

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**



**“EXTRACTO DE ALGAS MARINAS EN EL RENDIMIENTO Y
CALIDAD DE COLIFLOR (*Brassica oleracea* L. var. botrytis) cv.
NEVADA”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

BRUNO SEBASTIAN ALVARADO DELGADO

LIMA – PERÚ

2021

**La UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación
(Art. 24 – Reglamento de Propiedad Intelectual)**

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

**“EXTRACTO DE ALGAS MARINAS EN EL RENDIMIENTO Y
CALIDAD DE COLIFLOR (*Brassica oleracea* L. var. botrytis) cv.
NEVADA”**

Bruno Sebastian Alvarado Delgado

Tesis para optar el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Sustentada y Aprobada ante el siguiente jurado:

.....
Ing. Mg. Sc. Braulio La Torre Martínez
PRESIDENTE

.....
Ing. M. S. Andrés Virgilio Casas Díaz
ASESOR

.....
Ing. Mg. Sc. Pedro Pablo Gutiérrez Vílchez
MIEMBRO

.....
Ing. Mg. Sc. Sarita Maruja Moreno Llacza
MIEMBRO

LIMA - PERÚ

2021

DEDICATORIA

Le dedico el presente trabajo a mi hermano Omar David, que Dios te tenga en su gloria eterna.

A mis padres Olger Alvarado Cordova y Liliana Delgado Ponce, por todo su apoyo, esfuerzo, dedicación y amor para seguir alcanzando mis metas y sueños.

A mi hermano Rodrigo por su acompañamiento y apoyo.

A toda mi familia y amigos, muchas gracias por estar presentes.

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. M. S. Andrés Casas por su apoyo y confianza en el asesoramiento del presente trabajo de investigación.

A los profesores, Ing. Mg. Sc. Braulio La Torre, Ing. Mg. Sc. Pedro Pablo Gutiérrez Vílchez, Ing. Mg. Sc. Sarita Moreno Llacza, por los comentarios y sugerencias en la redacción de la tesis.

A mis amigos por su apoyo incondicional a lo largo del presente trabajo.

INDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Aspectos generales del cultivo de coliflor.....	3
2.1.1. Origen y distribución	3
2.1.2. Taxonomía	3
2.1.3. Descripción botánica.....	4
2.1.4. Requerimientos edafoclimáticos	4
2.1.5. Fenología del cultivo.....	4
2.1.6. Manejo del cultivo	5
2.1.7. Manejo fitosanitario	7
2.1.8. Características del cultivar Nevada.....	8
2.2. Aspectos generales de las algas marinas	9
2.2.1. Las algas marinas.....	9
2.2.2. Usos en la agricultura.....	9
2.2.3. Fundamento científico de su acción.....	10
2.2.4. Características de los productos evaluados.....	11
2.3. Aspectos generales del compost.....	14
2.4. Aspectos generales de la fertilización foliar.....	14
III. METODOLOGÍA.....	16
3.1. Área experimental	16
3.1.1. Ubicación	16
3.1.2. Clima.....	16
3.1.3. Suelo	16
3.2. Materiales	19
3.2.1. Materiales.....	19

3.2.2. Equipos	19
3.3. Metodología.....	20
3.3.1. Instalación del experimento	20
3.3.2. Características del área experimental.....	20
3.3.3. Tratamientos	20
3.3.4. Cosecha.....	22
3.3.5. Características evaluadas	23
3.4. Diseño estadístico.....	24
3.4.1. Diseño experimental	24
3.4.2. Diseño estadístico	24
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	25
4.1. Análisis del rendimiento en el cultivo de coliflor	25
4.2. Análisis de la calidad de la inflorescencia en el cultivo de coliflor	27
4.2.1. Análisis del diámetro de inflorescencia	27
4.2.2. Análisis del peso promedio de inflorescencia.....	29
4.3. Análisis del porcentaje de materia seca.....	31
4.4. Análisis de la concentración de nitrógeno, fósforo y potasio foliar.....	33
V. CONCLUSIONES.....	36
VI. RECOMENDACIONES	37
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	38
VIII. ANEXOS	47

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Composición química de AlgaFert®.....	11
Tabla 2: Composición química de Vigor Stim®.....	12
Tabla 3: Composición química de Phycoterra®.....	13
Tabla 4: Composición química de Phylgreen®.....	13
Tabla 5: Temperatura y humedad relativa, periodo agosto 2019 – noviembre 2019, La Molina, Lima	17
Tabla 6: Análisis físico – químico del suelo (Universidad Nacional Agraria La Molina – La Molina)	18
Tabla 7: Características del campo experimental	21
Tabla 8: Análisis de compost.....	21
Tabla 9: Aporte de NPK en la aplicación de compost.....	22
Tabla 10: Tratamientos evaluados	22
Tabla 11: Efecto de la aplicación foliar de extractos de algas marinas en el rendimiento del cultivo de coliflor (<i>Brassica oleracea</i> L. var. botrytis) cv. ‘Nevada’	25
Tabla 12: Efecto de la aplicación foliar de extractos de algas marinas en el diámetro de la inflorescencia del cultivo de coliflor (<i>Brassica oleracea</i> L. var. botrytis) cv. ‘Nevada’	28
Tabla 13: Efecto de la aplicación foliar de extractos de algas marinas en el peso promedio de la inflorescencia del cultivo de coliflor (<i>Brassica oleracea</i> L. var. botrytis) cv. ‘Nevada’	29
Tabla 14: Efecto de la aplicación foliar de extractos de algas marinas en el porcentaje de materia seca de hojas, tallo e inflorescencia del cultivo de coliflor (<i>Brassica oleracea</i> L. var. botrytis) cv. ‘Nevada’	31
Tabla 15: Efecto de la aplicación foliar de extractos de algas marinas en el contenido de Nitrógeno, Fósforo y Potasio en hojas del cultivo de coliflor (<i>Brassica oleracea</i> L. var. botrytis) cv. ‘Nevada’	33
Tabla 16: Valores de deficiencia, rango óptimo y toxicidad de N, P y K foliar	34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Variación de temperatura durante el periodo de agosto 2019 – noviembre 2019. La Molina, Lima-Perú.....	17
Figura 2: Variación de humedad relativa durante el periodo agosto 2019 – noviembre 2019. La Molina, Lima-Perú	17

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Cronograma de actividades realizadas en el cultivo de coliflor en la Universidad Nacional Agraria La Molina. Agosto – noviembre 2019	47
Anexo 2: Croquis del ensayo.....	48
Anexo 3: Prueba de normalidad de las variables evaluadas	48
Anexo 4: Prueba de homogeneidad de varianzas de las variables evaluadas.....	49
Anexo 5: Análisis de varianza de las variables evaluadas.....	49
Anexo 6: Fotos del experimento.....	52

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se evaluaron cuatro fuentes de extractos de algas marinas, cuyos nombres comerciales son AlgaFert, Vigor Stim, Phycoterra y Phylgreen, aplicados en el cultivo de coliflor (*Brassica oleracea* L. var. botrytis) cv. 'Nevada'. El experimento se desarrolló en el distrito de La Molina, provincia de Lima, en el periodo de agosto-noviembre del año 2019. Se establecieron cinco tratamientos, incluyendo el testigo (control), en este último solo se realizó la aplicación de compost sin aplicación de extracto de algas marinas y en los otros cuatro tratamientos se realizó la aplicación foliar de extractos de algas marinas en dosis y momentos de aplicación recomendados en su correspondiente ficha técnica. Se empleó un diseño de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones. Las variables evaluadas fueron: rendimiento, diámetro y peso de inflorescencia, materia seca de hojas, tallo e inflorescencia y análisis foliar NPK. El testigo (sin aplicación de extracto de algas marinas) obtuvo mayores rendimientos de coliflor (44.69 Mg/ha); sin embargo, este resultado no fue estadísticamente diferente a los otros tratamientos. Con respecto al contenido de materia seca de inflorescencia, el mayor valor se obtuvo con la aplicación del producto AlgaFert (6.02%), no obstante, este resultado no fue estadísticamente diferente al testigo. Finalmente, el mayor contenido de potasio en la masa foliar obtenido fue en el tratamiento con aplicación de Vigor Stim (2.38%), pero este resultado no fue estadísticamente diferente al testigo. Las variables evaluadas restantes no presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados.

Palabras clave: Algas marinas, *Brassica oleracea* L. var. botrytis cv. 'Nevada', aplicación foliar, rendimiento, calidad.

ABSTRACT

Four sources of seaweed extracts, AlgaFert, Vigor Stim, Phycoterra and Phylgreen, were evaluated in cauliflower crop (*Brassica oleracea* L. var. botrytis) cv. 'Nevada'. The experiment was developed at La Molina, Lima, between August-November of 2019. There were four treatments and one control in which only compost application was applied without application of seaweed extracts. Seaweed extracts were applied foliarly at recommended rates and moments according to the developer recommendation. A completely randomized block design was used. The variables evaluated were: yield, diameter and weight of the curd, dry matter percentage in leaves, stem and curd and NPK leaf concentration. Control treatment (without application of seaweed extracts), had the higher cauliflower yields (44.69 Mg/ha), however this result was not statistically different from the other treatments. The highest curd dry matter content, was obtained with AlgaFert (6.02%). Nevertheless, this result was not statistically different from the control. Finally, the highest value of potassium content in leaves was obtained Vigor Stim (2.38%), but this result was not statistically different from the control. The remaining evaluated variables did not show significant statistical differences among all the evaluated treatments.

Keywords: *Brassica oleracea* L. var. botrytis cv. 'Nevada', foliar application, yield, quality.

I. INTRODUCCIÓN

La fertilización es una labor importante para incrementar la productividad agrícola. Los fertilizantes nos permiten restituir elementos que las plantas absorben y que se pierden por lavado, volatilización, retrogradación y erosión. Sin embargo, los altos costos limitan su uso, sobre todo en los países en desarrollo, donde la necesidad de incrementar la producción de alimentos es mayor.

Duxbury (1994) estimó que los cultivos absorben entre un 20 a 40% del fertilizante aplicado y que el resto se pierde por diversos mecanismos, generando pérdidas económicas y contaminación ambiental, tales como la eutrofización de cuerpos de agua, la formación de lluvia ácida, la destrucción de la capa de ozono y el incremento del efecto invernadero.

Por otro lado, los biofertilizantes están tomando cada vez mayor relevancia en la agricultura como una alternativa para incrementar la productividad de los cultivos de una manera sostenible y económicamente rentable, reduciendo los efectos contaminantes de los fertilizantes sintéticos y manteniendo la fertilidad del suelo (Singh *et al.*, 2011). La demanda de productos orgánicos es cada vez mayor en todo el mundo, por lo tanto, el incremento del uso de estos insumos es uno de los grandes retos de la agricultura moderna (Reyes-guerrero, 2020).

Dentro de los diversos tipos de biofertilizantes existentes, las formulaciones basadas en extractos de las algas marinas están ganando importancia debido a sus importantes contribuciones en el mantenimiento de la fertilidad del suelo y en el aumento del rendimiento de los cultivos (Li *et al.*, 2017). Además, están siendo cada vez más importantes en la agricultura nacional debido al aumento de la producción orgánica y a la reducción del uso de agroquímicos en la agricultura convencional (Yáñez, 2017).

De acuerdo a SENASA (2019), entre el año 2014 y 2018, hubo un aumento de la producción orgánica nacional en 98 341.16 hectáreas. Adicionalmente, el costo de las importaciones de los biofertilizantes en el Perú entre el año 2013 y 2017 ha aumentado en \$ 2 805 000 (ADEX, 2017).

La coliflor es un cultivo no tradicional que se caracteriza por tener un periodo vegetativo corto y que puede ser cultivado durante todo el año, lo cual lo convierte en una fuente constante de ingresos para muchos productores hortícolas (Suquilanda, 2003). Entre los años 2012 y 2018, el área cosechada en el Perú, junto con el brócoli, se incrementó en un 290% aproximadamente, de 1345 ha a 5285 ha (FAO, 2021). Es una hortaliza de gran valor nutricional, baja en calorías y rica en vitamina C y potasio. Además, contiene vitaminas del complejo B y su consumo es recomendado debido a que reduce los riesgos de padecer cáncer de próstata (Zamora, 2016).

La hipótesis del presente trabajo fue que la aplicación foliar de algas marinas genera una respuesta igual o superior a la aplicación de compost en el cultivo de coliflor cv. 'Nevada' bajo condiciones de La Molina.

Objetivo general

Contribuir en el conocimiento de la aplicación foliar de extractos de algas marinas como biofertilizante para el manejo del cultivo de coliflor cv. 'Nevada' bajo condiciones de La Molina.

Objetivos específicos

- Determinar la respuesta del rendimiento del cultivo a la aplicación foliar de extractos de algas marinas en comparación con el compost.
- Determinar el efecto de la aplicación foliar de extractos de algas marinas en la calidad de la inflorescencia como peso promedio y diámetro de la inflorescencia en comparación con el compost.
- Evaluar el contenido de materia seca de las hojas, tallo e inflorescencia de coliflor.
- Evaluar el contenido de nitrógeno, fósforo y potasio foliar del cultivo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Aspectos generales del cultivo de coliflor

2.1.1. Origen y distribución

La coliflor es originaria del mediterráneo oriental y, junto a las demás variedades botánicas de *Brassica oleracea*, provienen del mismo progenitor, el cual es similar a la forma silvestre. El cultivo se encontraba localizado únicamente en la península itálica; No obstante, debido a los intercambios comerciales realizados por el imperio romano, fue difundido a otras zonas del Mediterráneo. En el siglo XVII se expandió por toda Europa. Finalmente, en el siglo XIX las potencias coloniales europeas de aquella época hicieron conocer su cultivo a todo el mundo (Bolea, 1982).

