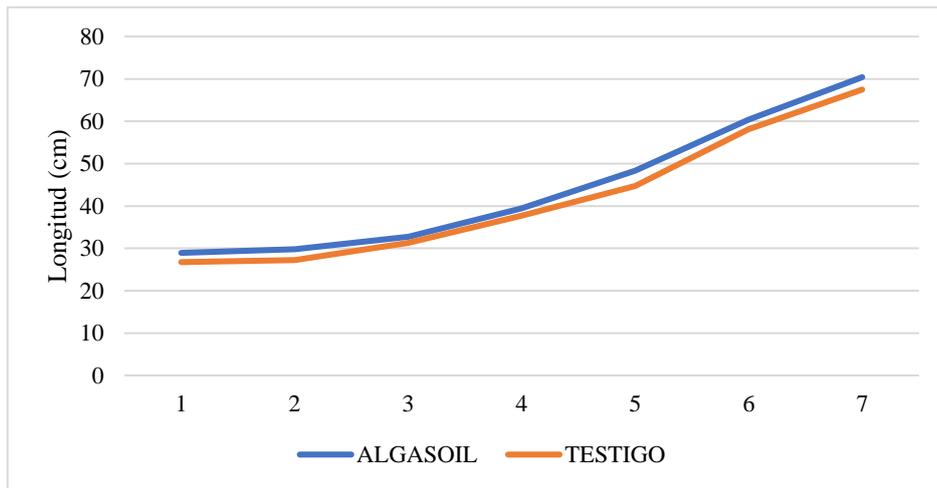


Figura 5: Altura de las plantas seleccionadas

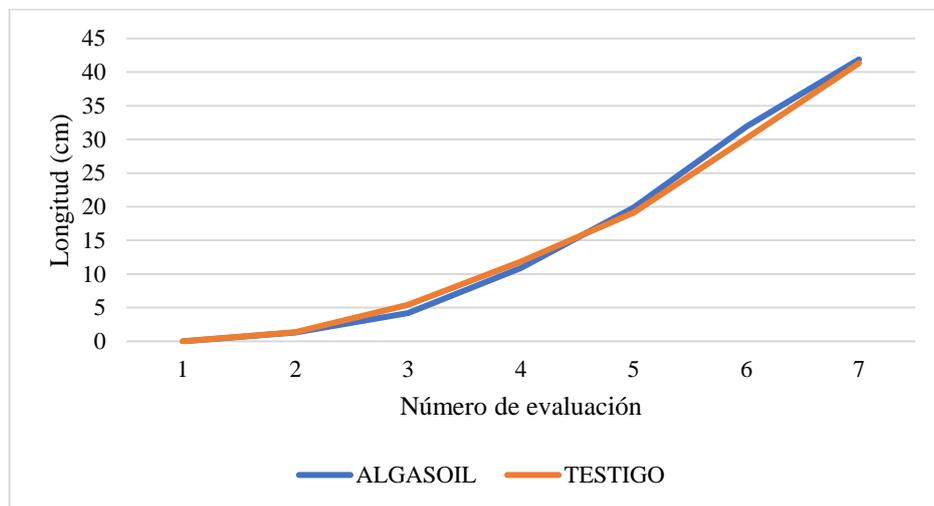


Figura 6: Altura del brote

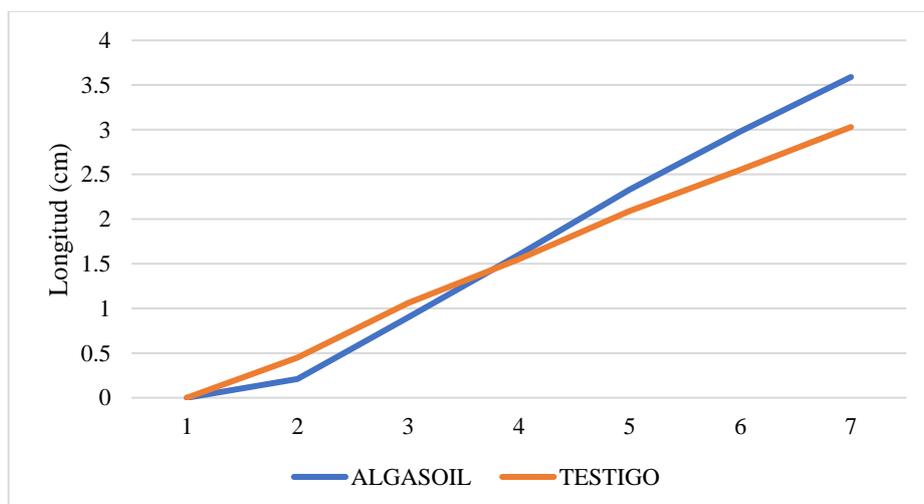


Figura 7: Diámetro del brote



Tratamiento testigo



Tratamiento algasoil

Figura 8: Desarrollo de raíces con tratamiento testigo y con algasoil

V. CONCLUSIONES

La presente investigación permite concluir:

