

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMÍA



**“FERTILIZACIÓN FOLIAR CON EXTRACTOS DE ALGAS MARINAS
EN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea* L.
var. *Italica* cv. ‘Paraíso’)”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERA AGRÓNOMA**

MARÍA JOSÉ NOÉ SORIA

LIMA – PERÚ

2020

**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

“FERTILIZACIÓN FOLIAR CON EXTRACTOS DE ALGAS MARINAS EN EL
RENDIMIENTO Y CALIDAD DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea* L. var. *Italica* cv.
‘Paraíso’)”

MARÍA JOSÉ NOÉ SORIA

Tesis para optar el Título de:

INGENIERA AGRÓNOMA

Sustentada y Aprobada ante el siguiente jurado:

.....
Ing. Mg. Sc. Gilberto Rodríguez Soto
PRESIDENTE

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

.....
Ing. Mg. Sc. Ruby Antonieta Vega Ravello
MIEMBRO

.....
Ing. Saray Siura Céspedes
MIEMBRO

LIMA - PERÚ

2020

Dedicado a mi familia que con su amor y comprensión me educaron para llegar a ser una persona con valores y principios y quienes aportaron a través de su ejemplo en mi crecimiento profesional y personal.

AGRADECIMIENTOS

A mi mamá que siempre me dio su apoyo incondicional durante toda mi carrera profesional.

A mi asesor, el Ing. Andrés Casas, por su apoyo y asesoría durante la ejecución y redacción de la presente tesis.

A mis amigos, por su apoyo incondicional durante la fase experimental del presente trabajo.

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	2
	2.1 CULTIVO DE BROCOLI.....	2
	2.1.1 Origen.....	2
	2.1.2 Clasificación taxonómica.....	2
	2.1.3 Descripción botánica.....	2
	2.1.4 Requerimientos edafoclimáticos.....	3
	2.1.5 Manejo agronómico del cultivo.....	3
	2.2 ALGAS MARINAS.....	4
	2.2.1 Definición.....	4
	2.2.2 Clasificación.....	4
	2.2.3 Uso en el agricultura.....	5
	2.2.4 Investigaciones con extractos de algas marinas.....	5
III.	METODOLOGÍA.....	7
	3.1 ÁREA EXPERIMENTAL.....	7
	3.1.1 Ubicación.....	7
	3.1.2 Clima.....	7
	3.1.3 Suelo.....	9
	3.2 MATERIALES.....	11
	3.2.1 Cultivar.....	11
	3.2.2 Manejo del cultivo.....	12
	3.2.3 Características de los productos evaluados.....	12
	3.3 MÉTODOS.....	16
	3.3.1 Tratamientos.....	16
	3.3.2 Diseño experimental.....	16
	3.3.3 Análisis estadístico.....	16
	3.3.4 Campo experimental.....	17

3.4 EVALUACIONES.....	17
3.4.1 Evaluaciones agronómicas.....	17
a. Rendimiento.....	17
3.4.2 Evaluaciones biométricas.....	18
a. Diámetro de Inflorescencia.....	18
b. Altura de Inflorescencia.....	18
c. Peso promedio de Inflorescencia.....	18
d. Diámetro de Tallo.....	18
e. Incidencia de Tallo Hueco.....	18
f. Materia seca de Hojas, Tallo e Inflorescencia.....	18
g. Análisis foliar.....	19
h. Área foliar.....	19
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	20
4.1 Evaluaciones agronómicas.....	20
4.1.1 Rendimiento.....	20
4.2 Evaluaciones biométricas.....	21
4.2.1 Diámetro y altura de Inflorescencia.....	21
4.2.2 Peso promedio de Inflorescencia.....	23
4.2.3 Diámetro de Tallo.....	24
4.2.4 Incidencia de Tallo Hueco.....	25
4.2.5 Materia seca de Hojas, Tallo e Inflorescencia.....	26
4.2.6 Análisis foliar.....	27
4.2.7 Área foliar.....	29
V. CONCLUSIONES.....	31
VI. RECOMENDACIONES.....	32
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	33
VIII. ANEXOS.....	37

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Temperatura y Humedad relativa, periodo Agosto 2016 – Octubre 2016. San Vicente, Cañete.....	7
Tabla 2: Análisis físico – químico del suelo (Fundo Don Germán – Cañete).....	10
Tabla 3: Composición química de Phylgreen.....	13
Tabla 4: Composición química de FX Algae.....	14
Tabla 5: Composición química de Biocrop L45.....	15
Tabla 6: Composición química de Fertimar.....	15
Tabla 7: Tratamientos evaluados.....	16
Tabla 8: Medidas del campo experimental.....	17
Tabla 9: Efecto de la aplicación foliar de extractos de algas marinas en el rendimiento del cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i> L. var. Itálica) cv. Paraíso. Cañete 2016.....	21
Tabla 10: Efecto de la aplicación foliar de extractos de algas marinas en el diámetro y altura de inflorescencia del cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i> L. var. Itálica) cv. Paraíso. Cañete 2016.....	22
Tabla 11: Efecto de la aplicación foliar de extractos de algas marinas en el peso promedio de inflorescencia del cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i> L. var. Itálica) cv. Paraíso. Cañete 2016.....	23
Tabla 12: Efecto de la aplicación foliar de extractos de algas marinas en el diámetro de tallo del cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i> L. var. Itálica) cv. Paraíso. Cañete 2016.....	24
Tabla 13: Efecto de la aplicación foliar de extractos de algas marinas en la incidencia de tallo hueco (%) del cultivo de brócoli (<i>Brassica oleracea</i> L. var. Itálica) cv. Paraíso. Cañete 2016.....	25

Tabla 14: Efecto de la aplicación foliar de extractos de algas marinas en la materia seca de hojas, tallo e inflorescencia (%) del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L. var. Itálica) cv. Paraíso. Cañete 2016.....26

Tabla 15: Efecto de la aplicación foliar de extractos de algas marinas en el contenido de Nitrógeno, Fosforo y Potasio en hojas del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L. var. Itálica) cv. Paraíso. Cañete 2016.....28

Tabla 16: Efecto de la aplicación foliar de extractos de algas marinas en el área foliar del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L. var. Itálica) cv. Paraíso. Cañete 2016.....30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Variación de temperatura, periodo Agosto 2016 – Octubre 2016. San Vicente, Cañete.....	8
Figura 2: Variación de humedad relativa, periodo Agosto 2016 – Octubre 2016. San Vicente, Cañete.....	8

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Cronograma de actividades realizadas en el cultivo de brócoli en el Instituto Regional de Desarrollo Costa. Mayo – Octubre 2016.....	37
Anexo 2: Croquis del ensayo	40
Anexo 3: Prueba de normalidad de las variables evaluadas.....	40
Anexo 4: Prueba de homogeneidad de varianzas de las variables evaluadas.....	41
Anexo 5: Análisis de varianza de las variables evaluadas.....	41

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se evaluó cinco fuentes de extractos de algas marinas cuyos nombres comerciales son, Phylgreen, FX Algae, Biocrop L45, QSI KBA2 y Fertimar, aplicados en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) cv. 'Paraíso'. El experimento se desarrolló en la provincia de Cañete – Lima, en el periodo de Agosto – Octubre del año 2016. Se tuvo cinco tratamientos y un testigo (control) en el cual solo se realizó la fertilización NPK sin aplicación de extractos de algas marinas y en los demás tratamientos se realizó la fertilización NPK y la aplicación foliar de extractos de algas marinas en dosis y momentos recomendados en su correspondiente ficha técnica. Se empleó un diseño de bloques completamente al azar. Las variables evaluadas fueron: rendimiento, diámetro, altura y peso de inflorescencia, diámetro de tallo, incidencia de tallo hueco, materia seca de hojas, tallo e inflorescencia, análisis foliar NPK y área foliar. Con la aplicación foliar del producto Fertimar y Biocrop L45 se obtuvo mayores rendimientos de brócoli (11,48 y 11,23 t/ha respectivamente) y fueron estadísticamente diferentes a los obtenidos con la aplicación de los productos QSI KBA2 y FX Algae. Sin embargo; estos resultados no fueron estadísticamente diferentes al testigo (sin aplicación de extractos de algas marinas). El contenido de materia seca en el producto comercial presentó diferencias significativas, el mayor valor se obtuvo con la aplicación del producto Biocrop L45 (10,65%). Así mismo, se presentó diferencias significativas en los resultados de área foliar, con la aplicación del producto QSI KBA2 se obtuvo una medida de 16,23 dm². Finalmente, el mayor valor de contenido de potasio en la masa foliar obtenido fue en el tratamiento con aplicación de FX Algae (396 ppm) 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. *italica* cv. 'Paraíso', aplicación foliar, rendimiento, calidad.

SUMMARY

In this research work, five sources of seaweed extracts whose trade names are Phylgreen, FX Algae, Biocrop L45, QSI KBA2 and Fertimar, applied in the broccoli crop (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) cv. 'Paraiso'. The experiment was developed in the province of Cañete - Lima, in the period of August - October of 2016. There were five treatments and one control in which only NPK fertilization was performed without application of seaweed extracts and in the other treatments NPK fertilization and foliar application of seaweed extracts were performed at recommended doses and times in its corresponding data sheet. A completely randomized block design was used. The variables evaluated were: yield, diameter, height and weight of inflorescence, stem diameter, incidence of hollow stem, dry leaf matter, stem and inflorescence, NPK leaf analysis and leaf area. With the foliar application of the Fertimar and Biocrop L45 product, higher yields of broccoli (11.48 and 11.23 t / ha respectively) were obtained and were statistically different from those obtained with the application of the QSI KBA2 and FX Algae products Nevertheless; These results were not statistically different from the control (without application of seaweed extracts). The dry matter content in the commercial product presented significant differences, the highest value was obtained with the application of the Biocrop L45 product (10.65%). Likewise, there were significant differences in the results of the leaf area, with the application of the QSI KBA2 product, a measure of 16.23 dm² was obtained. Finally, the highest value of potassium content in the leaf mass obtained was in the treatment with application of FX Algae (396 ppm) but this result was not statistically different from the control. The remaining evaluated variables did not show significant statistical differences between the evaluated treatments.