2.1.2. Taxonomía

Reino: *Plantae*

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Brassicales

Familia: Brassicaceae

Género: *Brassica*

Especie: *Brassica oleracea*

Subespecie: *Brassica oleracea* var. *botrytis* (Cronquist, 1986)

2.1.3. Descripción botánica

La coliflor posee una raíz pivotante, corta y con ramificaciones. Puede alcanzar desde 30 hasta 50 cm de profundidad. El tallo es corto, cilíndrico, sin ramificaciones y alcanza el mismo diámetro de la cabeza floral. Las hojas, que pueden de ser color verde a verde azulado, son sésiles, enteras, poco a muy onduladas, oblongas, elípticas y muy erguidas. Pueden alcanzar una longitud de 40 a 50 cm y un ancho de 20 cm. La inflorescencia o pella de la coliflor es un corimbo compuesto. Se desarrolla en la parte terminal del tallo y está constituido por una masa de flores, generalmente de color blanco o crema, abortivas con pedúnculo corto y carnoso (Hessayon, 2002).

2.1.4. Requerimientos edafoclimáticos

La coliflor es un cultivo de climas fríos y húmedos. Las temperaturas promedio óptimas fluctúan entre los °15C y 18°C (Hessayon, 2002). Según Valadez (1994), la coliflor es sensible a temperaturas mayores a 26°C y menores a 0°C, sobre todo cuando la parte comestible está casi madura. También destaca que la temperatura para su desarrollo debe fluctuar entre 15,5°C y 21,5°C durante el día y 12,5°C y 15,5°C durante la noche, siendo 22°C la temperatura óptima para la formación de la parte comestible.

Los suelos de textura franco a franco arenoso, capa arable mayor a 50 cm, con buen contenido de materia orgánica y con un pH que oscile entre 6.6 a 7.5 resultan ser óptimos para el cultivo de coliflor (Hessayon, 2002). Suelos con alta disponibilidad de nutrientes, de buen drenaje, con buena capacidad retentiva de humedad y sin problemas de pedregosidad. El cultivo se caracteriza por ser moderadamente sensible a la salinidad (Bolea, 1982). Se toma como referencia la conductividad eléctrica en pasta saturada (CE_c) de la tolerancia relativa del brócoli, el cual es 2.8 dS/m; Sin embargo, la tolerancia absoluta varía según el clima, las condiciones del suelo y las prácticas culturales (FAO, 2020).

2.1.5. Fenología del cultivo

Fase juvenil o de crecimiento vegetativo

Esta fase inicia con la germinación y concluye con la formación de hojas y raíces. Su duración depende del cultivar sembrado, siendo de 5 a 8 semanas en cultivares precoces y de 10 a 15 semanas en tardíos. Considerando el número de hojas como indicador en esta

fase, se dice que concluye cuando la planta posee de 5 a 7 hojas en los cultivares precoces, de 12 a 15 hojas en semitardías y 20 a 30 hojas en los tardíos. (Bolea, 1982).

Fase de inducción floral

Esta fase da inicio a la formación de la inflorescencia. Puede tener una duración en promedio de 5 semanas. La inducción floral es dependiente de la temperatura; sin embargo, depende también si se trata de un cultivar de otoño-invierno o de verano. Los cultivares de otoño-invierno requieren de temperaturas de entre 6 a 15 °C, mientras que los de verano requieren de temperaturas superiores a los 15°C para la inducción floral (Cotrina, 1982).

Fase de formación de la cabeza

En esta fase, la planta deja de formar hojas y comienza la formación de la inflorescencia a partir de las sustancias de reserva. En los cultivares que son dependientes de la temperatura, este factor es importante para el crecimiento y formación de la inflorescencia. Se estima que el crecimiento de la cabeza se detiene cuando la temperatura es menor a 3°C, mientras que hay un crecimiento óptimo cuando la temperatura fluctúa entre 8 a 10 °C (Camasca, 1994).

Fase de floración

En esta fase, la cabeza pierde compactación, firmeza y blancura debido al aumento en longitud de las ramificaciones preflorales de la inflorescencia. Cuando la floración inicia, las pellas no solo pierden firmeza y compacidad, sino pierden también el color blanco característico y se tornan amarillentos, lo cual hace que su valor comercial disminuya significativamente y deje de ser apto para su consumo (Bolea, 1982).

Fase de polinización y fructificación

Se caracteriza por la formación de semillas. Ocurre la polinización, el cual es cruzada y entomófila. En los cultivares de verano o de ciclo corto las flores son auto fértiles, mientras que en los de invierno o de ciclo largo son auto incompatibles (Camasca, 1994).

2.1.6. Manejo del cultivo

Preparación del terreno

Primero se realiza una nivelación del terreno para lograr riegos uniformes y evitar desniveles que puedan producir encharcamientos. Posteriormente se realiza una labor profunda con

reparto de estiércol y abonado de fondo. Finalmente, es recomendable realizar el mullido del suelo, empleando la rastra y la surcadora (Japón, 1983).

Trasplante

Se realiza a los 45 a 50 días después de la siembra de almácigos, cuando las plántulas hayan alcanzado una altura promedio de 15 a 20 cm. El trasplante se lleva a cabo sobre surcos elevados. Bajo un sistema de riego por inundación, se toma en cuenta un distanciamiento entre hileras de 0.5-0.8 m y entre plantas de 0.4-0.5 m. El trasplante se debe realizar de preferencia en horas de poca insolación, en suelo húmedo (CIREN, 1988).

Riego

Para los cultivos de las *Brassica* spp. es importante el aporte de agua. El cultivo debe recibir durante su ciclo vegetativo una lámina de agua de 600-650 mm, incluyendo el agua proveniente de las precipitaciones. En verano, es recomendable regar diariamente hasta que las plantas estén bien establecidas. Un riego abundante realizado entre 10 a 20 días antes que el cultivo alcance la madurez absoluta resulta ser muy oportuno (Pollock, 2002).

Fertilización

La coliflor extrae del suelo cantidades considerables de ciertos elementos esenciales, los cuales son el nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, azufre, magnesio y boro. La fórmula de fertilización y las dosis a aplicar van a depender del análisis del suelo del terreno. Lo común es aplicar entre 100 a 300 unidades de N/ha; 625 a 1 875 kg/ha de muriato potásico distribuidos, 50% al inicio del trasplante y 50% dentro de los 30 días siguientes. En cuanto al fósforo lo usual es aplicarlo en dosis 90-180 kg/ha de superfosfato triple incorporada antes del trasplante (CIREN, 1988).

Labores culturales

La principal labor cultural en el cultivo de coliflor es el control de malezas. El campo debe mantenerse limpio de malas hierbas hasta el inicio de la cosecha. Se recomienda el control de malezas con herbicidas selectivos pre emergente o pos emergente del cultivo y/o a través de escardas mecánicas con el aporcado a los 15 o 30 días después del trasplante (FAO, 2004).

Cosecha

La coliflor se cosecha entre los 90 y 130 días después del trasplante, dependiendo del clima y del cultivar. Se realiza la cosecha cuando la inflorescencia haya alcanzado el máximo desarrollo, antes de que las cabezas empiecen a abrirse o que las hojas se tornen de color amarillento. Inflorescencias de buena calidad deben ser frescas, compactas, blancas y las hojas de la cubierta duras y verdes (CIREN, 1988).

2.1.7. Manejo fitosanitario

Plagas

Según García (2000), las principales plagas que afectan a la coliflor son:

- *Brevicoryne brassicae* “Pulgón de las crucíferas”. Plaga clave que produce clorosis y debilitamiento. Son de color gris verdoso y producen una secreción cerosa blanquecina. Sus ataques se manifiestan en áreas muy concretas y limitadas, iniciando la colonización en las hojas más jóvenes. Si el ataque es muy severo pueden llegar a matar a la planta.
- *Aleurodes brassicae* “Mosca blanca”. A diferencia de otras especies de este género, esta especie resiste a bajas temperaturas. Los daños se producen en el envés de las hojas, mediante la succión de savia y el manchado de las hojas con una secreción viscosa sobre el que se asienta la “fumagina”.
- *Plutella xylostella* “Polilla de las crucíferas”. Tienen aproximadamente 1 cm de longitud, las larvas minan tejidos y perforan órganos. El adulto es de color gris, de hábitos nocturnos y permanece oculto durante el día. Al comienzo de la fase larvaria roen el tejido foliar, pero al crecer tienen predilección por los brotes tiernos e inflorescencias, por lo cual dañan la pella.

Enfermedades

Según García (2000), las principales enfermedades que afectan a la coliflor son:

- *Peronospora parasítica* “Mildiú de las crucíferas”. Presenta un micelio blanco-gris, el cual provoca debilitamiento a la planta. El desarrollo de este hongo está condicionado por los factores ambientales de alta humedad y baja temperatura. Afectan en primer lugar a las hojas exteriores, dando lugar a decoloraciones en el haz y en el envés. En la parte inferior de la zona atacada se observan los órganos del hongo, el cual forma un ligero fieltro blanquecino.

- *Alternaria* sp. “Mancha foliar”. En las hojas y en los tallos producen manchas necróticas, marcadas internamente por una serie de anillos concéntricos. Las lesiones en las hojas son delimitadas por las nervaduras principales. Usualmente aparecen en la floración y van aumentando a medida que va desarrollando la planta. Primero las lesiones se forman en las hojas inferiores. Luego puede causar un amarillamiento generalizado, caída de hojas o muerte precoz.
- *Sclerotinia sclerotiorum* “Moho blanco”. Produce una pudrición blanda con micelio de color blanco. Las lesiones del tallo se producen al nivel del suelo o cerca de las axilas foliares y son ligeramente hundidas, ovaladas o alargadas. Estas lesiones se extienden de manera ascendente por el tallo. De aspecto húmedo al principio, las lesiones acuosas se vuelven de color marrón, blanquecino en el centro y anilladas o localizadas.
- *Plasmodiophora brassicae* “Hernia de las coles”. Puede causar la muerte a las plántulas y deformaciones a las plantas desarrolladas. Presentan un retraso en el crecimiento y a menudo se localiza en zonas de baja humedad. Producen agallas y lesiones hundidas de color negro en las raíces.

2.1.8. Características del cultivar Nevada

El cultivar ‘Nevada’ es cultivado en las épocas de otoño, invierno y primavera, mostrando un hábito vigoroso y con tendencia a una posición vertical. Sus hojas, de color verde azulado, tienen un comportamiento autoenvolvente. Posee una madurez relativa temprana de entre 75 a 85 días después del trasplante. La densidad de siembra fluctúa entre 22 000 a 30 000 plantas/ha. Cuenta con un periodo de cosecha concentrado y de altos rendimientos. La inflorescencia de este cultivar es redonda, compacta y de color blanco intenso. Este cultivar prefiere los suelos fértiles, con buen drenaje, con un pH de 6 a 7.5 y con alto contenido de materia orgánica (Alliance Seeds, 2020).

Además, este cultivar cuenta con las siguientes características (Eden Brothers, 2021):

- Diámetro de la inflorescencia: 16.5 a 19 cm.
- Peso de la inflorescencia: 1.4 a 2.2 kg.
- Rendimiento: 37 a 58 Mg/ha.

2.2. Aspectos generales de las algas marinas

2.2.1. Las algas marinas

Las algas son organismos unicelulares o pluricelulares, autótrofos de estructura simple, con escasa o nula diferenciación celular y de tejidos complejos; por lo tanto, se le denominan talofitas (carecen de raíz, tallo y hojas) (Robledo, 1997). La mayoría son capaces de realizar fotosíntesis. A diferencia de las plantas terrestres, no poseen tejidos conductores ni de sostén (Abowei y Ezekiel, 2013). Son habitantes de todos los ambientes, desde aguas dulces o saladas hasta rocas, fuentes termales, nieve y glaciares (Robledo, 1997).

Taxonómicamente se clasifican en tres grupos basados en su color: Verdes (Chlorophyta o clorofitas), pardas (Phaeophyta o feófitas) y rojas (Rhodophyta o rodófitas); ya que presentan pigmentos predominantes como clorofilas, carotenoides y ficobilinas (Santelices, 1989).

Estos organismos son uno de los recursos marinos más importantes del mundo; ya que se emplean como alimento para el ganado y al ser humano, como materia prima para muchas industrias, como fertilizantes agrícolas y como una fuente de ficocoloides tales como agar, ácido alginico y carragenina (Sathya *et al.*, 2010).

Las algas marinas más frecuentemente empleadas en la elaboración de los extractos son las algas pardas. En ellas se encuentran: *Sargassum* sp., *Ascophyllum nodosum*, *Laminaria* sp., *Fucus* sp., *Macrocystis pyrifera*, *Ecklonia máxima* y *Durvillea* sp. (Yáñez, 2017).

2.2.2. Usos en la agricultura

Desde la antigüedad, las algas marinas han sido utilizadas como mejorador del suelo debido a su alto contenido de fibra y de minerales (Cabioch, 1976). Pueden ser utilizadas como suplementos nutricionales, bioestimulantes o fertilizantes en la agricultura y horticultura, como biofertilizantes se pueden utilizar en extracto líquido o granular (polvo), el cual se puede aplicar vía foliar o al suelo (Hernández *et al.*, 2014). Estos productos benefician los cultivos por su aporte de diversos compuestos y contenido de reguladores de crecimiento (Norrie, 2005).

El uso de algas marinas como biofertilizantes en la agricultura ha aumentado en los últimos años (Dhargalkar y Pereira, 2005). Esto se debe a que diversos formulados tienen efectos bioestimulantes e insectífugos, siendo aptos para la agricultura ecológica. Pueden aplicarse directamente a las plantas o a través del riego. Algunos efectos favorables son: incremento en el rendimiento, mayor absorción de nutrientes y mayor resistencia a algunas plagas. Así mismo, estimulan a una mejor germinación de la semilla, mayor resistencia a heladas y a otras situaciones adversas (Yáñez, 2017).