- Se comprueba que el uso de algas marinas ayuda a mejor desarrollo de las plantas, colaboran para el mejor cuajado, mayor rendimiento y mejor desarrollo de raíces.
- Las algas marinas forman parte del programa de productos para el manejo de cultivo dado que se demuestra el efecto positivo en la producción de los cultivos.
- Las algas marinas son importantes para el manejo de cultivos y se debe trabajar bajo el enfoque de antiestresante; es decir, utilizar las algas marinas antes que se genere el estrés por factor biótico o abiótico.
- Para realizar el ensayo con algas marinas se deben seguir ciertos pasos que ayudan a tener claridad sobre el ensayo a realizar y el tipo de producto que se propone frente a la necesidad del productor.
- Las algas marinas son una herramienta idónea a incluir en el programa de manejo de los diferentes cultivos. Sin embargo, las algas marinas aplicadas con aminoácidos no tuvieron sinergia en la aplicación del cultivo de cacao, lo cual generó la necesidad de realizar investigación sobre la relación entre algas marinas y aminoácidos.

VI. RECOMENDACIONES

La experiencia acumulada permite recomendar lo siguiente:

- Realizar el análisis de composición de los diferentes productos a base de algas marinas, ya que en la actualidad no hay norma que controla la composición química de los productos foliares, dentro de los cuales están las algas marinas.
- Realizar ensayos de algas marinas para medir el efecto indirecto en la incidencia de plagas y enfermedades
- Realizar ensayos con algas marinas para comprobar su efecto elicitor, frente a estrés causado por un factor biótico o abiótico.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acleto, C. (1986). Algas Marinas del Perú de Importancia Económica. Serie de divulgación N°5 (2° ed.). Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos- Museo de Historia Natural Javier Prado.
- Aguilar, J. (2015). Algas marinas para la agricultura de alto rendimiento. Horticultura. <http://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/136576-Algas-marinas-para-la-agricultura-de-alto-rendimiento.html>
- Arthur, D.; Stirk, A.; Van Staden, J. y Scott, P. (2003). Efecto de un concentrado de algas sobre el crecimiento y rendimiento de tres variedades de *Capsicum annuum*. Revista Sudafricana de Botánica, 69 (2), 207-211.
- Bradford, M. (2000). Algas, las verduras del mar. Editorial Océano, Barcelona.
- Baroja, D.; Benitez, M. (2008). Efecto de cinco bioestimulantes en el rendimiento de dos variedades de Alcachofa *Cynara scolymus* L. en Pimampiro (Tesis de Ingeniero Agropecuario, Universidad Técnica del Norte). <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/259>
- Bietti, S.; Orlando, J. (2003). Nutrición vegetal: Insumos para cultivos orgánicos. <http://www.triavet.com.ar/insumos.htm>
- Canales, B. (1999). Enzimas-algas: posibilidades de su uso para estimular la producción agrícola y mejorar los suelos. Terra Latinoamericana, 17 (3). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57317312>
- Castillo, R.; Tejada, A.; Castañeda, V.; Pastor, R. (2011). Diagnóstico y estado de la macroalga *Lessonia nigrescens* en el litoral de Arequipa. Instituto del Mar del Perú, 38(4). <http://biblioimarpe.imarpe.gob.pe/handle/123456789/2177>