Keywords: Seaweed, *Brassica oleracea* L. var. *italica* cv. 'Paraiso', foliar application, yield, quality.

I. INTRODUCCIÓN

El brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) es una hortaliza de importancia económica a nivel mundial debido a sus valores alimenticios y medicinales. Tanto las hojas como la inflorescencia (florete) tienen un alto valor nutricional por sus contenidos de proteínas, carbohidratos, fibra, calcio y hierro, entre otros. Los últimos descubrimientos lo consideran rico en vitamina A, ácido ascórbico, así como apreciables cantidades de tiamina, riboflavina, niacina, hierro y calcio.

En el Perú la producción de esta hortaliza se concentra principalmente en la Costa central, representado por la región Lima alcanzando el 77 por ciento del total de producción en el año 2017 (INEI, 2018). Sin embargo los rendimientos en nuestro país son bajos. En el año 2017, Perú obtuvo 12,87 t/ha, comparado con China, quien es el mayor productor, que reportó un rendimiento de 19,72 t/ha en el mismo año (FAOSTAT).

En la actualidad la tendencia en la producción orgánica y producción convencional con mínima presencia de residuos ha ido incrementando y con ello el uso de productos orgánicos en la industria de los pesticidas y fertilizantes. Uno de los insumos más utilizados en estas producciones son los extractos de algas marinas, que según estudios científicos realizados en los últimos años, han demostrado que aplicados a los cultivos de frutas, hortalizas y flores, producen mejoras tales como mayores rendimientos, mayor absorción de los nutrientes del suelo, mayor resistencia a algunas plagas, especialmente la araña roja y los áfidos, una mejor germinación de la semilla y mayor resistencia a las heladas (FAO, 2014). Además los extractos de algas marinas contienen una amplia variedad de sustancias promotoras del crecimiento de plantas tales como auxinas, citoquininas, betainas, giberelinas y sustancias orgánicas como aminoácidos, macronutrientes y oligoelementos que mejoran el rendimiento y calidad de los cultivos.

Dado que la aplicación como biofertilizante de los derivados de algas marinas, incrementan el vigor, la defensa y nutrición de las plantas, el objetivo de este estudio fue determinar el efecto de la aplicación foliar de extractos de algas marinas en el rendimiento y calidad del cultivo de brócoli.

II. REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1 CULTIVO DE BROCOLI

2.1.1 Origen

“Su origen es muy antiguo, pues hay referencias históricas sobre su cultivo antes de la Era Cristiana” (Casseres, 1980). “Se considera originario del Oriente Cercano, Asia Menor, Libia, Siria, dentro del Mediterráneo Oriental” (Guillen, 2012). Además, la coliflor y el brócoli derivarían de una especie ancestral de col de las islas del mar Egeo, *Brassica cretica*.

2.1.2 Clasificación taxonómica

Reino: Vegetal

* División: Angiospermas

* Clase: Dicotiledónea

* Sub-clase: Archiclamydea

* Orden: Papaverales

* Familia: Brassicaceae

* Genero: *Brassica*

* Especie: *Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck

2.1.3 Descripción botánica

La raíz del brócoli es pivotante con muchas ramificaciones superficiales. El tallo floral nace de axilas foliares. Las hojas suelen ser de color verde más oscuro que las de la coliflor, más rizadas y más festoneadas, con ligeras espículas, limbo hendido que en la base de la hoja puede dejar a ambos lados del nervio central, pequeños fragmentos de limbo foliar a modo de foliolos. Las hojas suelen ser más pecioladas que las de la coliflor y aunque erectas, se forman más horizontalmente y abiertas. Sin embargo, en algunos cultivares de coliflor se pueden distinguir características similares. Las flores son amarillas, sobre inflorescencias racemosas, de polinización alógama y la fructificación se produce en silicuas. Las semillas son redondeadas de color parduzco (Guillen, 2012).

2.1.4 Requerimientos edafoclimáticos

Según Casseres (1980), el brócoli es una hortaliza de clima fresco o templado, requiere bastante humedad, pero bajo ciertas condiciones se dan en climas que tienden a ser cálidos. El promedio mensual óptimo de temperatura para esta Brassica es de 15 a 18°C, con máximas medias de 23°C y mínimas promedio de 5°C para el mejor crecimiento y calidad. Las temperaturas mayores a las óptimas pueden causar un desarrollo muy rápido de los botones florales, reduciendo la calidad del producto, el brócoli puede mostrar los pétalos amarillos de las flores que se abren. La temperatura óptima del suelo para germinación de la semilla es de 26 a 30°C, a cuyas temperaturas normalmente germina y aparece la plántula sobre la tierra en 3 ó 4 días. A temperaturas menores tarda más tiempo.

También refiere que en cuanto al tipo de suelo no hay mucha exigencia, se utilizan desde los suelos arenosos a los orgánicos. Requiere un pH entre 5,5 y 6,5.

2.1.5 Manejo agronómico del cultivo

El terreno debe ser trabajado profundamente, por lo que resulta apropiada una labor de subsolador, que no baje de los 50 cm. Luego del subsolador, una labor de vertedera de 40cm. Posteriormente las complementarias de grada o cultivador necesarias para dejar el suelo bien mullido (Sobrino, 1989).

La siembra se realiza en almácigos, los que se hacen en suelos mullidos enriquecidos con materia orgánica, para luego trasplantar las plántulas cuando alcancen de 12 – 15 cm de longitud ó 4 – 5 hojas verdaderas. El periodo de crecimiento en almacigo es de 35 – 49 días pudiendo acortarse hasta 25 a 30 días de edad para nuestro medio (Castaños, 1993).

El brócoli es un cultivo que requiere un alto nivel de materia orgánica, que se incorporará un mes o dos antes de la plantación a base de estiércol. Se complementa con un abonado mineral de fondo en el que el nitrógeno es fundamental (Sobrino, 1989).

Los riegos deben ser frecuentes y ligeros al inicio del cultivo y posteriormente distanciados y pesados. La falta de agua reducirá el tamaño de la cabeza,

retrasará la maduración y disminuirá la calidad. Es importante mantener la humedad del terreno en la mitad superior del rango de humedad disponible.

“Para la cosecha de brócoli se utilizan dos indicadores físicos: el tiempo y el diámetro y/o firmeza de la parte comestible” (Valadez, 1994).

Se inicia entre los 55 a 65 días después del trasplante, cuando la inflorescencia ha alcanzado su máximo tamaño (18 – 25 cm) y la cabeza este lo más firme y compacta posible. La cosecha se efectúa en forma manual cortando la inflorescencia con 8 – 10 cm de tallo. La frecuencia de cosecha está determinada por el clima y el cultivar, durando un total de dos a tres semanas y con una frecuencia de corte de dos a tres días (Toledo, 1993).

2.2 ALGAS MARINAS

2.2.1 Definición

Las algas marinas son plantas talofitas (organismo que carecen de raíz, tallo, hojas), unicelulares o pluricelulares, que viven preferentemente en el agua, tanto dulce como marina, y que en general están provistas de clorofila, acompañada en ocasiones de otros pigmentos de colores variados que enmascaran a esta; el talo de las algas pluricelulares tiene forma de filamento, de cinta o de lámina y puede ser ramificado (Robledo citado por Méndez, 2014).

2.2.2 Clasificación

Según la FAO (2014) se pueden clasificar las algas en tres amplios grupos basándose en su pigmentación: pardas, rojas y verdes, que reciben los nombres botánicos de feofíceas, rodofíceas y clorofíceas, respectivamente. Las algas pardas suelen ser grandes, con longitudes que varían desde los 20 metros, que frecuentemente alcanza el cochayuyo, hasta los dos a cuatro metros de las algas gruesas y correosas o hasta los 30 – 60 cm de especies menores. Las algas rojas suelen ser menores, con una longitud de unos pocos centímetros a un metro aproximadamente, pero no siempre son rojas, ya que a veces tienen color púrpura, o incluso un rojo pardo, pero los botánicos las clasifican como Rodofitáceas por otras características. Las algas verdes son también pequeñas y su longitud es parecida a la de las rojas. Se suele llamar también a las algas macroalgas, para distinguirlas de las microalgas (Cyanophyceae), que tienen

un tamaño microscópico, frecuentemente unicelular y suelen llamarse algas azules – verdes las cuales florecen a veces y contaminan los ríos y cursos de agua.

2.2.3 Uso en el agricultura

El uso de algas como fertilizantes se remonta, al menos, al siglo XIX. Lo iniciaron los habitantes de las costas, que recogían las algas arrancadas por la resaca, normalmente algas pardas grandes, y las echaban en sus terrenos. A comienzos del siglo XX, se desarrolló una pequeña industria basada en el secado y la molienda de algas arrastradas principalmente por la resaca, pero se debilitó con la llegada de fertilizantes químicos sintéticos. Hoy en día, al aumentar la popularidad de la agricultura orgánica, se está revitalizando algo esta industria, pero no en gran escala (FAO, 2014).

“Y en años recientes, las fuentes naturales de nutrientes de plantas y los promotores naturales del crecimiento han recuperado su respeto en muchas aplicaciones por medio de una investigación intensiva y programas de desarrollo” (Navarro, Navarro, 2014).

2.2.4 Investigaciones con extractos de algas marinas

Según Blaine y Crouch y Van Staden citados por Canales (2001) el incremento en los rendimientos y la buena calidad de los frutos como efecto del uso de las algas marinas y/o sus derivados en la agricultura, se debe a que las algas marinas contienen: todos los elementos mayores, todos los elementos menores y todos los elementos traza en las plantas; además 27 sustancias naturales reportadas hasta ahora cuyos efectos son similares a los de los reguladores de crecimiento de las plantas; vitaminas, carbohidratos, proteínas, sustancias biocidas que actúan contra algunas plagas y enfermedades, y agentes quelatantes como ácidos orgánicos y manitol.

Canales (2001) afirma que si el proceso para obtener sus productos derivados es el adecuado, los microorganismos que viven asociados con las algas marinas permanecen viables, se propagan donde se aplican, emiten más enzimas, y esta es la razón del porqué, al usar algas marinas y/o sus derivados en la agricultura se aporta un complejo enzimático extra, diverso y cuantioso que efectúa cambios en las plantas y en el suelo que sin ellos no toman lugar. Además estas

enzimas refuerzan en las plantas su sistema inmunitario (más defensa) y su sistema alimentario (más nutrición) y activan sus funciones fisiológicas (más vigor).

Los derivados de algas contienen microorganismos como cianobacterias o cianofitas, microalgas azul – verde que ya sea que se apliquen foliarmente o al suelo, fijan el nitrógeno del aire (Canales y Martinez citados por Canales 2001).

Existen muchos estudios del uso de algas marinas en diversos cultivos, Selvam y Sivakumar, citados por Mendez (2014) mencionan que la aplicación por pulverización foliar de extractos líquidos de algas marinas rojas (*Hypnea musciformis*, Wulfen) Lamouroux (*H. musciformis*) a una concentración del 2% maximizan el crecimiento y rendimiento del cultivo de maní (*Arachis hypogaea* L.), así como aumentan el contenido en clorofila en las hojas.

Abetz y Young citados por Canales (1999) “en su estudio en coliflor observaron que se incrementó el diámetro de la flor significativamente”.

Un trabajo publicado por Zhang y Ervin (2004) demostraron por primera vez la presencia de citoquininas en los extractos de algas y que su aplicación induce a un aumento de la concentración endógenas del nivel de citoquininas, lo que posiblemente es la base de la mejora contra sequía de la hierba estudiada ‘Bentgrass’.

III. METODOLOGÍA

3.1 ÁREA EXPERIMENTAL

3.1.1 Ubicación

El presente trabajo de investigación se realizó en el Fundo Don German ubicado en el Km 145 de la Antigua Panamericana Sur distrito y provincia de Cañete, departamento de Lima.

Coordenadas geográficas:

- Latitud: 13° 05' 00'' S
- Longitud: 76° 24' 00'' O
- Altitud: 40 m.s.n.m.

3.1.2 Clima

En la Tabla 1 se presenta el resumen de los datos meteorológicos obtenidos de la Estación Meteorológica del Fundo Don German, Cañete. Como se observa, durante el desarrollo del cultivo, las temperaturas promedio oscilaron entre 16.60°C y 18.04 °C, además se tuvo temperatura mínima de 16.46 °C correspondiente al mes de agosto y máxima de 18.21 °C correspondiente al mes de octubre (Figura 1). Estos valores se encuentran dentro del rango óptimo de temperaturas para el desarrollo del cultivo de brócoli.

También se puede observar que la humedad relativa varió entre 83.28% y 86.22%, correspondientes a los meses de octubre y agosto respectivamente (Figura 2).

Tabla 1: Temperatura y Humedad relativa, periodo Agosto 2016 – Octubre 2016. San Vicente, Cañete

Año	Mes	Temperatura (°C)			Humedad Relativa (%)
		Promedio	Máxima	Mínima	
2016	Agosto	16.60	16.75	16.46	86.22
	Setiembre	17.16	17.32	17.00	85.25
	Octubre	18.04	18.21	17.87	83.28

Fuente: Estación Meteorológica del Fundo Don German, Cañete

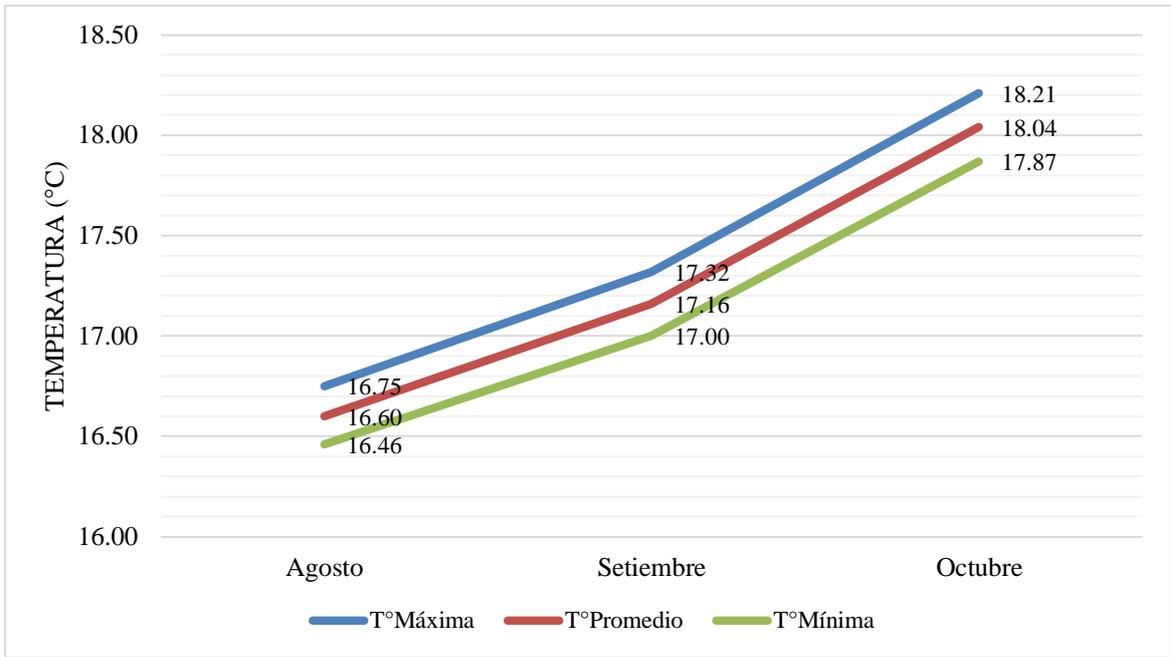


Figura 1: Variación de temperatura, periodo Agosto 2016 – Octubre 2016. San Vicente, Cañete

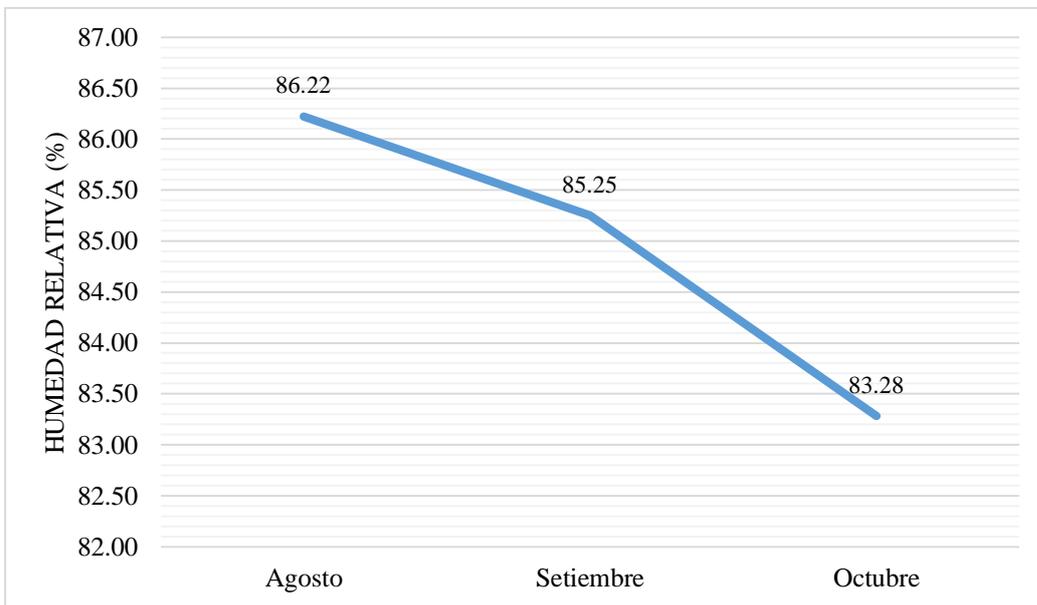


Figura 2: Variación de humedad relativa, periodo Agosto 2016 – Octubre 2016. San Vicente, Cañete

3.1.3 Suelo

Se realizó el análisis de la muestra de suelo en el Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina. En la Tabla 2 se presenta el resultado del análisis en donde se detallan las principales características físicas y químicas del suelo del área experimental.

El suelo es de textura franco arenosa, este se caracteriza por tener moderada retención de humedad y buena aireación. Presenta un pH de 7,70 el cual es ligeramente alcalino y se encuentra dentro del rango óptimo para el desarrollo del cultivo de brócoli. La conductividad eléctrica es de 3,38 dS/m lo cual nos indica que es un suelo ligeramente salino. El porcentaje de carbonatos fue de 0,0 %, materia orgánica de 1,48 %, lo cual es bajo, el contenido de fosforo disponible fue alto, 21,5 ppm y de potasio disponible medio, 231 ppm.

La capacidad de intercambio catiónico (CIC) fue de 15,52 meq/100g el cual corresponde a un rango medio. Cationes cambiabiles, calcio 13,1 meq/100mg, magnesio 1,73, potasio 0,59, sodio 0,10 y aluminio más hidrogeno, 0,00 meq/100mg. Estos resultados indican que las condiciones edafoclimáticas fueron buenas para el cultivo de brócoli en esta investigación.

Tabla 2: Análisis físico – químico del suelo (Fundo Don German – Cañete)

pH (1:1)	C.E. (1:1)	CaCO ₃	M.O.	P	K	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
						Arena	Limo	Arcilla			Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ +			
	dS/m	%	%	ppm	ppm	%	%	%		meq/100g								
7.70	3.38	0.00	1.48	21.5	231	53	29	18	Franco Arenosa	15.52	13.1	1.73	0.59	0.10	0.00	15.52	15.52	100

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Agua y Fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina. 2016

3.2 MATERIALES

3.2.1 Cultivar

El material que se empleó para esta investigación fue el cultivar ‘Paraíso’. Sus características son las siguientes (American Takii, 2016):

Descripción: Hábito vigoroso de la planta en posición vertical, consistentemente produce cabezas con la cúpula suave y fino a mediano, perlas de color verde oscuro.

Madurez: La siembra de primavera: 87 a 100 días; siembra de verano de 85 días.

Variedades comparables: Patrón, Imperial (interior), Herencia (costera).

Características culturales: Uniforme para el tipo y la madurez, tolerancia fuerte en campo para tallo hueco y perla marrón para la cosecha de verano en el interior de la costa. Mejor sembrar en la primavera y el verano, de verano a otoño la cosecha es de cinco a seis pulgadas de separación.

Mercado: El más adecuado para el consumo fresco, empaquetado y floretes. Es especialmente adecuado para el procesamiento de floretes porque sus floretes tienden a mantener su forma sin que se desmorone.

Adaptabilidad: Costa de EE.UU. occidental, verano estacional, otoño.

Características:

- Cúpula lisa, medio-alto.
- Perlas uniformes y compactas.
- Tallo de tamaño mediano.
- Madurez uniforme.
- Vigoroso, marco de la planta en posición vertical.

Beneficios:

- Atractivo al consumidor.
- Buen peso de cosecha.
- Tolerancia en campo de tallo hueco.
- Costo de cosecha efectivo.

Reducida la exposición de cabeza al sol / perla café.

3.2.2 Manejo del cultivo

Se inició con la preparación de terreno el cual consistió en labores de gradeo y nivelado. El sistema de riego utilizado fue por goteo. La siembra en almacigo se realizó el día 16 de julio, se fertilizó con fosfato diamónico y se aplicó un fungicida e insecticidas 15 días después de la siembra, los productos utilizados fueron: Abamex, Beta-baytroide y Antracol. Previo al trasplante, se realizó la aplicación de herbicida e insecticidas al suelo, los productos usados fueron: Exploit y Syl-70.

El trasplante se realizó un mes posterior a la siembra. El sistema de siembra en campo definitivo fue de surco doble, el distanciamiento fue de 45 cm entre planta y planta y 0,9 m entre surcos.

Se realizaron fertirriegos interdiarios de nitrato de amonio, nitrato de potasio y ácido fosfórico, hasta 15 días antes del inicio de cosecha.

Las aplicaciones fitosanitarias se realizaron según la incidencia de plagas. La plaga con mayor presencia fue *Prodiplosis longifolia*. Los productos utilizados durante el cultivo fueron: Tifon, Lorsban, Exploit, Zuker, Skirla, Misil, Monofos y Abamex.

Respecto a labores culturales, el desbrote se efectuó en dos momentos, el primero a los 30 días después del trasplante, y el segundo a los 15 días después del primer desbrote. El deshierbo se realizó en forma manual, y el aporque se realizó a los 45 días después del trasplante, con el uso de lampas.

La cosecha se inició a los 74 días después del trasplante del cultivo. Se realizaron dos cosechas, la segunda a los 77 días después de trasplante. Las inflorescencias fueron separadas según su distribución por bloque y tratamiento para su respectiva evaluación.

En el Anexo 1 se resumen las labores del cultivo realizadas durante el ensayo.

3.2.3 Características de los productos evaluados

Phylgreen – Fertitec

Es un bionutriente especial de origen natural a base de extracto puro de macroalgas 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 excelentes efectos sobre, el proceso germinativo vegetal, el crecimiento de las raíces y la formación de raíces adventicias, el crecimiento de los brotes y hojas, floración y cuajado de frutos, desarrollo del fruto y la calidad y el desarrollo y crecimiento de tubérculos.

Phylgreen se comporta como un supresor de estrés ambiental (salinidad, sequía, heladas) a través de osmoprotectores y activadores. Además aumenta la tolerancia de los cultivos al ataque de enfermedades y aumenta el nivel de fotoasimilados en la planta, incrementando el contenido de materia seca en los cultivos (Tradecorp, 2016).

Tabla 3: Composición química de Phylgreen

Componente	Cantidad (%p/p)
Extracto puro de algas	44,5%
Extracto seco de algas	6,6%
Aminoácidos libres	11%
Nitrógeno	3,9%
Materia orgánica	26,4%

Fuente: Agrotterra, 2016

FX Algae – Farmex

Extracto concentrado de alga natural marina *Durvilea antarctica*, complementado con nutrientes y aminoácidos.

Este producto actúa como un activador del metabolismo general de las plantas y promueve el crecimiento vegetativo (activación foliar), procesos vinculados al desarrollo (floración y fructificación), el desarrollo y la calidad de frutos, la recuperación de aquellos cultivos afectados por sequía, heladas, granizo, plagas y enfermedades (Farmex, 2016).

Tabla 4: Composición química de FX Algae

Componente	Cantidad
Nitrógeno	6%
Fosforo	3%
Potasio	5%
Magnesio	0,3%
Hierro	
Cobre	
Molibdeno	Trazas
Zinc	
Aminoácidos	Alanina, Glicina, Valina, Treonina, Serina, Leucina, Isoleucina, Prolina, Cisterna, Hidroxiprolina, Metionina, Acido aspártico, Fenilalanina, Acido glutámico, Lisina, Tirosina, Arginina, Histidina.
Carbohidratos y vitaminas	Glucosa, Manosa, Fructosa, Xilosa, Galactosa. Vitamina A, B1, B2, C, Carotenos, Acido pantotenico, Biotina, Ácido fólico, Ácido nicotínico.

Fuente: Farmex, 2016

Biocrop L45 – Servalesa Perú

Es una solución acuosa a base de una elevada concentración de extracto de algas y microelementos parcialmente complejados con ácido glucónico y presencia de compuestos naturales (Servalesa Perú, 2016). Este producto tiene acción como activador de la producción, tanto en la cantidad como, especialmente, en la calidad, extendiendo su actividad más allá de la recolección, mejorando la estabilidad de la cosecha durante el almacenamiento. Potencia y adecúa el papel de los fertilizantes, macro y micronutrientes, extrayendo de cada uno el máximo valor. También potencia el papel de las fitohormonas naturales como transductores de señales para activar respuestas

de defensa frente al estrés interno provocado por los eventos naturales y frente al estrés externo. Contribuye notablemente en las respuestas de aumento de tolerancia frente al estrés abiótico (Dissagro, 2016).

Tabla 5: Composición química de Biocrop L45

Componente (Soluble en agua)	Cantidad
Boro	0,25%
Cobalto	0,02%
Hierro	0,5%
Manganeso	0,7%
Molibdeno	0,05%
Zinc	0,5%

Fuente: Servalesa Perú, 2016

Fertimar – PSW

Es un bioestimulante foliar 100% orgánico a base de algas marinas compuesto por macronutrientes, micronutrientes quelatados naturalmente, protohormonas (giberelinas, auxinas y citoquininas), proteínas, betainas, vitaminas, carbohidratos y aminoácidos libres. La acción bioestimulante apoya a mejorar los procesos fisiológicos de la planta, logrando un uso eficiente de los nutrientes en los distintos procesos como, fotosíntesis, síntesis de proteínas, carbohidratos, etc. (PSW Peruvian seaweeds, 2016).

Tabla 6: Composición química de Fertimar

Componente	Cantidad
Materia orgánica	71 – 79%
Nitrógeno total	1,3 – 1,7 %
Fosforo disponible	0,5 – 1,0%
Potasio soluble	7,3 – 7,8%
Calcio	1,2 – 2,1%
Magnesio	0,7 – 1,2%
Cobre	2 ppm
Boro	133 ppm
Manganeso	9 ppm
Zinc	13 – 15 ppm

Fuente: PSW Peruvian seaweeds, 2016

3.3 MÉTODOS

3.3.1 Tratamientos

Se estudió cinco productos diferentes a base de extractos de algas marinas los cuales son; Phylgreen, FX Algae, Biocrop L45, QSI KBA2 y Fertimar.

Se realizaron tres aplicaciones foliares, la primera una semana después del trasplante y las siguientes con un intervalo de 15 días. 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 la Tabla 7.

Tabla 7: Tratamientos evaluados

Tratamientos	Producto	Dosis	Procedencia
Testigo	-	Sin aplicación.	-
Tratamiento 1	Phylgreen	30ml/20L	Fertitec
Tratamiento 2	FX Algae	50ml/20L	Farmex
Tratamiento 3	Biocrop L45	50ml/20L	Servalesa Perú
Tratamiento 4	QSI KBA2	50ml/20L	Quimica Suiza
Tratamiento 5	Fertimar	24g/20L	PSW

3.3.2 Diseño experimental

Se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con seis tratamientos y cuatro repeticiones. Se empleó como pruebas estadísticas, el Análisis de Variancia y la prueba de medias de Duncan al cinco por ciento para la comparación de medias entre tratamientos.

Para el análisis de variancia y la prueba comparación de medias, se utilizó el programa estadístico R (Versión 3.3).

3.3.3 Análisis estadístico

El modelo aditivo lineal para el presente experimento es:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij} \quad i = 1,2,3,4,5,6 \quad j = 1,2,3,4$$

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 el j-ésimo bloque.

3.3.4 Campo experimental

A continuación en la Tabla 8 se muestran en detalle las características del campo experimental.

Tabla 8: Medidas del campo experimental

Unidad experimental (parcelas)	
Número de parcelas	24
Largo de parcela	5 m
Ancho de parcela	4,8 m
Área de parcela	24 m ²
Bloques	
Número de bloques	4
Largo de bloque	28,8 m
Ancho de bloque	5 m
Área total de bloques	576 m ²
Calles entre bloques	
Área total de calles (28,8m x 4m)	115,2 m ²
Área Total experimental	
Área total experimental	691,2 m ²

3.4 EVALUACIONES

3.4.1 Evaluaciones agronómicas

a. Rendimiento

Hubo dos cosechas, en cada una de ellas se contó y pesó el total del producto cosechado por cada unidad experimental.

3.4.2 Evaluaciones biométricas

a. **Diámetro de Inflorescencia**

Se tomó 10 muestras al azar del producto comercial de la primera cosecha en cada unidad experimental. Luego con ayuda de un vernier se procedió a medir el diámetro de la inflorescencia.

b. **Altura de Inflorescencia**

Se tomó 10 inflorescencias al azar en la primera cosecha de cada unidad experimental. Luego con ayuda de un vernier se procedió a medir la altura de la inflorescencia.

c. **Peso promedio de Inflorescencia**

Se tomó 10 inflorescencias al azar en la primera cosecha de cada unidad experimental y se pesaron en una balanza.

d. **Diámetro de Tallo**

Se tomó 10 inflorescencias al azar en la primera cosecha de cada unidad experimental. Con ayuda de un vernier se procedió a medir el diámetro del tallo en la zona de corte.

e. **Incidencia de Tallo Hueco**

Se tomó 10 inflorescencias al azar en la primera cosecha de cada unidad experimental. Se evaluó la incidencia de tallo hueco en cada una de las muestras.

f. **Materia seca de Hojas, Tallo e Inflorescencia**

A la cosecha, se tomó una planta al azar por cada unidad experimental, se separó en hojas, tallo e inflorescencia y se registró el peso de biomasa verde de cada uno de los órganos. Luego se colocaron en bolsas de papel y se llevaron a estufa a 70 °C por 48 horas a fin de obtener el peso seco y con la siguiente fórmula se determinó el valor correspondiente:

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

g. Análisis foliar

Se tomó la muestra de materia seca de hojas de cada unidad experimental. Luego se pesó y molió toda la muestra y se llevó al Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Agua y Fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina para determinar la concentración de N, P y K presente en las muestras.

h. Área foliar

Se evaluó una planta al azar por cada unidad experimental. Se tomó una hoja de los tercios superior, medio e inferior de cada planta. Con ayuda de un sacabocado de diámetro conocido, se cortaron discos y se pesaron. Luego se pesó el total de hojas de la planta evaluada. El cálculo del área foliar se determinó por una regla de tres simple.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Evaluaciones agronómicas

4.1.1 Rendimiento

En la Tabla 9 se resumen los rendimientos obtenidos en cada uno de los tratamientos evaluados en el presente ensayo. Los valores oscilaron entre 9,57 y 11,48 t/ha. El mayor rendimiento se observó en el tratamiento con aplicación de Fertimar y el menor en el tratamiento con aplicación de FX Algae. Según el análisis estadístico, si existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados.

Coronado (2015) evaluó el efecto de los productos Biogen y Fertimar con 4 dosis en el cultivo de brócoli. En su investigación, al comparar los valores de rendimiento entre las formulaciones de ambos productos y el testigo (sin aplicación de bioestimulantes), obtuvo que solo el producto Biogen con dosis de 800 ml/ha fue estadísticamente superior al testigo. El tratamiento de Fertimar con dosis de 800 g/ha, a pesar de ser mayor a la dosis recomendada por su casa comercial de 250 a 500 g/ha, no tuvo efectos positivos significativos para el rendimiento de este cultivo.

Vargas (2019) al evaluar distintos abonos orgánicos, como gallinaza, biol, extractos de algas marinas (Algaenzims, dosis: 0,5 L/ha), purín, aplicados al cultivo de brócoli, y sin aplicación de fertilizantes inorgánicos, obtuvo rendimientos entre 5,61 y 4,36 t/ha y no encontró diferencias significativas de rendimiento entre sus tratamientos.

Asimismo, Layten (2015) quien evaluó “la aplicación de diferentes fuentes de extractos de algas marinas en el cultivo de alcachofa, no tuvo diferencias significativas de los valores de rendimiento entre sus tratamientos”.

Si bien el análisis estadístico indica que si existen diferencias significativas, la prueba de Duncan muestra que, los tratamientos con la aplicación de los productos Fertimar y Biocrop L45 son similares al testigo (sin aplicación foliar

de algas marinas). Según estos resultados, aparentemente la aplicación foliar de extractos de algas marinas no tiene un efecto importante significativo para el incremento de los rendimientos de este cultivo comparado a la fertilización inorgánica convencional.

Tabla 9: Efecto de la aplicación foliar de extractos de algas marinas en el rendimiento del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *Itálica*) cv. Paraíso. Cañete 2016

Tratamientos	Rendimiento Total (t/ha)
Testigo	10,93 abc
Phylgreen	9,83 bc
FX Algae	9,57 c
Biocrop L45	11,23 ab
QSI KBA2	9,59 c
Fertimar	11,48 a
Promedio	10,44
ANVA	**
C.V. (%)	12,18

*Medias con letras iguales no difieren estadísticamente entre si según la prueba de Duncan al 5%
n.s: no significativo

** Significativo

4.2 Evaluaciones biométricas

4.2.1 Diámetro y altura de Inflorescencia

Para el diámetro de inflorescencia los valores variaron entre 17,14 y 18,02 cm. El mayor valor se obtuvo en el tratamiento con aplicación de Fertimar y el menor con el testigo (sin aplicación). En cuanto a la altura de inflorescencia, los resultados oscilaron entre 12,25 y 12,88 cm, presentando el mayor valor en el tratamiento con aplicación de FX Algae y el menor en el testigo. Sin embargo, según el análisis estadístico no existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados en estas dos variables. En la Tabla 10 se resumen los resultados obtenidos por tratamiento.

Vargas (2019) evaluó la aplicación de diferentes fuentes de abonos orgánicos en el cultivo de brócoli, entre ellos utilizó el producto Algaenzims (0,5 L/ha)

aplicado en suelo y hojas. En su investigación encontró que los valores del diámetro de inflorescencia de todos los tratamientos fueron similares pero a su vez estadísticamente diferentes al testigo (sin aplicación de abonos y fertilizantes inorgánicos).

Al contrario, Mendoza (2004) al evaluar “la aplicación foliar de dos fuentes de bioestimulantes y ácidos húmicos en brócoli, no encontró diferencias estadísticas significativas entre sus tratamientos, respecto a los valores de diámetro y altura de inflorescencia”.

Asimismo, Layten (2015), al evaluar “diferentes fuentes de extractos de algas marinas en el cultivo de alcachofa, tampoco encontró diferencias estadísticas significativas en los valores del diámetro y altura de capítulo entre sus tratamientos”.

Tabla 10: Efecto de la aplicación foliar de extractos de algas marinas en el diámetro y altura de inflorescencia del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *Itálica*) cv. Paraíso. Cañete 2016

Tratamientos	Diámetro de Inflorescencia (cm)	Altura de Inflorescencia (cm)
Testigo	17,14 a	12,25 a
Phylgreen	17,58 a	12,62 a
FX Algae	17,84 a	12,88 a
Biocrop L45	17,77 a	12,84 a
QSI KBA2	17,40 a	12,46 a
Fertimar	18,02 a	12,44 a
Promedio	17,62 a	12,58 a
ANVA	n.s.	n.s.
C.V. (%)	3,71	4,61

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

n.s.: no significativo

** Significativo

Según los resultados obtenidos, no existe evidencia estadística para afirmar que la aplicación de extractos de algas marinas tiene una influencia significativa para el diámetro y altura de inflorescencia de brócoli. La razón podría ser que estas características son propias de cada cultivar y al parecer difícilmente influenciado por factores nutricionales.

4.2.2 Peso promedio de Inflorescencia

El peso promedio de inflorescencia varió entre 0,84 y 0,96 kg (Tabla 11). El mayor valor se obtuvo en el tratamiento con Biocrop L45 y el menor en el tratamiento testigo. Sin embargo no hubo diferencias significativas entre las medias de los tratamientos.

Tabla 11: Efecto de la aplicación foliar de extractos de algas marinas en el peso promedio de inflorescencia del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *Itálica*) cv. Paraíso. Cañete 2016

Tratamientos	Peso de Inflorescencia (kg)
Testigo	0,84 b
Phylgreen	0,87 ab
FX Algae	0,93 ab
Biocrop L45	0,96 a
QSI KBA2	0,86 ab
Fertimar	0,91 ab
Promedio	0,89
ANVA	n.s.
C.V. (%)	7,81

*Medias con letras iguales no difieren estadísticamente entre si según la prueba de Duncan al 5%
n.s.: no significativo

** Significativo

Coronado (2015) obtuvo que el tratamiento con Fertimar aplicado en dosis de 800 g/ha superó significativamente el peso promedio de inflorescencia frente al testigo. Cabe mencionar que la dosis de este tratamiento es casi el doble a la dosis recomendada por su casa comercial.

Además, en la investigación de Vargas (2019), “el tratamiento con la aplicación del producto Algaenzims (0,5 L/ha) en suelo y hojas, no presentó diferencias estadísticas significativas en cuanto al peso promedio de inflorescencias”.

Estos resultados indican que los extractos de algas marinas empleados en esta investigación no incrementan el peso promedio de inflorescencias. Por lo que podemos indicar que las condiciones edafoclimáticas en las cuales se desarrolló el cultivo fueron óptimas, por ello la aplicación foliar de extractos de algas marinas no tuvo una influencia significativa en esta variable.

4.2.3 Diámetro de Tallo

En cuanto al diámetro de tallo, los resultados oscilaron entre 5,05 y 5,30 cm. Tal como se observa en la Tabla 12, el mayor valor se obtuvo en el testigo (sin aplicación foliar de extractos de algas marinas) y el menor en el tratamiento con QSI KBA2. Sin embargo, no hubo diferencias estadísticas significativas entre las medias de los tratamientos evaluados.

Tabla 12: Efecto de la aplicación foliar de extractos de algas marinas en el diámetro de tallo del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *Itálica*) cv. Paraíso. Cañete 2016

Tratamientos	Diámetro de Tallo (cm)
Testigo	5,30 a
Phylgreen	5,17 a
FX Algae	5,19 a
Biocrop L45	5,07 a
QSI KBA2	5,05 a
Fertimar	5,19 a
Promedio	5,16
ANVA	n.s.
C.V. (%)	3,96

*Medias con letras iguales no difieren estadísticamente entre si según la prueba de Duncan al 5%
n.s.: no significativo

** Significativo

Al respecto, Valdez (2012) obtuvo valores estadísticamente similares en todos sus tratamientos para la variable diámetro de tallo, al evaluar 3 diferentes bioestimulantes aplicados foliarmente en el cultivo de brócoli.

Asimismo, Mendoza (2004), respecto a la variable diámetro de tallo, tampoco encontró diferencias estadísticas significativas entre sus tratamientos con aplicación de bioestimulantes y ácidos húmicos en brócoli.

De acuerdo a los resultados obtenidos, al parecer la aplicación foliar de extractos de algas marinas no influyen en el incremento del diámetro de tallo en el cultivo de brócoli ya que el cultivo fue desarrollado bajo condiciones edafoclimáticas óptimas.

4.2.4 Incidencia de Tallo Hueco

En la Tabla 13 se resumen los resultados obtenidos en esta variable evaluada.

Tabla 13: Efecto de la aplicación foliar de extractos de algas marinas en la incidencia de tallo hueco (%) del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *Itálica*) cv. Paraíso. Cañete 2016

Tratamientos	Incidencia de Tallo Hueco (%)
Testigo	45,00 a
Phylgreen	52,50 a
FX Algae	27,50 a
Biocrop L45	45,00 a
QSI KBA2	52,50 a
Fertimar	53,33 a
Promedio	45,97
ANVA	n.s.
C.V. (%)	26,00

*Medias con letras iguales no difieren estadísticamente entre si según la prueba de Duncan al 5%
n.s.: no significativo

** Significativo

Los resultados de la incidencia de tallo hueco variaron entre 27,50 y 53,33%. El mayor valor se obtuvo en el tratamiento con aplicación del producto

Fertimar y el menor valor en el tratamiento con aplicación del producto FX Algae.

Según Jaramillo et al (2016), “el desorden denominado tallo hueco presentado en el cultivo de brócoli, se encuentra asociado a las altas temperaturas, combinado con altos niveles de fertilización nitrogenada, densidades de población bajas y deficiencia de boro”.

Como se puede observar en la Tabla 13, no existe evidencia estadística para afirmar que, la aplicación foliar de extractos de algas marinas influye en la incidencia de este desorden en el cultivo de brócoli.

4.2.5 Materia seca de Hojas, Tallo e Inflorescencia

Como se puede observar en la Tabla 14, La materia seca de hojas y tallos no presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados. Al contrario, la variable materia seca de inflorescencia, si presentó diferencias significativas.

Tabla 14: Efecto de la aplicación foliar de extractos de algas marinas en la materia seca de hojas, tallo e inflorescencia (%) del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *Itálica*) cv. Paraíso. Cañete 2016

Tratamientos	Porcentaje de Materia seca (%)		
	Hojas	Tallos	Inflorescencias
Testigo	8,79 ab	6,10 a	8,14 bc
Phylgreen	9,54 ab	6,07 a	9,69 ab
FX Algae	10,38 a	5,74 a	7,07 c
Biocrop L45	8,37 b	6,15 a	10,65 a
QSI KBA2	8,68 ab	5,33 a	9,06 abc
Fertimar	8,96 ab	6,05 a	7,89 c
Promedio	9,12	5,91	8,75
ANVA	n.s.	n.s.	**
C.V. (%)	12,14	10,70	19,21

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

n.s.: no significativo

** Significativo

Respecto a la materia seca de hojas, los resultados variaron entre 8,37 y 10,38%. El mayor valor se encontró en el tratamiento con FX Algae y el menor valor con Biocrop L45. Los resultados encontrados en la materia seca de tallos variaron entre 5,33 y 6,15% encontrados en los tratamientos QSI KBA2 y Biocrop L45 respectivamente. En las inflorescencias, los resultados oscilaron entre 7,07 y 10,65%, siendo el mayor valor encontrado con el tratamiento de aplicación de Biocrop L45 y el menor con FX Algae.

Coronado (2015), encontró diferencias significativas frente al testigo (sin aplicación de bioestimulantes), solo con el tratamiento de aplicación foliar del producto Biogen a dosis de 800 ml/ha en materia seca de planta. Las demás formulaciones de los productos Biogen y Fertimar (extracto de algas marinas) tuvieron resultados similares frente al testigo.

Asimismo, Mendoza (2004), para las variables materia seca de hojas, tallo e inflorescencia en el cultivo de brócoli, si encontró diferencias estadísticas significativas entre sus tratamientos evaluados de aplicación de diferentes fuentes de bioestimulantes y ácidos húmicos. Los mayores valores obtenidos corresponden al tratamiento con aplicación del producto bioestimulante Biostym.

Sin embargo, Layten (2015), al evaluar “cinco fuentes de extractos de algas marinas aplicados al cultivo de alcachofa, no obtuvo diferencias estadísticas significativas para las variables materia seca de hojas y capítulos”.

Según los resultados obtenidos, existe evidencia estadística para afirmar que la aplicación foliar de extractos de algas marinas si influye en el incremento de contenido de materia seca en las inflorescencias del cultivo de brócoli. Ya que estos productos aportan macro y micro nutrientes los cuales son asimilados por la planta y son dirigidos hacia los órganos de mayor demanda según la fenología en la que se encuentre el cultivo.

4.2.6 Análisis foliar

En la Tabla 15 se resumen los resultados de laboratorio obtenidos, los cuales indican que el contenido de Nitrógeno en las hojas osciló entre 4,35 a 4,68%

siendo el mayor valor correspondiente al tratamiento testigo y el menor al tratamiento con aplicación del producto Biocrop L45.

En cuanto al contenido de Fósforo, este varió entre 68,29 y 78,45 ppm, correspondientes a los tratamientos con aplicación del producto QSI KBA2 y Phylgreen respectivamente.

Por último el contenido de Potasio en las hojas oscilo entre 343 y 396 ppm que corresponden a los tratamientos Biocrop L45 y FX Algae respectivamente.

Según el análisis estadístico realizado, solo el contenido de potasio en las hojas presentó diferencias significativas entre los tratamientos evaluados.

Tabla 15: Efecto de la aplicación foliar de extractos de algas marinas en el contenido de Nitrógeno, Fosforo y Potasio en hojas del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *Itálica*) cv. Paraíso. Cañete 2016

Tratamientos	Contenido de Nutrientes		
	Nitrógeno	Fósforo	Potasio
	%	ppm	ppm
Testigo	4,68 a	74,45 a	369,00 abc
Phylgreen	4,49 ab	78,45 a	383,25 ab
FX Algae	4,45 ab	71,43 a	396,00 a
Biocrop L45	4,35 b	80,19 a	342,80 c
QSI KBA2	4,46 ab	68,29 a	390,75 ab
Fertimar	4,42 ab	77,22 a	360,50 bc
Promedio	4,47	75,01	373,79
ANVA	n.s.	n.s.	**
C.V. (%)	13,10	13,43	6,85

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

n.s.: no significativo

** Significativo

Según Castellanos (1998) citado por Carranza et al (2008), los valores óptimos de NPK en las hojas del cultivo de brócoli son, 4 a 6,5% de Nitrógeno, 0,45 a 0,8% de Fósforo y 3,5 a 6,0% de Potasio. Al comparar estos valores con los resultados de la presente investigación se puede indicar que se obtuvieron valores dentro del rango óptimo.

Layten (2015), al evaluar diferentes fuentes de extractos de algas marinas en el cultivo de alcachofa, solo encontró diferencias estadísticas significativas en el contenido de Potasio en hojas. Las aplicaciones de los productos Agrostemin, Stimplex, Vitamar Excel y Fertimar presentaron resultados similares, diferenciándose estos del tratamiento con aplicación del producto Alger y el testigo (sin aplicación de extractos de algas).

Si bien el contenido de potasio en la materia foliar presenta diferencias significativas, según la prueba de Duncan al 5% realizada, los valores obtenidos en los tratamientos evaluados no son diferentes al testigo, por lo tanto no existe evidencia estadística para afirmar que la aplicación foliar de extractos de algas marinas influye en el incremento del contenido de nutrientes en hojas del cultivo de brócoli.

4.2.7 Área foliar

Los resultados obtenidos oscilaron entre 11,48 y 16,23 dm². El menor valor se presentó en el tratamiento con aplicación foliar del producto Phylgreen, y el mayor valor con el producto QSI KBA2. Según el análisis estadístico si hubo diferencias significativas entre los tratamientos evaluados (Tabla 16).

Coronado (2015), encontró que todos los promedios de área foliar de las formulaciones evaluadas en sus tratamientos, fueron estadísticamente iguales al testigo. Los valores obtenidos para esta variable oscilaron entre 28,86 y 31,04 dm², los cuales corresponden a los tratamientos con aplicación de los productos Fertimar 200 g/ha y Biogen 800 ml/ha respectivamente.

Por otro lado, Miranda (2013), al evaluar tres dosis diferentes de un bioestimulante en dos híbridos de coliflor, si obtuvo diferencias estadísticas significativas entre sus tratamientos en las variables longitud y ancho de hoja.

Los mayores valores obtenidos se presentaron en los tratamientos con aplicación de bioestimulante en dosis de 2 – 2,5 l/ha.

Según los resultados obtenidos, se puede afirmar que la aplicación foliar de extractos de algas marinas si influyen en el incremento de área foliar en el cultivo de brócoli.

Tabla 16: Efecto de la aplicación foliar de extractos de algas marinas en el área foliar del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *Itálica*) cv. Paraíso. Cañete 2016

Tratamientos	Área Foliar (dm ²)
Testigo	12,22 d
Phylgreen	11,48 d
FX Algae	13,22 c
Biocrop L45	14,46 b
QSI KBA2	16,23 a
Fertimar	13,62 c
Promedio	13,55
ANVA	**
C.V. (%)	12,01

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

n.s.: no significativo

** Significativo

V. CONCLUSIONES

1. La aplicación foliar de extractos de algas marinas no influyó significativamente en el incremento del rendimiento de brócoli.
2. La aplicación de extractos de algas marinas no tuvo influencia significativa en la mejora de calidad de brócoli en cuanto a características de diámetro y altura de inflorescencia, diámetro de tallo e incidencia de tallo hueco.
3. Con la aplicación foliar del producto Biocrop L45 se obtuvo mayor contenido de materia seca en inflorescencia de brócoli.
4. Con la aplicación foliar del producto FX Algae se obtuvo mayor contenido de potasio en la masa foliar de brócoli, sin embargo este valor no fue estadísticamente diferente al obtenido en el testigo.
5. La aplicación foliar de extractos de algas marinas incrementó el área foliar del cultivo de brócoli. Con los productos QSI KBA2 y Biocrop L45 se obtuvieron mayores áreas, 16,23 y 14,46 dm², respectivamente.

VI. RECOMENDACIONES

1. Evaluar diferentes dosis y momento de aplicación de extractos de algas marinas en el cultivo de brócoli.
2. Evaluar la aplicación de extractos de algas marinas en suelo.
3. Evaluar la influencia de la aplicación de extractos de algas marina en cultivos bajo condiciones de estrés biótico y abiótico.
4. Evaluar la aplicación de extractos de algas marinas en otros cultivos de importancia económica.

VII. BIBLIOGRAFÍA

1. Agroterra. Ficha técnica de Phylgreen. Recuperada de: <http://www.agroterra.com/p/phylgreen-vega-bionutrientes-y-aminoacidos-tradecorp/3112783>
2. American takii. Ficha técnica de cv “Paraíso”. Recuperada de: <http://www.takii.com/product/paraiso/>
3. Canales, B. (1999). Enzimas-algas: Posibilidades de su uso para estimular la producción agrícola y mejorar los suelos. *Terra Latinoamericana*, 17(3).
Recuperado de <https://chapingo.mx/terra/contenido/17/3/art271-276.pdf>
4. Canales, B. (2001). Uso de derivados de algas marinas en la producción de tomate, papa, chile y tomatillo. En I Simposio Nacional: Técnicas modernas de producción de tomate, papa y otras solanáceas. Simposio llevado a cabo en la Universidad Agraria Antonio Narro, Coahuila, México.
5. Carranza, C.; Lancho, O.; Miranda, D. (2008). Comportamiento de los nutrientes en tejido foliar en brócoli (*Brassica oleracea* var. itálica) ‘Coronado’ y repollo (*Brassica oleracea*) híbrido ‘Delus’ cultivados en la Sabana de Bogotá. *Revista colombiana de Ciencias Hortícolas*, 2(1).
Recuperado de https://revistas.uptc.edu.co/revistas/index.php/ciencias_horticolos/article/view/1174
6. Carvajal, J.; Mera, A. (2010). Fertilización biológica: técnicas de vanguardia para el desarrollo agrícola sostenible. *Producción más limpia* 5(2).
Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3875676>
7. Casseres, E. (1980). *Producción de hortalizas* (3° ed.). San José, Costa Rica: IICA.
8. Castaños, C. (1993). *Horticultura Manejo simplificado* (1° ed.). México: Dirección General de Patronato Universitario.
9. Coronado, J. (2015). Efecto de ocho combinaciones de dos bioestimulantes orgánicos foliares con cuatro dosis en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. itálica Plenck) (Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Piura).
Recuperada de: <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/371>

10. Cruz, E.; Vega, J.; Gutiérrez, A.; Gonzáles, M.; Saltos, R.; Gonzáles, V. (2018). Efecto de la aplicación de abonos orgánicos en la producción de brócoli (*Brassica oleraceae*). Revista de Investigación Talentos, 1(1-8).
11. Dissagro. Ficha técnica de BIOCROP L45. Recuperada de: <http://www.dissagro.cl/archivos/BIOCROP1.pdf>
12. Farmex. Ficha técnica de FX Algae. Recuperada de: <http://farmex.com.pe/productos/productividad/fertilizantes-foliare/fx-algae.html>
13. Gaibor, F. (2011). Evaluación de la eficacia de cuatro fertilizantes orgánicos foliares en tres dosis y dos épocas de aplicación en el rendimiento del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. itálica) en Macaji, Canton Riobamba, Provincia Chimborazo (Tesis de pregrado, Escuela superior politécnica de Chimborazo). Recuperada de: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/1830>
14. Guillen, L.G. (2012). Manejo y producción de hortalizas (1° ed.). Arequipa, Perú: Universidad Católica de Santa María.
15. Jaramillo, J; Aguilar, P; Arguello, O; Valencia, C; Saldarriaga, A; Martínez, A; Forero, C; Franco, G. (2016). Modelo tecnológico para el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L. var. Itálica) en el departamento de Antioquia. Mosquera, Colombia : Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria.
16. Khan, W.; Rayirath, U.; Subramanian, S.; Jithesh, M.; Rayorath, P.; Hodges, D.; Critchley, A.; Craifie, J.; Norrie, J. (2009). Seaweed Extracts as Bioestimulants of Plant Growth and Development. Journal of Plant Growth Regulation 28(4). Recuperado de: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00344-009-9103-x>
17. Layten, C. (2015). Efecto de extractos de algas marinas en el rendimiento y calidad de alcachofa (*Cynara scolymus* L. cv. Lorca) (Tesis pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina). Recuperada de: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/1412>
18. Lola-Luz, T.; Hennequart, F.; Gaffney, M. (2014). Effect on yield, total phenolic, total flavonoid and total isothiocyanate content of two broccoli cultivars (*Brassica oleraceae* var itálica) following the application of a comercial brown seaweed extract (*Ascophyllum nodosum*). Agricultural and Food Science 23(28-37). Recuperado de: <https://journal.fi/afs/article/view/8832>
19. Mendez, G. (2014). Fertilización a base de extractos de algas marinas y su relación con la eficiencia del uso del agua y de la luz de una plantación de vid y su efecto en el

rendimiento y calidad de frutos (Tesis Maestro en Ciencias en Ingeniería de Sistemas de Producción, Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”).

Recuperada

de:

<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/7549/Mendez%20Lopez%2C%20Gildardo.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

20. Mendoza, G . (2004). Efecto de bioestimulantes y ácidos húmicos en el rendimiento y calidad del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. itálica cv. Legacy) (Título de pregrado. Universidad Nacional Agraria La Molina).
21. Miranda, W. (2013). Evaluación agronómica en dos híbridos de coliflor (*Brassica oleraceae* L. var. Botrytis) y tres dosis de bioestimulante en la parroquia Huachi Loreto del Cantón Ambato (Tesis de pregrado, Universidad Estatal de Bolívar).
Recuperada de: <http://www.dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/1124/1/106.pdf>
22. Molina, W. (2015). Rendimiento y calidad del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. itálica) manejado con abonos orgánicos (Tesis de pregrado, Universidad de Cuenca). Recuperada de: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/22345>
23. Navarro, G; Navarro, S. (2014). Fertilizantes química y acción. Madrid, España: Mundi-prensa. Recuperado de: <https://www.mundiprensa.com/catalogo/9788484766780/fertilizantes--quimica-y-accion>
24. Ortiz, H. (2019). Abonamiento orgánico y químico en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L.) en la comunidad campesina de los Ángeles, Huancarama – Andahuaylas – Apurímac (Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco). Recuperada de: <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/UNSAAC/4186>
25. Osorio, N. (2012). El análisis foliar: una poderosa herramienta para diagnosticar el estado nutricional de los cultivos, pasturas y plantaciones. Manejo Integral del Suelo y Nutrición Vegetal, 1(3). Recuperado de: <https://www.bioedafologia.com/sites/default/files/documentos/pdf/Analisis-foliar.pdf>
26. PSW Peruvian seaweeds. Ficha técnica de Fertimar. Recuperada de: <http://www.pswsa.com>images>fertimar>
27. Rincon, L.; Saez, J.; Perez, J.; Gomez, M.; Pellicer, C. (1999). Crecimiento y absorción de nutrientes del brócoli. Investigación Agrícola: Protección Vegetal, 14(1-2).
Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/28052194_Crecimiento_y_absorcion_de_nutrientes_del_brocoli

28. Servalesa Perú. Ficha técnica de Biocrop L45. Recuperada de: <http://www.servalesaperu.com/productos/biocrop-l45/>
29. Sobrino, E. (1989). Tratado de horticultura herbácea I; Hortalizas de flor y de fruto (1° ed.). Barcelona, España: AEDOS.
30. Toledo, J. (1993). Manejo de poscosecha de brócoli. Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina.
31. Tradecorp. Ficha técnica de Phylgreen. Recuperada de: http://www.tradecorp.es/sites/default/files/mas_informacion/2016_a4_phylgreen_tz.pdf
32. Trinidad, A.; Aguilar, D. (1999). Fertilización foliar, un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos. Terra Latinoamericana, 17(3). Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/573/57317309.pdf>
33. Valadez, A. (1994). Producción de hortalizas. (4° Reimpresión). México: Noriega editores.
34. Valdez, K. (2012). Evaluación agronómica del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. itálica) con aplicación de tres bioestimulantes orgánicos en las localidades de Cumbayá y Checa (Tesis de pregrado, Universidad Estatal de Bolívar). Recuperada de <http://190.15.128.197/bitstream/123456789/1033/1/064.pdf>
35. Vargas, P.; Vargas, M.; Moya, J. (2019). Efecto de los abonos orgánicos aplicados al suelo y follaje, sobre la fisiología del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea*). Revista Caribeña de Ciencias Sociales. Recuperado de <https://www.eumed.net/rev/caribe/2019/04/abonos-organicos-brocoli.html>
36. Zermeño, A.; López, B.; Melendres A.; Ramírez, H.; Cárdenas, J.; Munguía, J. (2015). Extracto de alga marina y su relación con fotosíntesis y rendimiento de una plantación de vid. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 12(2437-2446). Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342015001002437&lng=es&nrm=iso

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Cronograma de actividades realizadas en el cultivo de brócoli en el Instituto Regional de Desarrollo Costa. Mayo – Octubre 2016