2.2.3. Fundamento científico de su acción

Varios estudios científicos han demostrado que las algas marinas pueden ser eficaces y actualmente tienen una amplia aceptación en la industria hortícola. Algunos polímeros de las algas marinas están compuestos de ciertos azúcares que actúan como elicitores, capaces de activar los mecanismos de defensa de las plantas y aumentar la resistencia frente a enfermedades (Paulert *et al.*, 2010).

Los extractos de algas marinas contienen 27 sustancias naturales con efectos similares a las hormonas vegetales; agentes quelatantes como ácidos algínicos, fúlvicos y manitol; contienen vitaminas, minerales, compuestos orgánicos, compuestos biocidas y alrededor de 5000 enzimas (Rao *et al.*, 2007).

Estudios previos indican que usando extractos de algas marinas se estimula la actividad microbiana del suelo, induciendo a una mayor disponibilidad de nutrientes y facilitando la absorción de la planta. También señalan que reducen la compactación, aumentan la aireación y la capacidad de retención de agua en el suelo (Selvaraj *et al.*, 2004; Khan *et al.*, 2009).

La aplicación del extracto del alga marina *Ascophyllum nodosum* al suelo mostró una mejora significativa en el desarrollo y rendimiento del cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.) (Dogra y Mandradia, 2014). De igual forma ocurrió en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. Itálica) (Lola-Luz *et al.*, 2014). Sabir *et al.* (2014) observaron incrementos en el rendimiento y la calidad de frutos de vid por la aplicación de *Ascophyllum nodosum*. La aplicación de extractos de algas marinas (*Sargassum* spp.) al suelo y foliar generó un aumento en los rendimientos de 44% en trigo (*Triticum aestivum*), 50% en chile serrano (*Capsicum annuum*

L.), 24% en culantro (*Coriandrum sativum*), 78% en tomate de cascara (*Phisalis ixocarpa*) y 23% en papa (*Solanum tuberorum*) cv. ‘Alfa’ (Canales, 1999).

2.2.4. Características de los productos evaluados

A) AlgaFert®

Fertilizante natural elaborado por hidrólisis enzimática de microalgas del género *Spirulina*. Contiene una elevada concentración de proteínas, polisacáridos, oligoelementos y antioxidantes. Permite una mayor rapidez en el enraizamiento de los cultivos. Potencia el metabolismo de la planta, obteniendo mejores rendimientos. Atenúa los efectos del estrés por factores climáticos y falta de agua. Mejora de la resistencia de la planta frente a plagas, estrés térmico y enfermedades (Biorizon, 2020).

Tabla 1: Composición química de AlgaFert®

Componente	Cantidad
Extracto de microalgas	90%
Nitrógeno (N)	0.75%
Fósforo (P ₂ O ₅)	7.4%
Potasio (K ₂ O)	3.2%
Aminoácidos libres	5.6%
Aminoácidos esenciales	Fenilalanina, Isoleucina, Leucina, Lisina, Metionina, Treonina, Triptófano, Valina, Arginina.
Aminoácidos no esenciales	Ac. Aspártico, Ac. Glutámico, Alanina, Cistina, Glicina, Histidina, Prolina, Serina, Tirosina, Hidroxiprolina, Hidroxilisina, Asparagina.
Vitaminas	Vitamina A, E, B1, B2, B3, B6, H
Minerales	Calcio, fosforo, magnesio, hierro, cromo, sodio, zinc, cobre, potasio, manganeso, germanio, selenio.

Fuente: Biorizon, 2020

B) Vigor Stim®

Extracto concentrado de algas marinas de la especie *Ascophyllum nodosum*, enriquecido con micronutrientes y ácidos fúlvicos. Estimula el crecimiento vegetal, fortaleciendo el sistema inmunológico de las plantas, la germinación y el enraizamiento de las plantas. Mejora la resistencia frente estrés por condiciones medioambientales externos, baja luminosidad y el ataque de plagas y enfermedades (Inagrec, 2020).

Tabla 2: Composición química de Vigor Stim®

Componente	Cantidad
Extracto de algas	24%
Ácidos fúlvicos	1.5%
Magnesio (Mg)	2.9%
Manganeso (Mn)	4%
Hierro (Fe)	3%
Cobre (Cu)	1%
Zinc (Zn)	1%
Boro (B)	0.6%
Molibdeno (Mo)	0.06%
Cobalto (Co)	0.06%

Fuente: Inagrec, 2020

C) Phycoterra®

Producto compuesto de microalgas cultivadas de manera mixótrofa; es decir, aprovechando la energía luminosa y la materia prima del carbono. Incrementa los rendimientos y la vida postcosecha de los cultivos. Además, genera una mayor tolerancia frente a estreses tanto bióticos como abióticos y asegura un buen crecimiento y salud radicular (Phycoterra, 2020).

D) Phylgreen®

Fertilizante natural a base de extracto puro de algas marinas de la especie *Ascophyllum nodosum*. Este producto favorece el metabolismo de las plantas y la activación del crecimiento general de la planta a través de una amplia gama de ingredientes activos. Presenta efectos significativos sobre el crecimiento de raíces y el crecimiento de brotes y hojas. Actúa como un supresor del estrés ambiental (salinidad, sequía, heladas) a través de

osmoprotectores y activadores. Aumenta el nivel de fotoasimilados en la planta, incrementando el contenido en materia seca en los cultivos (Tradecorp, 2020).

Tabla 3: Composición química de Phycoterra®

Componente	Cantidad
Carbohidratos totales	48%
Materia orgánica	9%
Nitrógeno	≥ 0.3
Fósforo	≥ 0.3
Potasio	≥ 0.1
Calcio	0.01-0.1%
Hierro	10-100 ppm
Magnesio	0.0075-0.035%
Manganeso	1-10 ppm
Zinc	1-10 ppm
Cloro	40-200 ppm
Sodio	0.01-0.1%
Azufre	0.01-0.1%
Boro	0.2-2 ppm

Fuente: Phycoterra, 2020

Tabla 4: Composición química de Phylgreen®

Componente	Cantidad
Extracto de algas	100%
Materia seca	16.5%
Materia orgánica	13.2%
Carbohidratos totales	11%
Ácido alginico	3.4%
Manitol	1.3%
Potasio	0.54%
Nitrógeno total	0.2%

Fuente: Tradecorp, 2020

2.3. Aspectos generales del compost

El compost es un fertilizante orgánico obtenido a partir de diferentes residuos orgánicos por medio del proceso de compostaje (Román *et al.*, 2013). Considerando la fertilidad física del suelo, la aplicación de compost mejora la estructura del suelo mediante la formación y estabilidad de los agregados, incorpora materia orgánica, aumenta la capacidad de retención e infiltración del agua y reduce el riesgo de erosión del suelo (Miller y Miller, 1999).

Considerando la fertilidad química del suelo, la aplicación de compost incrementa la capacidad de intercambio catiónico (CIC) y el contenido de macro y micronutrientes del suelo (Parr y Hornick, 1993). La cantidad y la calidad de los residuos orgánicos en el proceso de compostaje juegan un papel clave en el aporte nutricional del compost al suelo. La lenta liberación de nutrientes del compost es la responsable del aumento de los rendimientos de los cultivos en los años siguientes (Díaz *et al.*, 2011).

2.4. Aspectos generales de la fertilización foliar

La fertilización foliar es un método de aplicación alternativo a la fertilización edáfica para el suministro nutricional de los cultivos mediante el rociamiento de nutrientes en la planta en concentraciones adecuadas. Sin embargo, los requisitos nutricionales, especialmente de los macronutrientes, raras veces se satisfacen mediante aplicaciones foliares por la gran cantidad de pulverizaciones requeridas y el daño por quemadura en las hojas que se pueden producir por altas dosis de aplicación (Fageria *et al.*, 2009). A pesar de estos inconvenientes, la aplicación foliar es el método más eficaz y económico para corregir deficiencias nutricionales y para la fertilización complementaria de ciertos nutrientes. Por lo general, la fertilización foliar es efectiva en micronutrientes y la fertilización edáfica en macro y micronutrientes (Girma *et al.*, 2007).

Las hojas son capaces de absorber los nutrientes mediante tres etapas. En la primera etapa, estas sustancias aplicadas penetran la cutícula y la pared celular por difusión libre. En la segunda etapa, estas sustancias, habiendo llegado al espacio libre o apoplasto, son adsorbidas a la superficie de la membrana plasmática. En la última etapa, las sustancias son tomadas por el citoplasma mediante energía derivada metabólicamente (Franke, 1967).

Generalmente, el nutriente aplicado foliarmente atraviesa la cera cuticular, la cutícula, la pared celular y la membrana, en ese orden (Middleton y Sanderson, 1965). Sin embargo, los iones también son absorbidos por los estomas de las hojas (Eichert y Burkhardt, 2001).

La remobilización de los nutrientes resulta importante durante el crecimiento y desarrollo del cultivo; dado que, si un nutriente se inmoviliza después de su aplicación foliar, los efectos positivos de la aplicación se limitarían en los tejidos rociados. Se evidencia la movilidad de los macronutrientes, con la excepción del Ca y Mg; Sin embargo, en el caso de los micronutrientes, la movilidad es limitada (Papadakis *et al.*, 2007). Las condiciones ambientales, tal como las altas temperaturas, los fuertes vientos y las lluvias, pueden afectar negativamente la fertilización foliar. Está ampliamente asumido que las altas tasas de absorción foliar son dependientes de las altas humedades relativas, ya que el secado rápido puede conducir a la cristalización del fertilizante (Gamble y Emino, 1987). Las aplicaciones foliares deben realizarse cuando el cultivo no se encuentre bajo estrés hídrico, ya sea por falta o exceso de humedad (Denelan, 1988).

La respuesta al rendimiento de los cultivos mediante fertilización foliar generalmente no es positiva cuando los nutrientes se encuentran a un nivel óptimo en el suelo (Fageria *et al.*, 2009). Además, esta respuesta varía según la especie e incluso entre los cultivares de la misma especie (Kannan, 1990).

III. METODOLOGÍA

3.1. Área experimental

3.1.1. Ubicación

El presente trabajo de investigación se realizó en los campos experimentales de los laboratorios de Suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria La Molina, en el distrito de La Molina, provincia de Lima, departamento de Lima. Considerando las coordenadas geográficas, el área experimental cuenta con una latitud de 12°4'24" S, una longitud de 76°56'10" O y una altitud de 241 m.s.n.m.

3.1.2. Clima

En la Tabla 5 se presenta el resumen de los datos meteorológicos obtenidos de la Estación Meteorológica Alexander Von Humboldt, ubicada en la Universidad Nacional Agraria La Molina. Como se observa, las temperaturas promedio durante el desarrollo del cultivo oscilaron entre 15.4°C y 18.5°C; Además, contó con una temperatura mínima de 12.8°C en el mes de agosto y una máxima de 23.7°C correspondiente al mes de noviembre (Figura 1). Estos valores se encuentran dentro del rango óptimo de temperaturas para el desarrollo del cultivo de coliflor. También se puede observar que la humedad relativa varió entre 77.2% y 82.6%, correspondientes a los meses de octubre y agosto, respectivamente (Figura 2).

3.1.3. Suelo

Se realizó un muestreo del área experimental y la muestra de suelos se analizó en el Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina. En la Tabla 6 se presenta el resultado del análisis, el cual detalla las principales características físicas y químicas del suelo del área experimental.

Tabla 5: Temperatura y humedad relativa, periodo agosto 2019 – noviembre 2019, La Molina, Lima

Año	Mes	Temperatura (°C)			Humedad Relativa (%)
		Promedio	Máxima	Mínima	
2019	Agosto	15.4	19.7	12.8	82.6
	Septiembre	16	20.3	13.9	81.9
	Octubre	16.7	21.7	13.4	79.2
	Noviembre	18.5	23.7	15.2	77.2

Fuente: Estación Meteorológica Alexander Von Humboldt

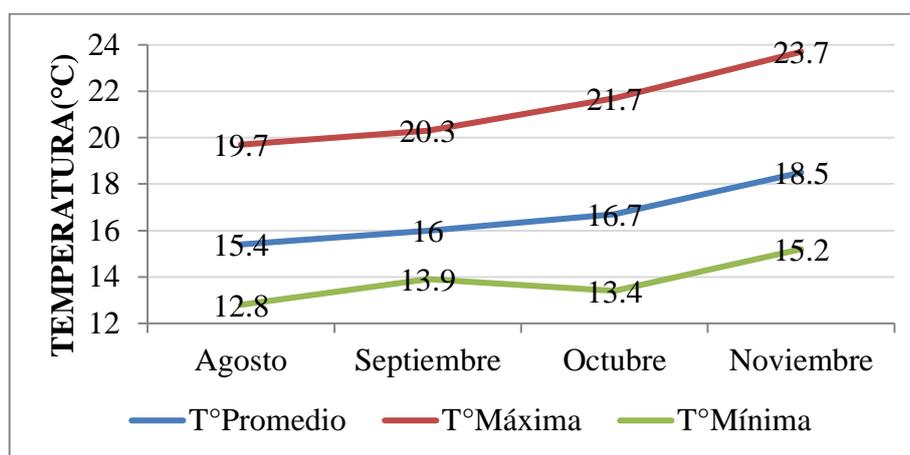


Figura 1: Variación de temperatura durante el periodo de agosto 2019 – noviembre 2019. La Molina, Lima-Perú

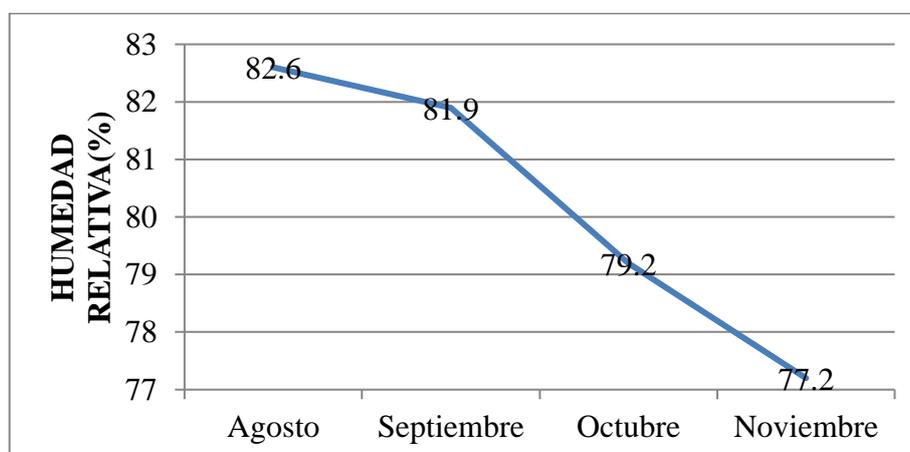


Figura 2: Variación de humedad relativa durante el periodo agosto 2019 – noviembre 2019. La Molina, Lima-Perú

Tabla 6: Análisis físico – químico del suelo (Universidad Nacional Agraria La Molina – La Molina)

pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	MO %	P ppm	K ppm	Análisis mecánico			Clase textural	CIC	Cationes cambiables					
						Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ +	H ⁺
						meq/ 100g										
7.61	2.46	5.2	2.01	42.1	218	54	26	20	Franca arcillo arenoso	12.8	8.95	2.5	0.65	0.7	0.0	

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina. 2019

Los resultados del análisis indican que el suelo presenta una textura franca arcillo arenoso, la cual se caracteriza por tener adecuada retención de humedad, buena aireación y buena penetración de raíces. Presenta un pH ligeramente alcalino de 7.61, el cual se encuentra muy cerca del rango óptimo para el desarrollo del cultivo de coliflor. La conductividad eléctrica en pasta saturada (CE_e) es de 4.92 dS/m, lo cual nos indica que es un suelo moderadamente salino. El porcentaje de carbonatos fue de 5.2%, esto nos indica un suelo moderadamente calcáreo. El contenido de materia orgánica y de potasio se encuentran en niveles medios, con un valor de 2.01% y 218 ppm, respectivamente. Por otro lado, el contenido de fósforo fue de 42.1 ppm, que indica niveles altos en el suelo.

La capacidad de intercambio catiónico (CIC) fue de 12.8 meq/100g de suelo el cual corresponde a un rango medio. Con respecto a los cationes cambiabiles, calcio 8.95 meq/100g, magnesio 2.5, potasio 0.65, sodio 0.7 y aluminio más hidrógeno 0.0 meq/100g.

3.2. Materiales

3.2.1. Materiales

- Bolsas de papel
- Compost
- Cuaderno de apuntes
- Cuchilla de cosecha
- Insecticidas
- Lampa
- Productos a base de algas marinas
- Semillas de coliflor (*Brassica oleracea* L. var. botrytis) cv. 'nevada'

3.2.2. Equipos

- Balanza analítica
- Cámara fotográfica
- Computadora
- Estufa
- Mochila de aplicación
- Molino eléctrico

- Vernier

3.3. Metodología

3.3.1. Instalación del experimento

La preparación del terreno consistió en las labores de arado, gradeo, nivelado y surcado. La distancia entre surcos fue de 0.75 m. El riego fue por gravedad, siendo la frecuencia semanal con una duración de dos horas. La siembra en almácigo se realizó el día 21 de julio en el programa de hortalizas “El Huerto”. Un mes después de la siembra, los almácigos alcanzaron un tamaño promedio de 15 cm y presentaban de 3 a 4 hojas, apto para el trasplante a campo definitivo. Previo al trasplante, se realizó la marcación al campo empleando cal para separar los tratamientos y bloques. También se realizó el riego de enseño un día antes del trasplante.

El trasplante se llevó a cabo el día 21 de agosto. Las plántulas fueron colocadas en la costilla del surco con la ayuda de una estaca. El distanciamiento entre plantas fue de 0.5 m; por lo cual contó con una densidad promedio de 26 667 plantas/ha. Dos días después del trasplante, se llevó a cabo el recalce con el fin de reemplazar las plántulas que no presentaron prendimiento. El control de malezas fue manual con una frecuencia de 3 días desde el día del trasplante hasta el aporque. La incorporación de compost en las parcelas correspondientes únicamente al testigo se realizó 27 días después del trasplante y fue realizado en puyados de 42 gramos por puyado aproximadamente. El aporque se realizó cinco semanas después del trasplante. El control fitosanitario fue establecido por la presencia de los lepidópteros *Plutella xylostella* y *Spodoptera eridania* y se realizaron aplicaciones de spinosyn para el control y posterior prevención de estas plagas.

3.3.2. Características del área experimental

En la Tabla 7 se muestran en detalle las características del campo experimental.

3.3.3. Tratamientos

Se evaluaron cuatro tratamientos de aplicación foliar a base de algas marinas sin fertilización al suelo y un testigo sin aplicación foliar de extractos de alga, pero con fertilización al suelo basado en compost a una dosis de 1 Mg/ha. El análisis del compost y su aporte de NPK se encuentran en la Tabla 8 y 9, respectivamente.

Tabla 7: Características del campo experimental

Unidad experimental (parcelas)	
Número de parcelas	20
Largo de parcela	5 m
Ancho de parcela	2.25 m
Área de parcela	11.25 m ²
Bloques	
Número de bloques	4
Número de parcelas por bloque	5
Largo del bloque	11.25 m
Ancho del bloque	5 m
Área de bloque	56.25 m ²
Área total experimental	
Área total experimental	225 m ²

Tabla 8: Análisis de compost

Característica	Valor
pH	6.76
C.E. dS/m	13.6
M.O. %	27.61
N %	1.42
P ₂ O ₅ %	1.69
K ₂ O %	0.97
CaO %	4.36
MgO %	1.41
Hd %	32.01
Na %	0.36
Fe ppm	560
Cu ppm	86
Zn ppm	539
Mn ppm	4025
B ppm	70

Tabla 9: Aporte de NPK en la aplicación de compost

Nutriente	Valor
N (kg/ha)	9.65
P ₂ O ₅ (kg/ha)	11.49
K ₂ O (kg/ha)	6.6

Se realizaron cuatro aplicaciones foliares, la primera cuatro semanas después del trasplante y las siguientes con un intervalo de 7 días. El gasto de agua por aplicación ha sido de 1.8 litros por tratamiento. Las dosis que se aplicaron en cada uno de los tratamientos fueron de acuerdo a lo recomendado por el fabricante de cada producto. Los tratamientos evaluados se muestran en Tabla 10.

Tabla 10: Tratamientos evaluados

Tratamiento	Producto	Código	Dosis por aplicación
1	AlgaFert	T1	1.0 L/cil
2	Vigor Stim	T2	1.0 L/cil
3	Phycoterra	T3	1.0 L/cil
4	Phylgreen	T4	1.0 L/cil
Testigo	Compost	T5	1.0 Mg/ha

3.3.4. Cosecha

La cosecha inició a los 75 días después del trasplante y finalizó a los 85 días después del trasplante. Hubo en total cinco días de cosecha, los cuales correspondieron a los 75, 78, 80, 84 y 85 días después del trasplante. La cosecha se realizó de forma manual, considerando la madurez comercial del cultivo y su ubicación en los tres surcos principales de los tratamientos. Se realizaron cortes de 10 cm por debajo de la inflorescencia, luego las cabezas eran colocadas en jabas y posteriormente trasladadas al laboratorio de postcosecha para su respectiva evaluación.

3.3.5. Características evaluadas

Rendimiento

De las cosechas realizadas, se contó y pesó cada uno de los productos comerciales de cada unidad experimental. Los resultados fueron expresados a Megagramos (Mg) por hectárea (ha).

Diámetro de Inflorescencia

A todas las inflorescencias cosechadas, con la ayuda de un vernier, se les midió el diámetro (cm). Esta característica fue evaluada el mismo día que las cabezas fueron cosechadas.

Peso promedio de la inflorescencia

Todas las inflorescencias cosechadas fueron pesados (kg) con una balanza. Esta característica fue evaluada el mismo día que las cabezas fueron cosechadas.

Materia seca de hojas, tallo e inflorescencia

En la cosecha, se escogió una planta al azar por cada unidad experimental, se separaron sus hojas, tallo e inflorescencia y se registró los pesos de cada parte en ese momento. Luego, se colocaron en bolsas de papel y se llevaron a estufa a 70°C por 48 horas con el fin de obtener el peso seco. Para obtener el porcentaje de materia seca se empleó la siguiente fórmula:

$$\text{Materia seca(\%)} = \frac{\text{Peso seco}}{\text{Peso fresco}} \times 100\%$$

Análisis foliar

Se tomaron las muestras de hojas secas a estufa de cada unidad experimental y se llevaron al Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Agua y Fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina, donde se llevó a cabo la preparación y posterior entrega de muestras para determinar la concentración de N, P y K. La preparación de las muestras se desarrolló entre los 21 y 36 días después de la cosecha y la entrega de muestras a los 41 días después de la cosecha.

3.4. Diseño estadístico

3.4.1. Diseño experimental

Se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Se empleó como pruebas estadísticas, el Análisis de Variancia y la prueba de medias de Tukey a un nivel de significación de 0.05 para la comparación de medias entre tratamientos.

Para el análisis de variancia y la prueba de comparación de medias, se utilizó el programa estadístico R (Versión 1.1).

3.4.2. Diseño estadístico

El modelo aditivo lineal para el presente experimento es:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij} \quad i = 1,2,3,4,5 \quad j = 1,4,3,4$$

Dónde:

Y_{ij} : Es el valor observado en el i-ésimo tratamiento con algas marinas y el j-ésimo bloque.

μ : Es el efecto de la media general.

τ_i : Es el efecto del i-ésimo tratamiento con algas marinas.

β_j : Es el efecto del j-ésimo bloque.

ε_{ij} : Es el efecto del error experimental en el i-ésimo tratamiento con algas marinas y j-ésimo bloque.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis del rendimiento en el cultivo de coliflor

En la Tabla 11 se presentan los rendimientos promedios que se obtuvo al final del experimento en cada uno de los tratamientos evaluados. Los valores oscilaron entre 37.94 y 44.69 Mg/ha. El mayor rendimiento se obtuvo en el tratamiento testigo sin aplicación y el menor el tratamiento AlgaFert. Sin embargo, estadísticamente estas diferencias no son significativas ($p= 0.222$).

Tabla 11: Efecto de la aplicación foliar de extractos de algas marinas en el rendimiento del cultivo de coliflor (*Brassica oleracea* L. var. *botrytis*) cv. ‘Nevada’

Tratamientos	Rendimiento Total (Mg/ha)
AlgaFert	37.94 a*
Vigor Stim	39.73 a
Phycoterra	41.34 a
Phylgreen	43.79 a
Testigo	44.69 a
Promedio	41.50
ANVA	n.s.
C.V. (%)	10.43

*Medias con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí según la prueba de Tukey al 5%

n.s.: no significativo

Según los resultados obtenidos, no existe evidencia estadística para afirmar que la aplicación de extractos de algas marinas tiene una influencia observable en el rendimiento de coliflor en comparación con el testigo de compost. Es posible que el suelo haya entregado los suficientes nutrientes al cultivo y se haya alcanzado la saturación del rendimiento máximo, por lo cual no hubo respuesta por parte de los tratamientos. La salinidad del suelo (CE 4.92 dS/m) también pudo tener un impacto significativo en esta característica. Goñi *et al.* (2016), señalaron que existe una alta variabilidad en la composición de los extractos de las algas marinas y, en consecuencia, en sus efectos al ser aplicados a los cultivos, lo cual representa uno de los mayores desafíos en esta industria de biofertilizantes.

En otras investigaciones, Coronado (2015) empleó cinco dosis (0, 0.2, 0.4, 0.6 y 0.8 kg/ha) de un extracto de algas marinas aplicado foliarmente en el cultivo de brócoli y evaluó el rendimiento total. Los tratamientos se aplicaron en tres momentos (45, 60 y 75 ddt respectivamente). El ensayo fue realizado en campo experimental, donde el suelo presentó características físicas y químicas adecuadas para el cultivo. Todos los tratamientos habían recibido una dosis de fertilización 120-80-100 de NPK, incluyendo al testigo. No se presentaron condiciones meteorológicas extremas que pudieran afectar el desarrollo del brócoli. Encontró que el valor de las aplicaciones y el testigo fueron estadísticamente similares entre sí.

Además, Lola-Luz *et al.* (2014) emplearon un extracto comercial de alga marina *Ascophyllum nodosum* a dosis de 0, 3, 30 y 300 L/ha y evaluaron el rendimiento total en dos cultivares de brócoli. Las aplicaciones foliares de algas marinas fueron realizadas una vez al mes. El ensayo fue conducido en un campo experimental, donde el suelo presentó una textura franco arcilloso, un contenido fósforo medio y un contenido de nitrógeno y potasio bajo. En el área experimental se realizó la aplicación de 35.4 kg de N, 9.9 kg de P y 33.9 kg de K, de acuerdo a la aplicación estándar de los productores del local. Los tratamientos no tuvieron diferencias significativas en ambos cultivares. Explican también que los distintos resultados encontrados en las investigaciones de algas marinas se deban probablemente al uso de distintos productos comerciales, así como la adición de macro y micronutrientes en los extractos.