- Crouch, IJ y Van Staden, J. (1992). Efecto del concentrado de algas en el establecimiento y rendimiento de plantas de tomate en invernadero. *Revista de Ficología Aplicada*, 4 (4), 291-296.
- Crouch, I. J., y Van Staden, J. (1993). Evidence for the presence of plant growth regulators in commercial seaweed products. *Plant growth regulation*, 13(1), 21-29.
- El-Sheekh, M. (2000). Efecto de los extractos crudos de algas marinas sobre la germinación de semillas, el crecimiento de plántulas y algunos procesos metabólicos de *Vicia faba* L. *Cytobios*, 101(396), 23-35.
- Featonby-Smith, C.; Van Staden, J. (1983). El efecto del concentrado de algas marinas sobre el crecimiento de plantas de tomate en suelos infestados de nematodos. *Scientia Horticulturae*, 20(2), 137-146.
- Feliu, F. (26 de abril de 2014). Extractos de algas en la agricultura [Entrevista publicada en blog de AEFA]. Recuperado de <https://aefa-agronutrientes.org/extractos-de-algas-en-la-agricultura>.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO. (2017). La industria de las Algas Marinas. <http://www.fao.org/docrep/004/y3550s/y3550s04.htm>.
- Gómez, E. (2013). Evaluación nutricional y propiedades biológicas de algas marinas comestibles. Estudios *in vitro* e *in vivo* (Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid). <https://eprints.ucm.es/id/eprint/20162/>.
- Hartmann, H; Kester, D. (1995). Propagación de plantas. Principios y prácticas. 4a ed. Continental. México. 760p.
- Jonikas, M; Mackinder, L.; Kmeyer, M.; Mettler-Altmann, T.; Chen, V.; Mitchell, M.; Caspari, O.; Griffiths, H. (2016). A repeat protein links Rubisco to form the eukaryotic carbon-concentrating organelle. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 113(21). <https://www.pnas.org/content/pnas/113/21/5958.full.pdf>.
- Khan, W.; Rayirath, U.; Subramanian, S.; Jithesh, M.; Rayorath, P.; Hodges, D.; Prithiviraj, B. (2009). Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development.

Journal of Plant Growth Regulation, 28(4): 386-399.
<https://doi.org/10.1007/s00344-009-9103-x>.

- Layten, C. (2015). Efecto de extractos de algas marinas en el rendimiento y calidad de alcachofa (*Cynara scolymus* L.) cv. Lorca (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú.
- López, D.; Williams, R.; Miehke, K.; Mazana, J. (1995). Las enzimas, la fuente de la vida. Barcelona, España: Edikamed ediciones médicas.
- Medjdoub, R. (2016). Las Algas Marinas y la agricultura. División Agrícola CAT SAIGNER. Adiego Hermanos S.A.
<http://www.bioracionales.com/infotec/Extracto%20algas%20marinas.pdf>
- Menéndez, J.; Fernández, R. (2018). Usos y aplicaciones de las algas.
<https://www.asturnatura.com/algas/usos-propiedades-algas.html>
- Palasí, T. (2015). Caracterización físico-química y nutricional de algas en polvo empleadas como ingrediente alimentario (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València).
- Patier, P., Yvin, JC, Kloareg, B., Liénart, Y. y Rochas, C. (1993). El fertilizante líquido de algas de *Ascophyllum nodosum* contiene inductores de D-glicanasas de plantas. Revista de psicología aplicada, 5(3), 343-349.
- Punín, O. (2005). Estudio de algas para consumo humano producidas y manufacturadas en Galicia: evaluación de su seguridad alimentaria.
- QUIAGRAL S.A.C. (2022, febrero). Portal web. <https://quiagral.com.pe/>
- Quitral, V.; Morales, C.; Sepúlveda, M.; Schwartz, M. (2012). Propiedades nutritivas y saludables de algas marinas y su potencialidad como ingrediente funcional. Revista chilena de nutrición, 39(4): 196-202.
https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182012000400014.

- Quitral, V.; Jofré, J.; Rojas, N.; Romero, N.; Valdés, I. (2019). Algas marinas como ingrediente funcional en productos cárnicos. *Revista chilena de nutrición*, 46(2), 181-189.
- Rabanal, M. (2015). Estudio del sistema de polisacáridos del alga parda *Dictyota dichotoma* y su actividad antiviral (Tesis doctoral, Universidad Nacional La Plata). <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/45310>.
- Rodríguez, N (2006). Propagación Asexual. <http://ftpctic.agr.ucv.ve/intranet/agronomia>.
- Rojas, S; García, J; Alarcón, M. (2004). Propagación asexual de plantas. Conceptos básicos y experiencias con especies amazónicas. Ed. Produmedios. Colombia. 56p.
- Russo, O.; Berlyn, P. (1990). The use of organic biostimulants to help low input Vol. 1(2): 19-42.
- Solomón, E.; Berg, L.; Martin, D. (2001). *Biología* (5° ed.). México D.F, México: McGraw-Hill Interamericana Editores S.A.
- Valiente, O.; Mogollón, E. (2013). Contenido de ácido algínico, manitol y laminarano en algas pardas de importancia. *Instituto Tecnológico de la Producción de Perú*, 11: 91-98.
<https://repositorio.itp.gob.pe/bitstream/ITP/51/1/publicacion%2011.15.pdf>.
- Vera, D. (2014). Efecto de la extracción del alga *Lessonia trabeculata*, Villouta & Santelices, sobre el macrobentos en Marcona, Perú (Tesis de maestría). Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú.
- Yáñez, R. (2017). Nuevos biofertilizantes a base de algas marinas (Trabajo Monográfico Titulación de Pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú.