

# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Ciclo Optativo de Profesionalización y Especialización en  
Gestión de Calidad y Auditoría Ambiental



“EXTRACTOS DE ALGAS MARINAS EN EL RENDIMIENTO Y  
CALIDAD DE VAINITA (*Phaseolus vulgaris* L.) BAJO CONDICIONES  
DE LA MOLINA”

TRABAJO DE TITULACIÓN PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR:

YASMÍN KALINKA GUTIÉRREZ GAVONEL

LIMA – PERÚ

2016

# **UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

## **Ciclo Optativo de Especialización y Profesionalización en Gestión de Calidad y Auditoría Ambiental**

### **“EXTRACTOS DE ALGAS MARINAS EN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE VAINITA (*Phaseolus vulgaris* L.) BAJO CONDICIONES DE LA MOLINA”**

**Trabajo de Titulación para Optar el Título Profesional de:  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**Presentado por:**

**YASMÍN KALINKA GUTIÉRREZ GAVONEL**

**Sustentado y aprobado ante el siguiente jurado:**

**Ing. Mg. Sc. Juan Guerrero Barrantes  
Presidente**

**Ing. Mg. Sc. Braulio La Torre Martínez  
Miembro**

**Ing. Saray Siura Céspedes  
Miembro**

**Ing. M. S. Andrés V. Casas Díaz  
Asesor**

## *DEDICATORIA*

*A Ruth Gavonel Cebrián por sus consejos, palabras de aliento y apoyo incondicional que siempre me ha ofrecido.*

## *AGRADECIMIENTO*

*Quiero expresar mi agradecimiento al Ing. Andrés Casas por su esfuerzo, dedicación y apoyo constante para la culminación de esta investigación sin el cual no se hubiese podido concretar.*

## ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN .....	1
1.1.	GENERALIDADES .....	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA .....	4
2.1.	LA VAINITA .....	4
2.1.1.	Origen.....	4
2.1.2.	Taxonomía.....	5
2.1.3.	Características botánicas .....	5
2.2.	FACTORES MEDIO AMBIENTALES .....	7
2.2.1.	Clima .....	7
2.2.2.	Suelo.....	7
2.3.	MANEJO AGRONÓMICO .....	8
2.4.	SANIDAD DEL CULTIVO Y DESORDENES FISIOLÓGICOS.....	9
2.5.	CONDICIONES DEL FRUTO .....	10
2.6.	COSECHA Y POSTCOSECHA .....	11
2.7.	ALGAS MARINAS.....	11
2.7.1.	Extractos de algas .....	12
2.7.2.	Ventajas de los extractos de algas.....	16
III.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	20
3.1.	ÁREA EXPERIMENTAL .....	20
3.1.1.	Ubicación.....	20
3.1.2.	Clima .....	21
3.1.3.	Suelo.....	23
3.2.	MATERIALES .....	25
3.2.1.	Cultivar.....	25
3.2.2.	Manejo del cultivo .....	25
3.2.3.	Materia orgánica .....	27
3.2.4.	Características de los productos utilizados.....	27
3.3.	MÉTODOS.....	30
3.3.1.	Tratamientos .....	30
3.3.2.	Diseño experimental .....	30
3.3.3.	Análisis estadístico.....	31
3.3.4.	Delimitación del campo experimental .....	31
3.4.	EVALUACIONES.....	33

3.4.1. Evaluaciones agronómicas .....	33
3.4.2. Evaluaciones biométricas .....	34
3.4.3. Concentración de N-P-K.....	34
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	36
4.1. EVALUACIÓN AGRONÓMICA.....	36
4.1.1. Rendimiento .....	36
4.1.2. Calidad .....	38
4.2. EVALUACIÓN MATERIA SECA.....	40
4.2.1. Materia seca en hoja, tallo y fruto.....	40
4.3. CONCENTRACIÓN DE NPK EN EL FOLLAJE DE VAINITA.....	44
V. CONCLUSIONES .....	46
VI. RECOMENDACIONES .....	47
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	48
VIII. ANEXOS .....	59