Por el contrario, Peas (2019) empleó cuatro dosis (0, 0.25, 0.5 y 0.75 L/ha) de aplicación foliar de algas marinas en el cultivo de col morada y observó que las aplicaciones tenían diferencias significativas frente al testigo sin aplicación con respecto al rendimiento. La dosis más alta fue la que presentó diferencias significativas con respecto a las demás dosis. Las aplicaciones de algas marinas fueron realizadas sólo una vez, a la cuarta semana después del trasplante. El ensayo fue llevado a cabo en un campo experimental, donde el suelo presentó una textura arcillo arenoso, un bajo contenido de materia orgánica y nitrógeno, un alto contenido de fósforo y un contenido medio de potasio. Realizó además la incorporación de gallinaza a una dosis de 3 kg/m².

4.2. Análisis de la calidad de la inflorescencia en el cultivo de coliflor

4.2.1. Análisis del diámetro de inflorescencia

Los valores del diámetro de inflorescencia oscilaron entre 17.93 y 18.52 cm (Tabla 12). El mayor valor obtuvo el tratamiento Phylgreen y el menor el tratamiento AlgaFert. Sin embargo, según el análisis estadístico, no existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados ($p=0.629$).

Según los resultados obtenidos, no existe evidencia estadística para afirmar que la aplicación de extractos de algas marinas tiene una influencia significativa en el diámetro de inflorescencia de la coliflor en comparación con el testigo compost. De acuerdo a las características del cultivar, los tratamientos estuvieron cerca del diámetro máximo (19 cm). Es posible que los nutrientes aportados por el suelo y los tratamientos hayan alcanzado la saturación del diámetro máximo, por lo cual no se produjo una respuesta en esa característica.

Layten (2015) evaluó el efecto de la aplicación foliar de cinco productos a base de algas marinas sobre el diámetro del capítulo en el cultivo de alcachofa *Cynara scolymus* L. y no encontró diferencias significativas entre los tratamientos. Dichas aplicaciones, cuyas dosis fueron de acuerdo a las especificaciones técnicas de cada casa comercial, se realizaron a los 60, 75 y 90 ddt. El ensayo fue realizado en un campo experimental, donde el suelo presentó un contenido bajo de materia orgánica y potasio y un contenido medio de fósforo. Se realizó la aplicación de estiércol en la preparación del terreno y la aplicación de una dosis de

fertilización de 180-180-240 de NPK. Concluyó que dicha característica es propia de cada cultivar, la cual es poco influenciada por factores nutricionales o de manejo agronómico.

Tabla 12: Efecto de la aplicación foliar de extractos de algas marinas en el diámetro de la inflorescencia del cultivo de coliflor (*Brassica oleracea* L. var. *botrytis*) cv. ‘Nevada’

Tratamientos	Diámetro de Inflorescencia (cm)
AlgaFert	17.93 a*
Vigor Stim	18.01 a
Phycoterra	18.23 a
Phylgreen	18.52 a
Testigo	17.96 a
Promedio	18.13
ANVA	n.s.
C.V. (%)	3.36

*Medias con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí según la prueba de Tukey al 5%

n.s.: no significativo

Sin embargo, Saloom *et al.* (2019) evaluaron el efecto de la aplicación foliar de tres dosis (0, 2 y 4 ml/L) de un extracto de algas marinas en el diámetro de inflorescencia en el cultivo de coliflor y determinaron diferencias significativas entre los tratamientos. El diámetro promedio de inflorescencia de los tratamientos fueron 17.12 y 17.66 cm respectivamente y del testigo 15.48 cm. Las aplicaciones fueron realizadas en un intervalo de dos semanas durante un periodo de tres meses. El ensayo fue realizado en bolsas de plástico de 15 kg, donde el sustrato empleado fue la mezcla de suelo arcilloso y turba en proporción 2:1. Mencionaron que estas diferencias se podrían deber al aporte nutricional de los extractos.

Por otro lado, Mahdi *et al.* (2020) evaluaron el efecto de la de la aplicación foliar de tres dosis (0, 3 y 6 ml/L) de un extracto de algas marinas con respecto al diámetro del tallo de cuatro cultivares de colirrábano *Brassica oleracea* L. var. *caulorapa*. En total se han realizado tres aplicaciones foliares, a los 10, 20 y 30 ddt. El experimento fue realizado a campo abierto, donde el suelo presentó una textura franco limoso, un contenido bajo de

materia orgánica y potasio y un contenido medio de fósforo. En todos los cultivares, los tratamientos presentaron diferencias significativas con respecto al testigo sin aplicación, pero las dosis fueron estadísticamente iguales entre sí. Comentan que ello se debe al aporte nutricional de los extractos y su importancia en el aumento de la eficiencia de la fotosíntesis, generando la transferencia de los fotosintatos a los órganos de reserva.

4.2.2. Análisis del peso promedio de inflorescencia

El peso promedio de la inflorescencia varió entre 1.85 y 1.91 kg (Tabla 13). El mayor valor se obtuvo en el tratamiento Phylgreen y el menor el tratamiento testigo. Sin embargo, no hubo diferencias significativas entre las medias de los tratamientos ($p=0.996$).

Tabla 13: Efecto de la aplicación foliar de extractos de algas marinas en el peso promedio de la inflorescencia del cultivo de coliflor (*Brassica oleracea* L. var. botrytis) cv. ‘Nevada’

Tratamientos	Peso promedio de la inflorescencia (kg)
AlgaFert	1.86 a *
Vigor Stim	1.87 a
Phycoterra	1.87 a
Phylgreen	1.91 a
Testigo	1.85 a
Promedio	1.87
ANVA	n.s.
C.V. (%)	12.16

*Medias con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí según la prueba de Tukey al 5%

n.s.: no significativo

Estos resultados indican que el aporte nutricional del compost y de los extractos de algas marinas han sido similares con respecto al peso promedio de la inflorescencia. La salinidad del suelo (CE 4.92 dS/m) pudo tener un impacto significativo en esta característica. Es posible que el suelo haya entregado los suficientes nutrientes al cultivo y se haya alcanzado

el peso de inflorescencia máximo, por lo cual no hubo una respuesta por parte de los tratamientos.

Noé (2020) empleó cinco productos a base de extractos de algas marinas distintos y evaluó el peso promedio de la inflorescencia en el cultivo de brócoli. Dichas aplicaciones foliares, cuyas dosis fueron de acuerdo a lo recomendado por el fabricante de cada producto, se realizaron a los 7, 22 y 37 ddt. Las condiciones meteorológicas fueron óptimas para el desarrollo del cultivo. El ensayo fue realizado en campo abierto, donde el suelo presentó una textura franco arenoso, un pH ligeramente alcalino (7.7), ligeramente salino (CE 3.38 dS/m), un contenido bajo de materia orgánica, un contenido alto de fósforo y un contenido medio de potasio. Realizó además fertirriegos interdiarios de nitrato de amonio, nitrato de potasio y ácido fosfórico hasta 15 días antes del inicio de la cosecha. Los tratamientos fueron estadísticamente similares con respecto a la variable evaluada (0.87, 0.93, 0.96, 0.86 y 0.91 kg) frente al testigo (0.84 kg). Menciona que ello se debió a las condiciones edafoclimáticas óptimas que tuvo el ensayo.

No obstante, Manea *et al.* (2018) evaluaron la aplicación foliar de tres dosis (0, 2 y 4 ml/L) de dos extractos de algas marinas (“Alga 600” y “Alga Al-zuhoor”) y su influencia en peso promedio de inflorescencia del cultivo de brócoli. El ensayo fue realizado en campo abierto, donde el suelo presentó una textura franco limoso, un pH ligeramente alcalino (7.7), ligeramente salino (CE 2.7 dS/m) y un contenido bajo de materia orgánica, fósforo y potasio. Todos los tratamientos, cuyos pesos promedio fueron 1.24, 1.23, 1.16 y 1.05 kg respectivamente, presentaron diferencias significativas con respecto al testigo sin aplicación (0.76 kg). Concluyen que ello se debe al rol de los extractos de algas marinas en proporcionar nutrientes y fitohormonas, los cuales influyen en la fotosíntesis y en el balance de los procesos fisiológicos de la planta, respectivamente, que conllevan finalmente al incremento del peso promedio de la inflorescencia.

Además, Sandhu *et al.* (2018) evaluaron el efecto de la aplicación foliar de un extracto de algas marinas derivado de *Ascophyllum nodosum* a dos dosis (0, 3.2 ml/L) en el peso promedio de la col crepa *Brassica oleracea* L. var. *sabellica*. Dicha dosis fue recomendada por la empresa manufacturera del producto. Las aplicaciones se realizaron a partir del día 25 dds en un intervalo de 14 días durante un periodo de seis semanas. El ensayo fue realizado en macetas de plástico de 1 L dentro de un invernadero, donde el sustrato empleado fue una

mezcla de suelo franco arenoso, compost y turba en proporción 4:1:1. Este sustrato tuvo un contenido alto de materia orgánica (5.8%). A partir de la sexta semana, se realizó una fertilización de un fertilizante (4-3-4) a una dosis de 560 kg/ha a todos los tratamientos. El tratamiento (456.2 g) fue estadísticamente superior al testigo sin aplicación (388.4 g). Aclaran que este resultado se podría deber al efecto individual o sinérgico de uno o más compuestos presentes en el extracto y que se debería investigar el mecanismo de acción de los procesos biológicos de los extractos en las plantas.

4.3. Análisis del porcentaje de materia seca

Como se puede observar en la Tabla 14, las tres variables evaluadas no presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados ($p=0.191$, 0.222 y 0.889 , respectivamente).

Tabla 14: Efecto de la aplicación foliar de extractos de algas marinas en el porcentaje de materia seca de hojas, tallo e inflorescencia del cultivo de coliflor (*Brassica oleracea* L. var. *botrytis*) cv. ‘Nevada’

Tratamientos	Porcentaje de materia seca		
	(%)		
	Hojas	Tallos	Inflorescencias
AlgaFert	10.05 a	4.84 a	6.02 a*
Vigor Stim	10.32 a	5.17 a	5.58 a
Phycoterra	11.58 a	5.18 a	5.45 a
Phylgreen	11.08 a	4.74 a	5.71 a
Testigo	11.93 a	5.21 a	5.28 a
Promedio	10.99	5.03	5.61
ANVA	n.s.	n.s.	n.s.
C.V. (%)	10.85	6.77	19.14

*Medias con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí según la prueba de Tukey al 5%

n.s.: no significativo

Con respecto a la materia seca de hojas, los resultados variaron entre 10.05 y 11.93%. El mayor valor fue el tratamiento testigo y el menor el tratamiento AlgaFert. Los resultados

encontrados en la materia seca de tallos variaron entre 4.74 y 5.21%, encontrados en el tratamiento Phylgreen y el tratamiento testigo, respectivamente. En las inflorescencias, los resultados oscilaron entre 5.28 y 6.02%, siendo el mayor valor el tratamiento AlgaFert y el menor el tratamiento testigo.

Según los resultados obtenidos, no existe evidencia estadística para afirmar que la aplicación foliar de extractos de algas marinas influye en el incremento del porcentaje de materia seca en hojas, tallos e inflorescencia del cultivo de coliflor en comparación con el testigo de compost. Hay que detallar que el contenido de materia seca se encuentra estrechamente relacionado con la actividad fotosintética y respiratoria de la planta (Bhattacharya, 2019). También mencionar que los nutrientes esenciales que participan en la fotosíntesis son: nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), magnesio (Mg), cobre (Cu), cloro (Cl), hierro (Fe) y manganeso (Mn) (Silva y Uchida, 2000). Es posible que el aporte nutricional del suelo haya tenido un efecto con respecto a la tasa fotosintética en los tratamientos, siendo reflejado en el porcentaje materia seca de hojas, tallos e inflorescencia del cultivo.

Como en el trabajo ya mencionado de Coronado (2015) también evaluó el contenido de materia seca (g/planta) del cultivo de brócoli, determinó que todas las formulaciones empleadas fueron estadísticamente iguales al testigo. Además, Hassan *et al.* (2021) evaluaron la aplicación foliar de cuatro concentraciones (0, 5, 10 y 15%) de un extracto de algas marinas con respecto al porcentaje de materia seca en las hojas del cultivo de roqueta *Eruca vesicaria* L. Se realizaron tres aplicaciones, a los 10, 18 y 26 dds. El ensayo fue realizado en un campo experimental, donde el suelo presentó una textura franco arcilloso y un pH ligeramente alcalino (7.45). Fue aplicado solamente al testigo una dosis de fertilización estándar de 529-302-126 de NPK. Detallaron finalmente que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos evaluados.

Sin embargo, Morsy (2019) realizó aplicaciones foliares (0, 5 g/L) de un extracto de la microalga *Spirulina platensis* en el cultivo de colirrábano *Brassica oleracea* L. var. *gongylodes* y determinó el contenido de materia seca (g/raíz). Realizó tres aplicaciones, a los 7, 17 y 27 ddt. El ensayo fue realizado en un campo experimental, donde el suelo presentó una textura arenosa, un pH ligeramente alcalino (7.3), moderadamente salino (CE 4.54), un contenido alto de materia orgánica, un contenido medio de fósforo y un

contenido bajo de potasio. Realizó además una fertilización con una dosis de 96-77-86 de NPK. En el experimento detalló que la aplicación incrementa significativamente el contenido de materia seca. Señala que los aminoácidos presentes en el extracto podrían desempeñar un papel importante en el metabolismo de las plantas y en la asimilación de las proteínas, las cuales son necesarias para la formación celular y, en consecuencia, en el aumento del contenido de materia seca.

4.4. Análisis de la concentración de nitrógeno, fósforo y potasio foliar

En la Tabla 15 se resumen los resultados obtenidos de las concentraciones de nitrógeno, fósforo y potasio foliar. Se observa que el contenido de nitrógeno osciló entre 3.79 a 4.19%, siendo el mayor valor el tratamiento Phylgreen y el menor el tratamiento testigo. El contenido de fósforo varió entre 0.56 y 0.68%, correspondientes a los tratamientos AlgaFert y Phycoterra, respectivamente. El contenido de potasio osciló entre 1.86 y 2.38% que corresponde a los tratamientos AlgaFert y Vigor Stim, respectivamente.

Tabla 15: Efecto de la aplicación foliar de extractos de algas marinas en el contenido de Nitrógeno, Fósforo y Potasio en hojas del cultivo de coliflor (*Brassica oleracea* L. var. botrytis) cv. ‘Nevada’

Tratamientos	Contenido de Nutrientes (%)		
	Nitrógeno	Fósforo	Potasio
AlgaFert	4.03 a	0.56 a	1.86 a *
Vigor Stim	4.16 a	0.61 a	2.38 a
Phycoterra	4.00 a	0.68 a	2.03 a
Phylgreen	4.19 a	0.62 a	1.98 a
Testigo	3.79 a	0.61 a	1.92 a
Promedio	4.03	0.62	2.03
ANVA	n.s.	n.s.	n.s.
C.V. (%)	8.25	21.49	14.19

*Medias con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí según la prueba de Tukey al 5%

n.s.: no significativo

Tabla 16: Valores de deficiencia, rango óptimo y toxicidad de N, P y K foliar

Estado	N %	P %	K %
Deficiencia	< 2.2	< 0.3	< 1.5
Rango óptimo	2.2 – 4.0	0.3 – 0.7	1.5 – 3.0
Toxicidad	> 4.0	> 0.7	> 3.0

Fuente: Hochmuth *et al.* (2012)

Considerando los valores de deficiencia, rango óptimo y toxicidad de N, P y K foliar de la tabla 16, establecidos por Hochmuth *et al.* (2012), todos los tratamientos se ubicaron en el rango óptimo con respecto al contenido de P y K. Sin embargo, los tratamientos donde se aplicaron extractos de algas marinas presentaron toxicidad con respecto al contenido de N. Esto se puede deber a la concentración del elemento en los extractos aplicados.

Según el análisis estadístico realizado, las tres variables evaluadas no presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados ($p=0.481$, 0.789 y 0.159 , respectivamente). La explicación de este resultado se podría deber al contenido de NPK proporcionado por el suelo, el cual ha influenciado en el contenido de nutrientes de los tratamientos. Por otro lado, normalmente el contenido de NPK de los extractos de algas marinas a dosis aplicadas comúnmente en campo es insuficiente para provocar respuestas fisiológicas significativas, tal como lo señalaron Khan *et al.* (2009). Lola-Luz *et al.* (2014) también detallan que los distintos resultados que se encuentran en la literatura se deban principalmente a las distintas formulaciones de los productos a base de algas marinas y a la adición de macro y micronutrientes en los extractos.

Como en el trabajo ya mencionado de Morsy (2019) también determinó el contenido de N, P y K foliar. En el experimento detalló que la aplicación incrementa significativamente el contenido de fósforo debido al contenido nutricional del extracto empleado. Por otro lado, Shams y Morsy (2019) evaluaron el contenido de N, P y K foliar en el cultivo de brócoli al aplicar foliarmente (0, 2.5 y 5 ml/L) un extracto de la microalga *Chlorella vulgaris*. Realizaron tres aplicaciones, a los 30, 45 y 60 ddt. El ensayo fue realizado en un campo experimental, donde el suelo presentó una textura franco arenoso, un pH ligeramente alcalino (7.2), moderadamente salino (CE 4.52), un contenido bajo de materia orgánica, un contenido medio de fósforo y un contenido bajo de potasio. Realizaron además una

fertilización con una dosis de 216-144-115 de NPK. Determinaron que las dosis aplicadas presentan diferencias estadísticas en los tres nutrientes con respecto al testigo sin aplicación, incluso hubo diferencias significativas entre ambas dosis con respecto al contenido de potasio foliar. Concluyen que ello se debe probablemente a que el extracto empleado fue rico en nutrientes.

Además, Hassan *et al.* (2017) determinaron el contenido de N, P y K foliar en el cultivo de roqueta *Eruca vesicaria* L. al realizar la aplicación foliar de cuatro concentraciones (0, 5, 10 y 15%) de un extracto del alga *Spirulina platensis*. Se realizaron tres aplicaciones, a los 10, 18 y 26 dds. El ensayo fue realizado en un campo experimental, donde el suelo presentó una textura franco arcilloso y un pH moderadamente alcalino (7.95). Fue aplicado solamente al testigo una dosis de fertilización de 525-300-125 de NPK. Detallaron que existen diferencias significativas en el contenido de P con las dosis de 10 y 15% y en el contenido de K en las tres dosis frente al testigo con fertilización NPK. Sin embargo, los tratamientos fueron estadísticamente iguales con respecto al contenido de N. Mencionaron que ello se debe principalmente a que emplearon un extracto basado en una cianobacteria.

V. CONCLUSIONES

- Se contribuyó en el conocimiento de la aplicación foliar de extractos de algas marinas como biofertilizante para el manejo del cultivo de coliflor cv. 'Nevada' bajo condiciones de La Molina.
- La aplicación foliar de extractos de algas marinas no tuvo un efecto significativo en el rendimiento de coliflor en comparación con la aplicación de compost.
- La aplicación foliar de extractos de algas marinas no influyó significativamente en la calidad de la inflorescencia de coliflor en comparación con la aplicación de compost.
- La aplicación foliar de extractos de algas marinas no influyó significativamente en el contenido de materia seca de las hojas, tallo e inflorescencia de coliflor en comparación con la aplicación de compost.
- La aplicación foliar de extractos algas marinas no tuvo un efecto significativo en el contenido de nitrógeno, fósforo y potasio en las hojas de coliflor en comparación con la aplicación de compost.

VI. RECOMENDACIONES

- Evaluar la aplicación foliar de extractos de algas marinas a diferentes dosis y momentos de aplicación, bajo condiciones de estrés biótico y abiótico, o junto a la aplicación de otros biofertilizantes.
- Evaluar el efecto de las aplicaciones de extractos de algas marinas al suelo en el cultivo de coliflor.
- Evaluar la aplicación de extractos de algas marinas en otros cultivos de importancia económica.

VII. BIBLIOGRAFÍA

Abowei, J. F. y Ezekiel, E. N. (2013). The potential and utilization of seaweeds. *Scientia Agriculturae*, 4(2), 58–66.

Alliance Seeds. (2020). *Cauliflower Nevada F1*. Alliance Seeds Ltd. <https://www.allianceseeds.co.za/product/cauliflower-nevada-f1/>

Asociación de Exportadores [ADEX]. (2017). *Adex Data Trade*. ADEX. <http://www.adexdatatrade.com/>

Bhattacharya, A. (2019). Effect of High-Temperature Stress on Crop Productivity. In *Effect of High Temperature on Crop Productivity and Metabolism of Macro Molecules*. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-817562-0.00001-x>

Biorizon. (2020). *AlgaFert*. Grupo Biorizon Biotech. http://www.biorizon.es/productos_biorizon/biopotenciadores/hidrolizados/algafert/

Bolea, J. (1982). *Cultivo de coles, coliflores y brócolis*. Sintés.

Cabioch, J. (1976). Utilization des Algues. *Skol-Vreiz*, 45, 20–24.

Camasca, V. A. (1994). *Horticultura práctica*. Comercial Vicente.

Canales, B. (1999). Enzimas-algas: Posibilidades de su uso para estimular la producción agrícola y mejorar los suelos. *Terra Latinoamericana*, 17(3), 271–276.

Centro de Información de Recursos Naturales [CIREN]. (1988). *Manual del cultivo de la coliflor (Brassica oleracea var. botrytis)*. CIREN.

Coronado, J. (2015). *Efecto de ocho combinaciones de dos bioestimulantes orgánicos foliares con cuatro dosis en el cultivo de brócoli (Brassica oleracea L. Var Itálica Plenck)* [Trabajo de grado, Programa de Agronomía]. Universidad Nacional de Piura.

Cotrina, F. (1982). *Cultivo de la Coliflor*. Hojas Divulgadoras del Ministerio de Agricultura y Pesca.

Cronquist, A. (1986). *Introducción a la Botánica* (2.^a ed.). Continental.

Denelan, P. (1988). Foliar feeding. *Mother Earth's News*, 111, 58–61.

Dhargalkar, V. K. y Pereira, N. (2005). Seaweed: promising plant of the millennium. *Science Cult*, 71, 60–66.

Díaz, L., De Bertoldi, M. y Bidlingmaier, W. (2011). *Compost Science and Technology*. Elsevier.

Dogra, B. S. y Mandradia, R. K. (2014). Effect of seaweed extract on growth and yield of onion. *International Journal of Farm Sciences*, 2(1), 59–64.

Duxbury, J. (1994). The significance of agricultural sources of greenhouse gases. *Fertilizer Research*, 38(2), 151–163. <https://doi.org/10.1007/BF00748775>

Eden Brothers. (2021). *Cauliflower Seeds*. Eden Brothers Ltd. https://www.edenbrothers.com/store/cauliflower_seeds_snowball.html?utm_source=pepperjam&utm_medium=affiliate&utm_campaign=general&utm_term=154715&clickId=3622376242

Eichert, T. y Burkhardt, J. (2001). Quantification of stomatal uptake of ionic solutes using a new model system. *Journal of Experimental Botany*, 52(357), 771–781. <https://doi.org/10.1093/jexbot/52.357.771>

Fageria, N. K., Filho, M. P. B., Moreira, A. y Guimarães, C. M. (2009). Foliar fertilization of crop plants. *Journal of Plant Nutrition*, 32(6), 1044–1064. <https://doi.org/10.1080/01904160902872826>

Food and Agriculture Organization [FAO]. (2004). *Manejo de malezas para países en desarrollo*. FAO. <http://www.fao.org/3/y5031s00.htm#Contents>

Food and Agriculture Organization [FAO]. (2020). *Crop salt tolerance data*. FAO. <http://www.fao.org/3/y4263e/y4263e0e.htm>

Food and Agriculture Organization [FAO]. (2021). *Faostat*. FAO. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>

Franke, W. (1967). Mechanisms of foliar penetration of solutions. *Annual Review of Plant Physiology*, 18, 281–300.

Gamble, P. E. y Emimo, E. (1987). Morphological and anatomical characterization of leaf burn in corn induced from foliar applied nitrogen. *Agronomy Journal*, 79, 92–96.

García, M. (2000). Plagas y enfermedades en el cultivo de la coliflor: Descripción y control. *Vida rural*, 107, 34-37.

Girma, K., Martin, K. L., Freeman, K. W., Mosali, J., Teal, R. K., Raun, W. R., Moges, S. M. y Arnall, D. B. (2007). Determination of Optimum Rate and Growth Stage for Foliar-Applied Phosphorus in Corn. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 38(9–10), 1137–1154. <https://doi.org/10.1080/00103620701328016>

- Goñi, O., Fort, A., Quille, P., McKeown, P. C., Spillane, C. y O'Connell, S. (2016). Comparative Transcriptome Analysis of Two *Ascophyllum nodosum* Extract Biostimulants: Same Seaweed but Different. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 64(14), 2980–2989. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.6b00621>
- Hassan, S., Ashour, M. y Soliman, A. (2017). Anticancer Activity, Antioxidant Activity, Mineral Contents, Vegetative and Yield of *Eruca sativa* Using Foliar Application of Autoclaved Cellular Extract of *Spirulina platensis* Extract, Comparing to N-P-K Fertilizers. *Journal of Plant Production*, 8(4), 529–536. <https://doi.org/10.21608/jpp.2017.40056>
- Hassan, S., Ashour, M., Soliman, A., Hassanien, H. A., Alsanie, W. F., Gaber, A. y Elshobary, M. E. (2021). The potential of a new commercial seaweed extract in stimulating morpho-agronomic and bioactive properties of *eruca vesicaria* (L.) cav. *Sustainability (Switzerland)*, 13(8). <https://doi.org/10.3390/su13084485>
- Hernández, R. M., Santacruz, F., Ruiz, M. A., Norrie, J. y Hernández, G. (2014). Effect of liquid seaweed extracts on growth of tomato seedlings (*Solanum lycopersicum* L.). *Journal of Applied Phycology*, 26(1), 619–628.
- Hessayon, D. G. (2002). *Manual de horticultura*. Blume.
- Hochmuth, G., Maynard, D., Vavrina, C., Hanlon, E. y Simonne, E. (2012). *Plant Tissue Analysis and Interpretation for Vegetable Crops in Florida*. University of Florida. <https://edis.ifas.ufl.edu/pdf/EP/EP08100.pdf>
- Inagrec. (2020). *Vigor Stim*. Inversiones Agrícolas E&C. <https://inagreacsac.wixsite.com/grupoinagreacsac/product-page/vigor-stim>
- Japón, J. (1983). *Cultivo Extensivo de la Coliflor*. Hojas Divulgadoras del Ministerio de Agricultura y Pesca.