FECHA	Días después del trasplante	LABORES
07/05/2016	-97.00	Gradeo
10/05/2016	-94.00	Gradeo
11/05/2016	-93.00	Nivelado
14/05/2016	-90.00	Gradeo
19/05/2016	-85.00	Gradeo
30/05/2016	-74.00	Gradeo
03/06/2016	-70.00	Gradeo y nivelado
03/06/2016	-70.00	Limpieza de campo
03/06/2016	-70.00	Limpieza de campo
03/06/2016	-70.00	Tendido de cintas
03/06/2016	-70.00	Tendido de cintas
06/06/2016	-67.00	Nivelado
10/06/2016	-63.00	Gradeo
10/06/2016	-63.00	Limpieza de campo
10/06/2016	-63.00	Tendido de cintas
10/06/2016	-63.00	Tendido de cintas
16/07/2016	-27.00	Siembra Almacigo
16/07/2016	-27.00	Siembra Almacigo
25/07/2016	-18.00	Fertilización en almacigo
25/07/2016	-18.00	Fertilización en almacigo
02/08/2016	-10.00	Aplicación insecticida
06/08/2016	-6.00	Limpieza de reservorio
06/08/2016	-6.00	Limpieza de reservorio
08/08/2016	-4.00	Limpieza de reservorio
09/08/2016	-3.00	Alineado de cintas
09/08/2016	-3.00	Alineado de cintas
10/08/2016	-2.00	Aplicación Herbicida
11/08/2016	-1.00	Aplicación Insecticida
12/08/2016	0.00	Trasplante
12/08/2016	0.00	Trasplante

FECHA	Días después del trasplante	LABORES
13/08/2016	1.00	Trasplante
24/08/2016	12.00	Aplicación insecticida Tifon, Lorsban y Proxy.
25/08/2016	13.00	Aplicación insecticida Tifon.
01/09/2016	20.00	Aplicación insecticida Exploit y Proxy.
01/09/2016	20.00	Aplicación insecticida Exploit y Proxy.
06/09/2016	25.00	Aplicación insecticida Exploit y Proxy.
06/09/2016	25.00	Aplicación insecticida Exploit y Proxy.
06/09/2016	25.00	Fertirriego
07/09/2016	26.00	Deshierbo
07/09/2016	26.00	Deshierbo
07/09/2016	26.00	Deshierbo
07/09/2016	26.00	Fertirriego
08/09/2016	27.00	Deshierbo
08/09/2016	27.00	Deshierbo
08/09/2016	27.00	Deshierbo
09/09/2016	28.00	Fertirriego
10/09/2016	29.00	Deshierbo
12/09/2016	31.00	Deshierbo
14/09/2016	33.00	Fertirriego
13/09/2016	32.00	Desbrote
13/09/2016	32.00	Desbrote
13/09/2016	32.00	Desbrote
14/09/2016	33.00	Desbrote

FECHA	Días después del trasplante	LABORES
15/09/2016	34.00	Aplicación insecticida Skirla, Exploit y Proxy.
16/09/2016	35.00	Desbrote
16/09/2016	35.00	Fertiriego
20/09/2016	39.00	Fertiriego
22/09/2016	41.00	Fertiriego
24/09/2016	43.00	Desbrote
24/09/2016	43.00	Fertiriego
26/09/2016	45.00	Desbrote
27/09/2016	46.00	Aplicación insecticida Misil, Monofos, Abamex, Exploit y Proxy.
29/09/2016	48.00	Desbrote
29/09/2016	48.00	Desbrote
29/09/2016	48.00	Fertiriego
30/09/2016	49.00	Deshierbo
30/09/2016	49.00	Aporque
30/09/2016	49.00	Fertiriego
01/10/2016	50.00	Aporque con lampa
01/10/2016	50.00	Aporque con lampa
01/10/2016	50.00	Fertiriego
04/10/2016	53.00	Fertiriego
05/10/2016	54.00	Aplicación insecticida Exploit, Tifon y Proxy.
05/10/2016	54.00	Fertiriego
06/10/2016	55.00	Fertiriego
07/10/2016	56.00	Deshierbo
07/10/2016	56.00	Fertiriego
10/10/2016	59.00	Fertiriego
11/10/2016	60.00	Deshierbo y fertilización
12/10/2016	61.00	Cosecha
14/10/2016	63.00	Cosecha
14/10/2016	63.00	Cosecha
20/10/2016	69.00	Cosecha
21/10/2016	70.00	Cosecha
22/10/2016	71.00	Cosecha
24/10/2016	73.00	Cosecha
24/10/2016	73.00	Cosecha
26/10/2016	75.00	Cosecha

Anexo 2: Croquis del ensayo

5 metros	T5	T0	T4	T2	T3	T1
5 metros	T3	T0	T1	T5	T4	T2
5 metros	T3	T4	T5	T0	T2	T1
5 metros	T1	T5	T0	T2	T4	T3
10 metros	BORDE	BORDE	BORDE	BORDE	BORDE	BORDE

Anexo 3: Prueba de normalidad de las variables evaluadas

	Shapiro-Wilk		
	Est,	gl	Sig,
RENDIMIENTO	,965	24	,544
DIÁMETRO INFLORESCENCIA	,984	24	,953
ALTURA INFLORESCENCIA	,966	24	,572
PESO INFLORESCENCIA	,987	24	,983
DIÁMETRO TALLO	,990	24	,996
ALTURA TALLO	,935	24	,127
MS HOJA	,940	24	,160
MS TALLO	,936	24	,133
MS INFLORESCENCIA	,977	24	,832
N	,945	24	,206
P	,946	24	,218
K	,978	24	,855
TALLO HUECO	,953	24	,309
ÁREA FOLIAR	,961	24	,466

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

		Estadístico de			
		Levene	gl1	gl2	Sig,
RENDIMIENTO	Se basa en la media	1,110	5	18	,390
DIÁMETRO INFLORESCENCIA	Se basa en la media	,629	5	18	,680
ALTURA INFLORESCENCIA	Se basa en la media	1,449	5	18	,255
PESO INFLORESCENCIA	Se basa en la media	1,362	5	18	,285
DIÁMETRO TALLO	Se basa en la media	2,606	5	18	,061
ALTURA TALLO	Se basa en la media	2,803	5	18	,081
MS HOJA	Se basa en la media	2,167	5	18	,104
MS TALLO	Se basa en la media	1,602	5	18	,210
MS INFLORESCENCIA	Se basa en la media	,953	5	18	,472
N	Se basa en la media	,989	5	18	,452
P	Se basa en la media	1,069	5	18	,410
K	Se basa en la media	3,035	5	18	,097
TALLO HUECO	Se basa en la media	,811	5	18	,557

Anexo 5: Análisis de varianza de las variables evaluadas

1. Rendimiento (tn/ha)

Fuente	GL	SC,	MC,	Valor F	Valor p
Tratamiento	5	15,216	3,0433	3,40	0,030
Bloque	3	8,567	2,8557	3,19	0,054
Error	15	13,418	0,8945		
Total	23	37,201			

2. Diámetro de inflorescencia (cm)

Fuente	GL	SC,	MC,	Valor F	Valor p
Tratamiento	5	2,065	0,4130	0,97	0,469
Bloque	3	1,370	0,4566	1,07	0,392
Error	15	6,413	0,4275		
Total	23	9,848			

3. Altura de inflorescencia (cm)

Fuente	GL	SC,	MC,	Valor F	Valor p
Tratamiento	5	1,214	0,2428	0,67	0,656
Bloque	3	1,048	0,3495	0,96	0,438
Error	15	5,477	0,3651		
Total	23	7,740			

4. Peso de inflorescencia (kg)

Fuente	GL	SC,	MC,	Valor F	Valor p
Tratamiento	5	0,046221	0,009244	2,18	0,112
Bloque	3	0,002629	0,000876	0,21	0,891
Error	15	0,063752	0,004250		
Total	23	0,112602			

5. Diámetro de tallo (cm)

Fuente	GL	SC,	MC,	Valor F	Valor p
Tratamiento	5	0,1738	0,03477	0,88	0,520
Bloque	3	0,1916	0,06386	1,61	0,229
Error	15	0,5953	0,03969		
Total	23	0,9607			

6. Incidencia de tallo hueco (%)

Fuente	GL	SC,	MC,	Valor F	Valor p
Tratamiento	5	2470,83	494,17	0,90	0,505
Bloque	3	812,50	270,83	0,49	0,691
Error	15	8212,50	547,50		
Total	23	11495,83			

7. Materia seca de hojas (%)

Fuente	GL	SC,	MC,	Valor F	Valor p
Tratamiento	5	10,598	2,1195	1,97	0,142
Bloque	3	1,473	0,4911	0,46	0,717
Error	15	16,139	1,0759		
Total	23	28,210			

8. Materia seca de tallo (%)

Fuente	GL	SC,	MC,	Valor F	Valor p
Tratamiento	5	2,0152	0,4030	0,95	0,477
Bloque	3	0,8153	0,2718	0,64	0,600
Error	15	6,3587	0,4239		
Total	23	9,1892			

9. Materia seca de inflorescencia (%)

Fuente	GL	SC,	MC,	Valor F	Valor p
Tratamiento	5	33,943	6,7886	3,41	0,029
Bloque	3	1,207	0,4025	0,20	0,893
Error	15	29,838	1,9892		
Total	23	64,988			

10. Contenido foliar de Nitrógeno (%)

Fuente	GL	SC,	MC,	Valor F	Valor p
Tratamiento	5	21821	4364	1,92	0,151
Bloque	3	9505	3168	1,39	0,284
Error	15	34122	2275		
Total	23	65448			

11. Contenido foliar de Fósforo (ppm)

Fuente	GL	SC,	MC,	Valor F	Valor p
Tratamiento	5	8133,7	1626,7	3,75	0,021
Bloque	3	426,8	142,3	0,33	0,805
Error	15	6498,5	433,2		
Total	23	15059,0			

12. Contenido foliar de Potasio (ppm)

Fuente	GL	SC,	MC,	Valor F	Valor p
Tratamiento	5	8133,7	1626,7	3,75	0,021
Bloque	3	426,8	142,3	0,33	0,805
Error	15	6498,5	433,2		
Total	23	15059,0			

13. Área foliar (dm²)

Fuente	GL	SC,	MC,	Valor F	Valor p
Tratamiento	5	55,13	11,03	30,91	0,001
Bloque	3	0,39	0,13	0,36	0,780
Error	15	5,35	0,36		
Total	23	60,87			