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Requerimiento de nutrientes en frijol vainita (kg/ha) .....	9
Tabla 2: Tamaño de las vainitas en relación a su diámetro y peso .....	10
Tabla 3: Valores semanales promedio de temperatura, humedad relativa y evapotranspiración en La Molina, durante el periodo de junio a setiembre del 2015. ....	22
Tabla 4: Análisis de caracterización del suelo en el campo experimental donde se sembró vainita ( <i>Phaseolus vulgaris L.</i> ) cv. Jade. La Molina, 2014 .....	24
Tabla 5: Relaciones catiónicas .....	24
Tabla 6: Cuadro comparativo de la composición química de los extractos de algas evaluadas.....	29
Tabla 7: Tratamientos evaluados .....	30
Tabla 8: Características del campo experimental .....	32
Tabla 9: Rendimiento en vainita ( <i>Phaseolus vulgaris L.</i> ) cv. Jade (t/ha) empleando extractos de algas marinas en aplicación foliar.....	37
Tabla 10: Parámetros de calidad en el cultivo de vainita ( <i>Phaseolus vulgaris L.</i> ) cv. Jade empleando extractos de algas marinas en aplicación foliar. ....	39
Tabla 11: Porcentaje de materia seca en hojas, tallo y fruto en vainita ( <i>Phaseolus vulgaris L.</i> ) cv. Jade empleando extractos de algas marinas en aplicación foliar. ....	41
Tabla 12: Concentración de N, P, K (%) en hoja, tallo y fruto en vainita ( <i>Phaseolus vulgaris L.</i> ) cv. Jade empleando extractos de algas marinas en aplicación foliar. ....	44
Tabla 13: Niveles de nutrientes en tejido vegetal recomendado para el cultivo de vainita. ....	45

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación del campo experimental del cultivo de vainita cv. Jade ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.) La Molina, 2015. ....	21
Figura 2: Croquis de distribución de los tratamientos utilizados en el ensayo de vainita ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.) cv. Jade La Molina 2015. ....	33

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Cronograma de labores de campo. ....	59
ANEXO 2: Análisis ANVA y prueba de comparación de medias de Duncan para cada uno de los parámetros evaluados. ....	60

## RESUMEN

Se evaluó el efecto de extractos de algas marinas en el rendimiento y la calidad de vainita (*Phaseolus vulgaris* L) cv Jade. Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar; el área experimental se dividió en 24 parcelas, cada con una superficie de 10,5 m<sup>2</sup>. Se emplearon cinco tratamientos y un testigo con 4 repeticiones. Los extractos de algas utilizados fueron Agrostemin, Phyllum, Fertimar y Ecoalga. Las dosis utilizadas fueron las recomendadas por el fabricante. Se realizaron cuatro aplicaciones por tratamiento. Las variables evaluadas fueron el rendimiento (t/ha), diámetro (mm) y longitud (cm) de la vaina; contenido de materia seca y la concentración de macronutrientes foliares. El rendimiento varió de 5,60 a 9,48 t/ha, donde Fertimar tuvo el mayor valor; sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas. El diámetro y longitud de las vainas no fueron influenciados por ningún tratamiento, los valores fueron 8,54 mm y 17,12 cm respectivamente. No se observaron diferencias estadísticamente significativas en el peso de vainas. Phyllum mostró el mayor valor con 8,61 g. El contenido de materia seca no fue afectado por los tratamientos; los valores fueron 17,64% para hojas, 18,58% para tallos y 7,13% para vainas. La concentración foliar de K en vainas mostraron diferencias estadísticas, Agrostemin tuvo el mayor contenido con 2,84%.

**Palabras clave:** Extracto de algas marinas, rendimiento, calidad y vainita.

## ABSTRACT

The effect of seaweed extracts in yield and quality of snap beans (*Phaseolus vulgaris L*) cv. Jade was evaluated. A randomized complete block design was used; experimental area was divided into 24 plots, each plot with an area of 10,5 m<sup>2</sup>. Five treatments and a check, with 4 replicates, were used. Seaweed extracts used were Agrostemin Phyllum, Fertimar and Ecoalga. Doses used were as recommended by manufactures. Four applications per treatment were done. Yield (ton/ha), pod diameter (mm) and length (cm) and foliar macronutrients concentration were evaluated. Yield ranged from 5,60 to 9.48 ton/ha where Fertimar had the highest value, however with no statistical differences. Pod diameter and length values were not influenced by any treatment, values ranged from 8,54 mm and 17,12 cm. No statistical differences were observed for pod average weight. Phyllum showed the highest value with 8.61 g. Dry matter content was not affected by any of the treatments; values were 17,64% for leaves, 18,58% for stems and 7,13% for pods. K foliar content in pods showed statistical differences, Agrostemin had the highest K content (2,84%).

**Key Words:** Seaweed extracts<sup>1</sup>, yield<sup>2</sup>, quality<sup>3</sup>, snap beans<sup>4</sup>

# I. INTRODUCCIÓN

## 1.1. GENERALIDADES

El cultivo de vainita tiene gran representación económica para los agricultores de la costa peruana cuya superficie cosechada nacional fue de 2 381 ha para el año 2014, siendo los departamentos de Lima y Tacna los de mayor área cosechada con un rendimiento nacional de 7,1 t/ha (MINAGRI 2014). Sin embargo, el uso de fertilizantes inorgánicos tiene una fuerte demanda; por ello se busca ser eficientes en su aplicación.

Las alternativas de producción del cultivo de vainita es utilizando el método orgánico que comprende una serie de prácticas que la diferencian de la producción convencional, entre ellas, el no uso de pesticidas ni fertilizantes químicos, por lo que es necesario utilizar productos alternativos y que permitan el uso sostenible de los recursos. Tales alternativas no solo son más económicas, sino que a largo plazo no generan resistencia ante las enfermedades y una vez que forman parte del ambiente ecológico, reducen los costos de producción, la contaminación del ambiente y propician al trabajador un ambiente laboral saludable (Padilla 2013).

A nivel mundial, está emergiendo un consenso en cuanto a la necesidad de nuevas estrategias de desarrollo agrícola para asegurar una producción estable de alimentos y que sea acorde con la calidad ambiental. Entre otros, los objetivos que se persiguen son: la seguridad alimentaria, erradicar la pobreza y conservar y proteger el ambiente y los recursos naturales (Altieri 2000). La agricultura orgánica es una estrategia de desarrollo que trata de cambiar algunas de las limitaciones encontradas en la producción convencional. Más que una tecnología de producción, la agricultura orgánica es una estrategia de desarrollo que se fundamenta no solamente en un mejor manejo del suelo y un fomento al uso de insumos locales, pero también un mayor

valor agregado y una cadena de comercialización más justa (FAO 2003).

Aunque se prevé que sólo un pequeño porcentaje de agricultores llegarán a ser productores orgánicos, la demanda de consumo de alimentos y fibras producidos orgánicamente brinda nuevas oportunidades de mercado a los agricultores y a las actividades empresariales en todo el mundo (FAO 1999).

El crecimiento futuro de la agricultura orgánica dependerá de las restricciones en el suministro más que de los cambios en la demanda. Hasta el momento, la tendencia ha reflejado que la demanda crece más rápido que el abastecimiento, hecho que podría moderarse a medida que más «seguidores» (en oposición a los «innovadores») entren al mercado (Scialabba y Hattam 2003).

Buscar alternativas más accesibles dentro del contexto nacional para la producción orgánica y poner en prueba dichos productos alternativos, y observar sus efectos a nivel de planta y suelo; la utilización de algas como fertilizante y su uso en extractos líquidos es un sector en crecimiento, ya que diferentes estudios científicos han demostrado que tienen efectos bioestimulantes e insectífugos, y al ser naturales son aptos para la agricultura ecológica.

Dentro de la tecnología de la agricultura sostenible se encuentra el uso de los bioestimulantes, cuyo resultado al ser aplicados incrementan significativamente la productividad y calidad de los cultivos, a la vez que protege el ambiente y la salud tanto de productores como de consumidores de esta hortaliza, así como también se minimizan los costos de producción (Epuin 2004).

Las algas marinas están constituidas mayoritariamente por elementos traza, elementos mayores y elementos menores. También pueden encontrarse otras sustancias naturales, cuyos efectos son similares a los de ciertos reguladores de crecimiento plantular, como vitaminas, carbohidratos, proteínas, sustancias biocidas que actúan contra algunas plagas y enfermedades, y agentes quelantes como ácidos orgánicos y manitol (Carvajal 2010).

Los extractos del alga marina *Ascophyllum nodosum* se han utilizado como un bioestimulante para promover el crecimiento y la productividad en una serie de sistemas de producción agrícola. Aunque se han mostrado que los extractos mejoran la emergencia de las plántulas y el vigor, el mecanismo de este efecto promotor del crecimiento es en gran parte desconocido (Rayorath 2008).

Los objetivos de la investigación fueron los siguientes:

- Evaluar el efecto de extractos de algas marinas en el rendimiento y calidad de vainita (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo condiciones de campo en la Molina.
- Determinar el efecto de extractos de algas marinas en la producción de materia seca de la vainita.
- Determinar el efecto de extractos de algas marinas en la concentración de N, P, K en el follaje de la vainita.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. LA VAINITA

#### 2.1.1. Origen

El género *Phaseolus* se ha originado en el continente americano y un gran número de sus especies son encontrados en Mesoamérica y en el lado oriental de los andes de Sudamérica (Delgado 1985; Freytac y Debouck 2002).

Entre las cinco especies domesticadas, *Phaseolus vulgaris* cuenta con más del 90% del cultivo sembrado en el mundo y es lejos la leguminosa más ampliamente consumida como grano seco, las otras especies son *P. lunatus*, *P. coccineus*, *P. acutifolius* y *P. polyanthus* (Acosta 2007; Singh 2001).

Se acepta que el frijol vainita es originario del sur de México, Guatemala, Honduras y Costa Rica. Por 1492, ellas se extendieron al norte y suroeste de los Estado Unidos y luego se extendieron hacia el este de Florida a Virginia. Los agricultores de Estados Unidos comenzaron el mejoramiento alrededor de 1890 a causa del interés en variedades con vainas sin fibras (Camarena et al. 2012).

Por décadas los mejoradores americanos y europeos han cruzado extensivamente hacia el germoplasma mesoamericano para introgresar genes de resistencia a enfermedades, tamaño de semilla y forma de vaina y otros caracteres. El mejoramiento del frijol vainita incluyó el cambio de hábito trepador a hábito arbustivo determinado, incrementando a la resistencia del acame, concentración de agrupamiento de vainas, poca fibra en la vaina o sin fibra, sección de corte de vaina redondo, vainas derechas, color externo e interno verde oscuro, capacidad interlocular reducido, desarrollo de semilla lento (Singh 2001).

### 2.1.2. Taxonomía

La vainita pertenece a la especie *Phaseolus vulgaris* L., corresponde a *P. vulgaris* L. var. *vulgaris* que agrupa todas las formas cultivadas caracterizadas por su distribución bastante amplia (Delgado 1985 y Freytag, G.; Debouck 2002). El Género *Phaseolus* L., se clasifica de la siguiente manera: (Soukup 1970, Maréchal et al. 1978 y Delgado 1985)

Orden : Rosales  
Familia : Fabaceae  
Tribu : Phaseoleae  
Subtribu : Phaseolinae

### 2.1.3. Características botánicas

La planta de frijol vainita presenta una amplia variabilidad en cuanto a características vegetativas y reproductivas. Es una especie herbácea de climas templados o subtropicales (Camarena et al. 2012). Presenta sistema radicular fasciculado y fibroso; con nódulos distribuidos en las raíces laterales de la parte superior y media. Los nódulos, de forma poliédrica y diámetro aproximado de 2-5 mm, son colonizados bacterias del genero *Rhizobium*, fijadora del nitrógeno atmosférico (Toledo 1995).

El tallo es herbáceo y de sección cilíndrica o levemente angular, debido a pequeñas corrugaciones de la epidermis, tiene generalmente un diámetro más grande que las ramas laterales. Puede ser erecto semipostrado o postrado, de acuerdo al hábito de crecimiento de la variedad. El aspecto terminal del tallo varía con el hábito de crecimiento, según sea este determinado (número de nudos en el tallo principal sea limitado) o indeterminado (ápice del tallo termina en un meristema vegetativo que permite que la planta continúe creciendo y formando nudos y entrenudos (Camarena et al. 2012, Toledo 1995).

Las hojas son de dos tipos: simples y compuestas, Las hojas típicas de la vainita son trifoliadas, son foliolos enteros y su forma tiende a ser ovalada y triangular. El

foliolo central o terminal es simétrico y acuminado, los foliolos laterales son asimétricos y acuminados (Camarena et al. 2012; Toledo 1995).

La flor de la vainita es una típica papilionácea, de simetría bilateral. Posee un pedicelo glabro o subglabro con pelos uncinulados, en cuya base se encuentra la bráctea pedicular. El cáliz es gamosépalo, con cinco dientes triangulares. La corola es pentámera y papilionácea. El androceo está formado por nueve estambres soldados en su base y un estambre libre. El gineceo es súpero con un ovario, un estilo y un estigma. La morfología floral de la vainita favorece el mecanismo de autopolinización (Camarena et al. 2012; Toledo 1995).

La inflorescencia es un racimo de racimos (racimo principal compuesto de racimos secundarios), los cuales originan un complejo de yemas. En cada inflorescencia se pueden distinguir tres componentes principales: el eje de la inflorescencia que se compone del pedúnculo y del raquis, las brácteas y los botones florales (Camarena et al. 2012; Toledo 1995).

Fruto, es del tipo vaina con dos valvas que se originan de un ovario monocarpelar comprimido las uniones de las valvas originan dos suturas, una ventral y una dorsal o placentar; a lo largo de esta última se encuentran adheridas, alternadamente en las valvas, numerosas semillas. Los cultivares modernos han sido obtenidos para eliminar o reducir el hiliun que es la parte dura de la sutura dorsal de las vainas y la fibra que es el tejido celular tosco en las paredes del ovario. La vaina puede ser de forma aplanada o cilíndrica. La longitud de las vainas depende del cultivar, fluctuando entre 7 y 20 cm o más (Camarena et al. 2012; Toledo 1995).

Semillas, tienen forma cilíndrica, arriñonada esféricas; provistas de dos cotiledones gruesos; color variado; rojo, blanco, negro, café, crema y otros; también existe la combinación de colores (González 2003).

## **2.2. FACTORES MEDIO AMBIENTALES**

### **2.2.1. Clima**

La vainita se desarrolla en climas templado-cálido con temperaturas óptimas de 18°C a 24°C (Ugás et al. 2000). Se considera que este cultivo requiere como mínimo de 10 °C a 12 °C para el proceso de germinación. De 15 °C a 18 °C para la floración, y de 18 °C a 20 °C para el llenado de vainas que es la formación de granos (Camarena et al. 2012).

Investigaciones realizadas en diferentes lugares dan como resultado que el periodo ideal para una productividad máxima en el frijol vainita se sitúa en torno a los 15 °C a 27 °C en el periodo noche y día. Los periodos próximos a los 35 °C no se produce ninguna formación de vainas (Chiappe et al. 2004).

Cásseres (1980) indica que temperaturas óptimas son entre 15 y 20°C, con máximas medias de 27°C, y mínimas medias de 10°C. Bajo condiciones de lluvias fuertes y ambiente muy cálido, propio de zonas tropicales, la producción no es satisfactoria debido al desarrollo de enfermedades, al ataque de insectos y al efecto físico de la lluvia sobre las flores, haciéndolas caer. Los vientos secos y calurosos pueden causar la caída de flores o falta de polinización adecuada.

La luminosidad es un factor importante para la fotosíntesis, a la vez que afecta la morfología y fenología de la planta. El tamaño y la orientación espacial de las hojas afectan la eficiencia de la intercepción de la radiación (Camarena et al. 2012).

### **2.2.2. Suelo**

La vainita prospera bien en suelos franco arenoso y franco arcilloso. Es una planta sensible a la salinidad siendo afectado el cultivo cuando los suelos presentan una conductividad eléctrica superior a 2 dS/m. El rango del pH del cultivo comprende entre 6,0 y 7,5. Es determinante para la disponibilidad de nutrientes a la planta. Los suelos alcalinos son inconvenientes porque las vainas producidas son gruesas y de baja calidad (Camarena et al. 2012).

## 2.3. MANEJO AGRONÓMICO

- a. **Siembra**, En la Costa Central se recomienda distanciamientos de siembra de 0,8 m entre surcos e hilera doble y 2-3 semillas por golpe distanciados cada 0,2 – 0,3 m. La cantidad de semilla necesaria por hectárea varía de 70 – 100 kg/ha (Ugás et al. 2000).
- b. **Riego**, Los riegos deben ser frecuentes y ligeros, no debiendo faltar durante la floración y desarrollo de las vainas. Debe procurarse una humedad constante sin que se encharque el terreno. (Camarena et al. 2012).
- c. **Nutrición**, es un cultivo de poca respuesta a la fertilización; sin embargo, produce bien en suelos fértiles. La extracción total de nitrógeno, fósforo y potasio por hectárea para un rendimiento de 11000 kg de vainita es de alrededor de 190 kg, 18 kg y 120 kg, respectivamente. De este total la cosecha extrae 135 kg de nitrógeno, 11 kg de fósforo y 54 de potasio. El potasio es absorbido en la etapa previa a la floración siendo la extracción del fósforo constante durante el desarrollo del cultivo. Una dosis de 70-80-80 puede servir de referencia para suelos de nuestra costa. En suelos medianamente fértiles o cuando este cultivo se siembra en suelos intensamente fertilizados la aplicación de 60 kg de N/ha es suficiente. La vainita es sensible a la carencia de zinc, molibdeno, manganeso y cobre siendo afectada por el exceso de boro y cloro (Toledo 1995).

En la tabla 1 se resumen los requerimientos de nutrientes de vainita. El nitrógeno es el elemento de mayor importancia generalmente deficiente en nuestros suelos. Este elemento como componente de la clorofila y de las enzimas que participan en la fotosíntesis, es determinante en el potencial fotosintético de la hoja y por ende de la producción. El fósforo es requerido en el proceso de transferencia de energía, mayormente en la primera parte del periodo vegetativo. El potasio, que interviene en la apertura y cierre de estomas es determinante en el proceso de la fotosíntesis (Camarena et al. 2012).

**Tabla 1: Requerimiento de nutrientes en frijol vainita (kg/ha)**

Etapa de crecimiento	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CAL
Germinación – inicio de floración	8,35	3,50	12,65	14,75
Floración	49,50	21,70	51,35	44,50
Fructificación	45,15	5,60	23,00	17,75
<b>TOTAL</b>	<b>103,00</b>	<b>30,80</b>	<b>87,00</b>	<b>77,00</b>

FUENTE: Camarena et al. 2009 Innovación tecnológica para el incremento de la producción de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.).

#### **2.4. SANIDAD DEL CULTIVO Y DESORDENES FISIOLÓGICOS**

Al inicio del cultivo puede presentarse chupadera (*Rhizoctonia solni*) que ataca el cuello de las plántulas colapsándolas cuando se tratan oportunamente las semillas; mientras que durante el desarrollo de las plantas pueden presentarse otra enfermedad fungosa como oídium (*Erysiphe polygoni*). Clima seco, formación de rocío y temperaturas alrededor de 21 a 27° C son favorables al hongo (Kimati et al. 1997)

El principal problema sanitario es el insecto picador chupador cigarrita (*Empoasca kraemeri*) el daño es el achaparramiento, distorsión, encrespamiento hacia abajo y el embolsado de hojas que es controlado por deshierbos en especial la campanilla (Camarena et al. 2012).

Asimismo, el perforador de vainas (*Crosidosema aporema*, *Cydia fabivora*) controlado principalmente con rotación de cultivos, deshierbo oportunos, cosechas oportunas y aplicación de insecticidas. Las larvas de *Crosidosema* y *Cydia*, destruyen brotes y vainas; asimismo, destruyen los granos y la vaina se pudre (Ugás et al. 2000).

La vainita es hospedero de la mosca minadora (*Liriomyza huidobrensis* y *Liriomyza munda*); pueden ocasionar serias defoliaciones principalmente en plantaciones jóvenes, aunque las hojas desarrolladas del tercio inferior, pero solo *L. huidobrensis* es de gran importancia (Camarena et al. 2012).

## 2.5. CONDICIONES DEL FRUTO

De acuerdo a Camarena et al. (2012) el fruto del frijol vainita es clasificado por diámetro y largo de la vaina. El fruto debe ser tierno, de color verde opaco y de forma alargada, recta o ligeramente cóncava; las formas enrolladas disminuyen su calidad. El diámetro es preferible de 0.8cm a 1 cm y el largo de 0.12 a 0.20 m. Su textura deberá ser suave, sin fibras, con ausencia de daños mecánicos y pudriciones. Las características organolépticas que debe tener son: a) *forma*, sección transversal, redonda con forma de lápiz, también se conocen de forma alargada y ahuesada, sin sinuosidades superficiales; b) *color*, verde típico del cultivar y de acuerdo a las condiciones requeridas para su comercialización al estado fresco. Las semillas de color blanco; c) *tamaño*, deben presentar tamaños en relación a su diámetro y peso. En la tabla 2 se muestra la relación entre el diámetro y peso de las vainitas.

**Tabla 2: Tamaño de las vainitas en relación a su diámetro y peso**

Tamaño	Diámetro	Peso
A	Hasta 0,8 cm	Hasta 7 g
B	Más de 0,8 cm a 1,0 cm	De 7 g a 10 g
C	Más de 1,0 cm	Más de 10 g

FUENTE: Camarena et al. 2012. Tecnología para el incremento de la producción del frijol vainita (*Phaseolus vulgaris* L.) para la exportación

## **2.6. COSECHA Y POSTCOSECHA**

De acuerdo a Camarena et al. (2012) la cosecha de frijol vainita se inicia en promedio a los 50 días después de la siembra. El periodo de cosecha se inicia entre los 55 a 70 días después de la siembra, no debería durar más de 10 días.

El mayor problema del cultivo de vainita es la recolección cuando se hace manualmente, es una faena lenta y costosa. La cosecha manual requiere un cuidado para no dañar la planta en especial para no dañar las vainas que aún no están en estado de cosecha. Por cierto en los cultivares de porte arbustivo determinado, las vainas se forman de arriba hacia abajo facilitando la recolección.

La cosecha debe realizarse solo durante las horas más frescas de la mañana, es también muy importante para el mercado de exportación, mantener el producto tan frío como sea posible luego de la cosecha, ya que las altas temperaturas resultan las tasas aceleradas de maduración, deterioro y vida de mercado reducida de frijol vainita. Las vainitas recolectadas se colocan en canastas, mallas o jabas plásticas de superficie interior lisa que faciliten la ventilación o circulación del aire y que sean fácilmente lavable, fuertes y soporten el apilamiento sin colapsar.

Las temperaturas óptimas de almacenamiento son entre 4 y 7°C y una humedad relativa de 95% o mayor para conservarlas por un periodo de 8 a 12 días.

## **2.7. ALGAS MARINAS**

Son a menudo considerados como un bio-recurso subutilizado, han sido empleados como fuente de alimentos, materias primas industriales, y en aplicaciones terapéuticas y botánicas durante siglos. Por otra parte, las algas marinas y sus derivados han sido ampliamente utilizados como enmiendas en los sistemas de producción de cultivos debido a la presencia de un número de compuestos que estimulan el crecimiento de las plantas. Sin embargo, el potencial biostimulatorio de estos productos no ha sido plenamente explotado debido a la falta de datos científicos

sobre los factores de crecimiento presentes en las algas y su modo de acción en que afecta el crecimiento de las plantas (Khan et al. 2009).

Las algas marinas han sido utilizadas como fertilizantes desde los principios de la agricultura en Japón y China, en Grecia, en las islas y costas del noroeste europeo y en Chile (Meier citado por Bula-Meyer 2004).