Kannan, S. (1990). Role of Foliar Fertilization on Plant Nutrition. En V. C. Baligar y R. R. Duncan (eds.), *Crops As Enhancers of Nutrient Use* (pp. 313–348). Academic Press.
<https://doi.org/10.1016/b978-0-12-077125-7.50012-8>

Khan, W., Rayirath, U. P., Subramanian, S., Jithesh, M. N., Rayorath, P., Hodges, D. M., ... Prithviraj, 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* [Trabajo de Grado, Programa de Agronomía]. Univeridad Nacional Agraria La Molina.
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1412/t007312.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Li, R., Tao, R., Ling, N. y Chu, G. (2017). Chemical, organic and bio-fertilizer management practices effect on soil physicochemical property and antagonistic bacteria abundance of a cotton field: Implications for soil biological quality. *Soil and Tillage Research*, 167, 30–38.
<https://doi.org/10.1016/j.still.2016.11.001>

Lola-Luz, T., Hennequart, F. y Gaffney, M. (2014). Effect on yield, total phenolic, total flavonoid and total isothiocyanate content of two broccoli cultivars (*Brassica oleraceae* var *italica*) following the application of a commercial brown seaweed extract (*Ascophyllum nodosum*). *Agricultural and Food Science*, 23(1), 28–37.
<https://doi.org/10.23986/afsci.8832>

Mahdi, A., Al-Shammari, A., Alalawy, H. H. y Hathal, A. A. (2020). Response Yield of Four Cultivar Kohlrabi (*Brassica Oleracea* Var. *Caulorapa* L.) to Plant Density and Foliar Nutrition of Seaweed. *Plant Archives*, 20(2), 4069–4076.

Manea, A., Kazem, A. y Aboud, H. (2018). Influenced of Seaweed Extracts and Its Magnetization in Growth and Yield of Broccoli. *Euphrates Journal of Agriculture Science*, 10(2), 7-12.

Middleton, L. J. y Sanderson, J. (1965). The uptake of inorganic ions by plant leaves. *Journal of Experimental Botany*, 16, 197–215.

Miller, D. M. y Miller, W. P. (1999). Land application of wastes. *Handbook of Soil Science*, 9, 217.

Morsy, N. (2019). Productivity and Quality of Kohlrabi Grown in a Newly Reclaimed Sandy Soil Using Organic and Mineral-N Fertilizer regimes with or without Spraying of *Spirulina platensis* Extract. *Egyptian Journal of Horticulture*, 46(2), 169–178. <https://doi.org/10.21608/ejoh.2019.12503.1105>

Noé, M. (2020). *Fertilización foliar con extractos de algas marinas en el rendimiento y calidad de brócoli (Brassica oleracea L. var. Italica cv. 'Paraíso')* [Trabajo de grado, Programa de Agronomía]. Universidad Nacional Agraria La Molina.

Norrie, J. (2005). Aplicaciones prácticas de productos de algas marinas en la agricultura. *Tegralia*, 15, 26–30.

Papadakis, I. E., Sotiropoulos T. E. y Therios, I. N. (2007). Mobility of iron and manganese within two citrus genotypes after foliar applications of iron sulfate and manganese. *Journal of Plant Nutrition*, 30, 1385–1396.

Parr, J. F. y Hornick, S. B. (1993). Utilization of municipal wastes. *Soil Microbial Ecology, Applications in Agricultural and Environmental Management*, 19, 545.

Paulert, R., Ebbinghaus, D., Urlass, C. y Moerschbaier, B. (2010). Priming of the oxidative burst in rice and wheat cell cultures by ulvan, a polysaccharide from green macroalgae, and enhanced resistance against powdery mildew in wheat and barley plants. *Plant Pathology*, 59, 634–642.

Peas, J. (2019). *Evaluación de tres dosis de fertilizante foliar orgánico en el rendimiento y calidad del cultivo de col morada (Brassica oleracea) variedad "Capitata", en el distrito*

de Lamas [Trabajo de grado, Escuela profesional de Agronomía]. Universidad Nacional De San Martín.

Phycoterra. (2020). *Phycoterra*. Heliae Development LLC.

<https://phycoterra.com/products/phycoterra/?lang=es>

Pollock, M. (2002). *Enciclopedia del cultivo de frutas y hortalizas*. Blume.

Rao, P. V. S., Mantri, V. A. y Ganesan, K. (2007). Mineral composition of edible seaweed *Porphyra vietnamensis*. *Food Chemistry*, *102*(1), 215–218.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.05.009>

Reyes-guerrero, Y. (2020). Las algas y sus usos en la agricultura. Una visión actualizada. *Cultivos Tropicales*, *41*(2).

Robledo, D. (1997). Las algas y la biodiversidad. *Biodiversitas*, *13*(1), 1–4.

Román, P., Martínez, M. y Pantoja, A. (2013). *Manual de compostaje del agricultor*. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>

Sabir, A., Yazar, K., Sabir, F., Kara, Z., Yazici, M. A. y Goksu, N. (2014). Vine growth, yield, berry quality attributes and leaf nutrient content of grapevines as influenced by seaweed extract (*Ascophyllum nodosum*) and nanosize fertilizer pulverizations. *Scientia Horticulturae*, *175*, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.05.021>

Saloom, Y. F., Mejbil, M. H., Obaid, M. H. y Al-Hchami, S. H. (2019). The effect of leaf feeding on marine algae extract (IPS) and nutritious solution calmac on some vegetative and quality characteristics of cauliflower plant. *Plant Archives*, *19*(2), 1440–1445.

Sandhu, R. K., Nandwani, D. y Nwosisi, S. (2018). Assessing seaweed extract as a biostimulant on the yield of organic leafy greens in Tennessee. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*, *102*(1–2), 53–64. <https://doi.org/10.46429/jaupr.v102i1-2.17531>

Santelices, B. (1989). *Algas marinas de Chile. Distribución. Ecología. Utilización. Diversidad*. Universidad Católica de Chile.

Sathya, B., Indu, H., Seenivasan, R. y Geetha, S. (2010). Influence of seaweed liquid fertilizer on the growth and biochemical composition of legum crop, cajanus cajan (L) Mill sp. *Journal of Phytology*, 2(5), 50–63

Selvaraj, R., Selvi, M. y Shakila, P. (2004). Effect of seaweed liquid fertilizer on *Abelmoschus esculentus* (L). Moench and *Lycopersicon lycopersicum* Mill. *Seaweed Res Utilin*, 26, 121–123.

Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú [SENASA]. (2019). *Estadísticas de producción orgánica nacional 2018*. SENASA. <https://www.senasa.gob.pe/senasa/descargasarchivos/2019/07/Cuadro-1-2018-ESTAD%C3%8DSTICAS-DE-PRODUCCI%C3%93N-ORG%C3%81NICA-NACIONAL-.pdf>

Shams, A. y Morsy, N. (2019). Nitrogen Sources and Algae Extract as Candidates for Improving the Growth, Yield and Quality Traits of Broccoli Plants. *Journal of Plant Production*, 10(5), 399–407. <https://doi.org/10.21608/jpp.2019.43146>

Silva, J. y Uchida, R. (2000). *Plant Nutrient Management in Hawaii's Soils, Approaches for Tropical and Subtropical Agriculture*. University of Hawaii at Manoa.

Singh, J., Pandey, V. y Singh, D. (2011). Efficient soil microorganisms: A new dimension for sustainable agriculture and environmental development. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 140(3–4), 339–353. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2011.01.017>

Suquilanda, M. (2003). *Producción Orgánica de Coliflor*. Fundagro.

Tradecorp. (2020). *Phylgreen*. Tradecorp España. <https://www.tradecorp.es/productos/phylgreen>

Valadez, A. (1994). *Producción de hortalizas*. Limusa.

Yáñez, R. E. (2017). *Nuevos biofertilizantes a base de algas marinas* [Monografía, Programa de Agronomía]. Universidad Nacional Agraria La Molina.

Zamora, E. (2016). El cultivo de la coliflor. *Producción de hortalizas*, 13, 1-2.

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Cronograma de actividades realizadas en el cultivo de coliflor en la Universidad Nacional Agraria La Molina. Agosto – noviembre 2019

FECHA	Días después del trasplante	LABORES
20/06/2019	-62	Preparación del terreno
21/06/2019	-61	Preparación del terreno
21/07/2019	-31	Siembra de almácigos
19/08/2019	-2	Marcación del terreno
20/08/2019	-1	Riego de enseño
21/08/2019	0	trasplante
24/08/2019	3	Desmalezado
27/08/2019	6	Recalce
27/08/2019	6	Desmalezado
30/08/2019	9	Desmalezado
02/09/2019	12	Desmalezado
05/09/2019	15	Desmalezado
09/09/2019	19	Desmalezado
10/09/2019	20	Aplicación insecticida Absolute
12/09/2019	22	Desmalezado
16/09/2019	26	Desmalezado
17/09/2019	27	Aplicación de compost
19/09/2019	29	Desmalezado
20/09/2019	30	1° Aplicación foliar
23/09/2019	33	Desmalezado
25/09/2019	35	Aporque
27/09/2019	37	2° Aplicación foliar
01/10/2019	41	Aplicación insecticida Absolute
04/10/2019	44	3° Aplicación foliar
11/10/2019	51	4° Aplicación foliar
04/11/2019	75	Cosecha
07/11/2019	78	Cosecha y evaluación materia fresca
09/11/2019	80	Cosecha
13/11/2019	84	Cosecha
14/11/2019	85	Cosecha

Anexo 2: Croquis del ensayo

	T5			T4				T1			T3		T2
	T2			T5				T1			T3		T4
	T4			T2				T3			T1		T5
	T2			T3				T5			T1		T4

Anexo 3: Prueba de normalidad de las variables evaluadas

	Shapiro – Wilk		
	Est	GL	Sig.
Rendimiento	0.968	20	0.722
Diámetro inflorescencia	0.940	20	0.243
Peso inflorescencia	0.925	20	0.125
MS hoja	0.942	20	0.256
MS tallo	0.975	20	0.850
MS inflorescencia	0.899	20	0.040
N	0.973	20	0.815
P	0.955	20	0.454
K	0.966	20	0.660

Anexo 4: Prueba de homogeneidad de varianzas de las variables evaluadas

		Estadístico de			
		Levene	GL1	GL2	Sig.
Rendimiento	Se basa en la media	1.334	4	15	0.303
Diámetro inflorescencia	Se basa en la media	0.287	4	15	0.882
Peso inflorescencia	Se basa en la media	0.099	4	15	0.981
MS hoja	Se basa en la media	1.452	4	15	0.266
MS tallo	Se basa en la media	1.448	4	15	0.267
MS inflorescencia	Se basa en la media	0.289	4	15	0.881
N	Se basa en la media	0.495	4	15	0.740
P	Se basa en la media	0.491	4	15	0.743
K	Se basa en la media	5.903	4	15	0.005

Anexo 5: Análisis de varianza de las variables evaluadas

1. Rendimiento (Mg/ha)

Fuente	GL	SC	CM	Valor F	Valor p
Tratamiento	4	124.9	31.2	1.665	0.222
Bloque	3	1120.3	373.4	19.921	0.001
Error	12	225.0	18.7		
Total	19	1470.2			

2. Diámetro de inflorescencia (cm)

Fuente	GL	SC	CM	Valor F	Valor p
Tratamiento	4	0.987	0.25	0.67	0.629
Bloque	3	30.613	10.204	27.48	0.001
Error	12	4.455	0.371		
Total	19	36.055			

3. Peso de inflorescencia (kg)

Fuente	GL	SC	CM	Valor F	Valor p
Tratamiento	4	0.01	0.0023	0.05	0.996
Bloque	3	2.155	0.7182	13.87	0.001
Error	12	0.622	0.0518		
Total	19	2.787			

4. Materia seca de hojas (%)

Fuente	GL	SC	CM	Valor F	Valor p
Tratamiento	4	10.32	2.581	1.82	0.191
Bloque	3	17.73	2.909	4.16	0.031
Error	12	17.06	1.422		
Total	19	45.11			

5. Materia seca de tallo (%)

Fuente	GL	SC	CM	Valor F	Valor p
Tratamiento	4	0.7721	0.193	1.67	0.222
Bloque	3	0.816	0.272	2.35	0.124
Error	12	1.3895	0.1158		
Total	19	2.9776			

6. Materia seca de inflorescencia (%)

Fuente	GL	SC	CM	Valor F	Valor p
Tratamiento	4	1.261	0.3152	0.27	0.889
Bloque	3	1.65	0.55	0.48	0.704
Error	12	13.82	1.1517		
Total	19	16.731			

7. Contenido foliar de Nitrógeno (%)

Fuente	GL	SC	CM	Valor F	Valor p
Tratamiento	4	0.4099	0.1025	0.926	0.481
Bloque	3	2.4667	0.8222	7.43	0.010
Error	12	1.3283	0.1107		
Total	19	4.2049			

8. Contenido foliar de Fósforo (%)

Fuente	GL	SC	CM	Valor F	Valor p
Tratamiento	4	0.02935	0.00734	0.42	0.789
Bloque	3	0.10614	0.03538	2.04	0.162
Error	12	0.20789	0.01732		
Total	19	0.34338			

9. Contenido foliar de Potasio (%)

Fuente	GL	SC	CM	Valor F	Valor p
Tratamiento	4	0.6672	0.1668	2.00	0.159
Bloque	3	0.0594	0.0198	0.24	0.869
Error	12	1.0015	0.08346		
Total	19	1.7281			

Anexo 6: Fotos del experimento



Riego de enseño



Trasplante de almácigos en la Universidad Nacional Agraria La Molina



Campo experimental



Campo experimental 23 días después del trasplante



Aplicación de compost 27 días después del trasplante

AlgaFert

Abono con aminoácidos NPK 1-7-3

COMPOSICIÓN (% en peso)			PH 5,5
N total	0,75	Lisina	1,20
N orgánico	0,60	Metionina	0,14
P ₂ O ₅ soluble en agua	7,40	Treonina	0,23
K ₂ O soluble en agua	3,20	Triptofano	0,03
Aminoácidos libres	5,60	Valina	0,34
Aminoácidos esenciales		Arginina	0,40
Fenilalanina	0,16	Aminoácidos no esenciales	
Isoleucina	0,39	Ac. Aspártico	0,50
Leucina	0,11	Ac. Glutámico	0,08
		Alanina	0,28
VITAMINAS			
Betacaroteno (Pro Vit. A)		PIGMENTOS	
Tocoferol (Vit. E)		Ficocianina	
Tiamina (Vit. B1)		clorofila	
Riboflavina (Vit. B2)		carotenoides.	
Niacina (Vit. B3)		MINERALES	
Piridoxina (Vit. B6)		Calcio, Fósforo,	
Cianobalamina (Vit. B12)		Magnesio, Hierro	
Inositol		Cromo, Sodio,	
Ácido fólico		Zinc, Cobre,	
Biotina (Vit. H)		Potasio, Manganeseo,	
Ácido pantoténico.		Germanio, Selenio.	
		ÁCIDOS GRASOS ESENCIALES	
		Gamma Linolénico, Palmítico, Esteárico,	
		Oleico, Palmítico, Palmitolínico.	
		DOSIS Y MODO DE EMPLEO	
		Aplicación foliar: 1,5 - 3 mL/L	
		Aplicación en suelos: 5L/ha	
		Aplicar en trasplantes, prefloración, floración, cuaje y engorde o en cualquier momento que se necesite el aporte de elementos contenidos en AlgaFert Eco.	
		De uno a tres tratamientos por estadio.	
		<small>Solo mezclar con productos fabricados por Biorizon Biotech. En dicho caso, consulte las modificaciones de dosificación a su distribuidor.</small>	
TIPOS DE CULTIVO			
Hortícola de Fruto: Tomate, pimiento, calabacín, pepino, berenjena, sandía, melón, fresa, frambuesa y otras berries.			
Hortícola de bulbo y raíz: Cebolla, patata, ajetes y zanahoria.			
Hortícola de hoja y tallo: Escarola, col, espinaca y apio.			
Hortícola de flor: Alcachofa, coliflor y berza.			
Hortícola leguminosas: Judías, guisante, garbanzo, olivo, almendro y viña.			
Frutales de pepita: Manzana, peral, mango, aguacate y chirimoyo.			
Frutales de hueso: Melocotón, nectarina, albaricoque, cerezo y ciruelo.			
Citricos.			
Césped, flores y plantas ornamentales.			

www.biorizon.es · Tel. +34 950 340 617

AlgaFert® y su ficha técnica



FICHA TÉCNICA



CULTIVO	DOSIS		RECOMENDACIÓN
	L/cil 200L	L/Ha	
Leguminosas	0.5	1.0	Después de la emergencia y luego 2 aplicaciones cada 15 días.
Col, Lechuga, Brócoli, Coliflor	0.5	1.0	Después del trasplante y luego aplicaciones posteriores cada 15 días.
Quinoa	0.5	1.0	Después de la emergencia y luego 2 - 3 aplicaciones cada 15 días.
Melón, Zapallo, Sandía, Pepinillo	0.5	1.0 - 2.0	Después de la emergencia, prefloración y luego 2 - 3 aplicaciones cada 15 días.
Fresa	0.4-0.8	-	7-10 días del trasplante, luego de 2-3 aplicaciones posteriores cada 15 días.
Cebolla, Ajo	0.5	1.0-2.0	Después del trasplante y 3 aplicaciones posteriores cada 15 días. Via fertirriego 6 -8 L/Ha.
Alcachofa	0.5	2	En inmersión de plántulas, después del trasplante y luego 3 aplicaciones posteriores cada 15 días.
Maíz	0.5	1	Crecimiento vegetativo, aplicaciones posteriores de 15-20 días
Espárrago	0.5	2	Después del trasplante y después de cada chapado.
Durazno, manzano	0.2-0.3	2.0-3.0	Caída de pétalos, cuajado y crecimiento de frutos
Palto, Olivo y Mango	0.2-0.3	2.0-3.0	Al brotamiento, cuajado y frutos de 5 a 10mm.

Vigor Stim® y su ficha técnica



BRASSICAS

HOW BRASSICA GROWERS CAN BENEFIT FROM FEEDING SOIL MICROBES

Healthy soil is vital to grow a healthy crop of brassicas.

PhycoTerra® soil microbe food invigorates growth of beneficial soil microbes required for optimum soil health.

The vital interaction between beneficial soil microbes and the nutrients available in soil increases the availability of nutrients for crops.

Watch plants respond with improved crop establishment, greater crop uniformity, improved resiliency under stress situations, improved crop quality and yield.

BROCCOLI & CAULIFLOWER PHYCOTERRA® APPLICATION RECOMMENDATION

Brassicas to include: broccoli, brussel sprouts, cabbage, cauliflower, and others.

Apply PhycoTerra® within or near the root zone at planting to maximize the benefit for the crop.

PhycoTerra® can be tank mixed with standard fertilizers or crop protection products.

It's always best to conduct a jar test with all your tank mix ingredients prior to mixing an entire load.

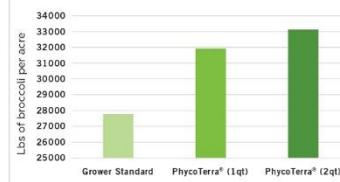
Shake containers and mix totes well prior to use. In finished tank solutions, maintain constant hydraulic or paddle agitation.

APPLICATION RATES & TIMINGS

- Apply with any liquid nitrogen fertilizers including CAN7 or CN9
- Direct seed at planting: 1-2 quart per acre in 5-10 gallons of solution
- Transplant at planting: 2 quarts per acre in 10-20 gallons of solution
- Side-Dress at 5-6 leaf stage: 1-2 quarts per acre

PHYCOTERRA® DELIVERS

Wellton, Arizona 2019
Transplanted Broccoli
147:1 ROI at 1qt/acre
96:1 ROI at 2qts/acre



Powered by **heliae**
AGRICULTURE

Find us online at PhycoTerra.com or call (800) 998-6536

PhycoTerra® y su ficha técnica



PRINCIPALES BENEFICIOS

Phylgreen® favorece el metabolismo de las plantas y la activación del crecimiento general de la planta, a través de una amplia gama de ingredientes activos.

Gracias a su procedencia y su tecnología de extracción, **Phylgreen®** presenta unos excelentes efectos sobre:

- Aprovechamiento de la nutrición.
- Calidad de los frutos.
- Prevención de estrés abiótico.

Phylgreen® se presenta como un supresor de estrés ambiental (salinidad, sequía, heladas) a través de osmoprotectores y activadores.

Phylgreen® aumenta el nivel de fotosíntesis en la planta, aumentando el contenido en materia seca en los cultivos.

MODO DE EMPLEO

	APLICACIÓN FOLIAR
Cítricos, Frutales de Hueso y Pepita, y Olivo	2,5-3 L/Ha y aplicación Cada 3-4 semanas, iniciando las aplicaciones al comienzo de la brotación de primavera, pre-floración, cuajado y primeras fases de desarrollo del fruto
Vid	2,5-3 L/Ha y aplicación Cada 15-20 días en pre-floración y post-cuajado
Hortícolas de Fruto e Industriales	1,5-2 L/Ha y aplicación Cada 15 días cuando el cultivo tiene 2-4 hojas o en trasplante con el cultivo enraizado, pre-floración, cuajado y fases de desarrollo del fruto
Hortícolas de hojas	1,5-2 L/Ha y aplicación Cada 15 días, cuando el cultivo tiene de 2 a 4 hojas
Hortícolas de Bulbos, Raíces o Tubérculos	1,5-2 L/Ha y aplicación Cuando el cultivo tiene 2-4 hojas y 2-3 aplicaciones más cada 2 semanas
Prevención del estrés (Priming)	2,5-3 L/Ha y mes Aplicar desde el inicio de brotación en leñosas y 15 días después del trasplante en hortícolas. Realizar aplicaciones sistemáticas y fraccionadas
Dozas generales	3-10 L/Ha Según desarrollo del cultivo, repitiendo las aplicaciones cada 10-14 días para mantener una respuesta prolongada en el cultivo
Aplicación para la estimulación del Cuajado	3-10 L/Ha Realizar un total de 2-3 aplicaciones antes y después de la floración
Aplicación para evitar la parada de crecimiento en periodos de estrés	3-10 L/Ha Realizar de 2-3 aplicaciones con un intervalo de 10-15 días

En pulverización foliar se recomienda aplicar un volumen de caldo adecuado para mojar las partes verdes del cultivo sin producir goteo.

RECOMENDACIONES DE USO

Phylgreen® se encuentra especialmente recomendado para prevenir situaciones de estrés como enraizamiento, crecimiento, floración, cuajado y maduración de los frutos, y en periodos de condiciones ambientales adversas.

Phylgreen® se absorbe rápidamente por vía foliar y/o radicular, presentando una versatilidad y movilidad total vía Xilema/Floema.

Producto utilizable en Agricultura Ecológica conforme al Reglamento (CE) nº 834/2007 del Consejo, de 28 de Junio de 2007 sobre producción y etiquetado de productos ecológicos y posteriores modificaciones y ampliaciones.

Phylgreen® es un bioestimulante especial de origen natural a base de Extracto Puro de Macroalgas Marinas *Ascophyllum nodosum*.

El exclusivo método de extracción GLT hace de **Phylgreen®** un bioestimulante natural innovador, donde todos sus componentes activos exclusivos mantienen todas sus propiedades de interés agronómico.

UN OCÉANO DE BENEFICIOS

Phylgreen® se obtiene a partir de una recolección artesanal de *Ascophyllum nodosum* en la costa noreste de Irlanda y a través de un sistema de extracción a baja temperatura que nos permite preservar todos los ingredientes activos.

Ascophyllum nodosum es una especie única capaz de crecer en la zona de mareas. *Ascophyllum nodosum* ha desarrollado una amplia gama de ingredientes activos, en cantidad notablemente superior al de otras especies de algas que crecen en zonas con condiciones medioambientales más favorables.

Phylgreen® a diferencia de otros formulados del mercado, es un producto 100% natural que, gracias al exclusivo método de extracción GLT (Gentle & Low Temperature), permite conservar la actividad total de todos sus componentes naturales, obteniendo un Extracto de algas 100% activa.

Gracias a esto, **Phylgreen®** va a permitir una eficacia agronómica óptima, aportando: Alginatos, Manitol, Polifenoles, Fucoidanos, Laminaranos, Antioxidantes y Vitaminas entre otros, que hacen de **Phylgreen®** un producto único.

CARACTERÍSTICAS GENERALES

- Manitol: 1,2% p/p (1,3% p/v)
- Ácido alginico: 2% p/p (2,2% p/v)
- Extracto de algas (*Ascophyllum nodosum*): 100% p/p (110% p/v)
- Presentación: Concentrado Soluble (SL)
- pH (solución líquida): 4
- pH (solución al 1%): 4,7
- Densidad (25° C): 1,06 g/cc
- Conductividad eléctrica (solución al 1%): 0,4 mS/cm
- Arsénico (As) < 50 mg/Kg
- Color: Verde-Marrón.

COMPATIBILIDADES

Phylgreen® es compatible con la mayoría de productos fitosanitarios y fitonutrientes empleados en agricultura, a excepción de aquellos extremadamente alcalinos. No obstante dada la diversidad de los productos ajenos a nuestra compañía que se puedan emplear en diversas mezclas, es necesario realizar una prueba previa de compatibilidad y selectividad de los productos a aplicar.

Phylgreen® y su ficha técnica



Aplicación foliar de productos comerciales 51 días después del trasplante



Campo experimental 62 días después del trasplante



Inflorescencia lista para cosechar 75 días después del trasplante



Campo experimental 78 días después del trasplante



Cosecha 80 días después del trasplante



Inflorescencias de coliflor después de haber sido pesadas y haber calculado su diámetro



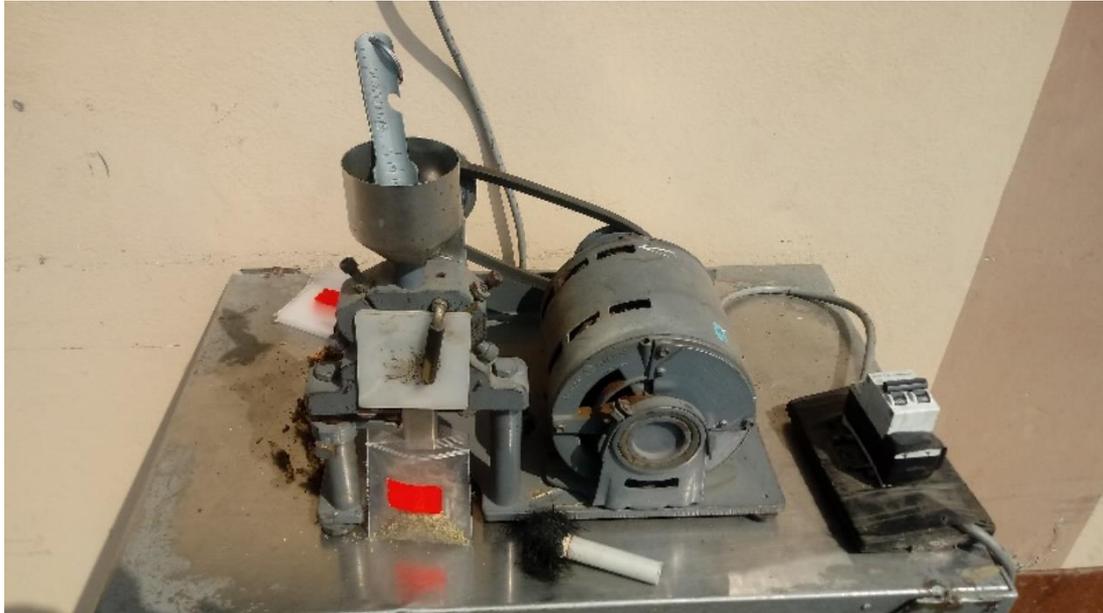
Separación y corte de hojas, tallo e inflorescencia



Muestras colocadas en estufa



Peso seco de hojas



Preparación de muestras para su posterior análisis NPK