De acuerdo a Crouch y Van Staden (1992) los concentrados de algas aumentan el vigor de la planta y el rendimiento dando lugar a un renovado interés en la aplicación moderna de los preparados comerciales. Los efectos adversos de los fertilizantes sintéticos en el medio ambiente son alentadores en el estudio de nuevas fuentes naturales de fertilizantes, bioestimulantes y mejoradores del suelo. Productos de algas marinas naturales pueden mejorar el crecimiento de las plantas, son fáciles de aplicar y relativamente baratos. Por lo tanto, representan una alternativa a los fertilizantes sintéticos convencionales.

Asimismo, las algas marinas se comercializaron por primera vez como comidas secas pulverizadas. Cuando se aplica al suelo en esta forma el producto se puede mejorar la aireación y estabilidad de los agregados (Crouch y Van Staden 1992).

### **2.7.1. Extractos de algas**

El uso de extractos de algas marinas en la agricultura es un campo que ha despertado el interés de la investigación en los últimos años. Uno de los motivos se debe al hecho de que las algas marinas crecen rápido, producen gran volumen de biomasa y son fuente de diversas sustancias con actividad biológica (Talamini y Stadnik 2004). Muchas algas marinas contienen polisacáridos industrialmente importantes, incluyendo agar, carragenanos y ácido algínico (Weeraddana 2012). El extracto de algas es una fuente natural de citoquininas, hormonas vegetales que promueven la división celular y retrasa la senescencia (Mógor et al. 2008). Lola-Luz, et al (2013) indica que extractos puros de algas marinas frías se utilizan principalmente para ayudar a las plantas a responder mejor a cualquiera estrés biótico o abiótico.

*Ascophyllum nodosum* es un alga parda perenne dominante encontrado en las costas intermareales de América del Norte y Europa, y se conoce comúnmente como rockweed. Es una de las algas predominante en el Atlántico canadiense. *A. nodosum* es ampliamente utilizado en la fabricación de productos de algas comerciales para su uso en la agricultura (Ugarte y Sharp 2001). Asimismo, se sabe que el extracto de *A. nodosum* aumenta el crecimiento de la planta, y aumenta la tolerancia / resistencia contra diversos estreses bióticos y abióticos (Craigie 2011).

Rayorath et al. 2008 indica que extractos de algas (*Ascophyllum nodosum*) promovieron el crecimiento de brotes en comparación con los controles. Además, el uso de plantas de *Arabidopsis* con un DR5: GUS indicador de la construcción génica, aporta pruebas de que los componentes de los extractos de *A. nodosum* comerciales modula la concentración y localización de las auxinas, que podría explicar, el aumento en el crecimiento de la planta. Los resultados sugieren que *Arabidopsis.thaliana* puede ser utilizado eficazmente como un medio rápido para probar la bioactividad de extractos de algas marinas y fracciones.

El extracto de la alga marina *Ascophyllum nodosum* estimula la actividad de peroxidasa y la síntesis de fitoalexina Capsidiol en las plantas de pimentón, aumentando la resistencia de las plantas a *Phytophthora capsici*. (Lizzi et al. 1998). Los Productos a base de *Ascophyllum nodosum* generalmente se mezclan con fertilizantes o puros, y se comercializan en diferentes países como bioestimulantes y/o bioprotectores de plantas contra enfermedades (Talamini y Stadnik 2004).

Patier et al. (1993) señala que la laminaria y oligosacáridos relacionados contenidos en los extractos de algas GYFA 17 (*Ascophyllum nodosum*) inducen glucanasas endógenas de las plantas que son consideradas como reguladores fisiológicamente importantes de defensa o desarrollo de la planta. Esto puede explicar la actividad de extractos líquidos de algas tanto defensa y crecimiento en varios cultivos.

De estudios elaborados a partir de extractos de algas marinas (*Ascophyllum nodosum*) a una concentración de 2,5 g / m<sup>2</sup> se obtuvieron resultados en el aumento

de altura de los brotes, número de brotes / planta, peso de bulbo y el rendimiento; asimismo, la reducción de mildiú veloso de cebolla (Dogra y Mandradia 2012). Asimismo, Dall y Marchioro (2010) indica que el extracto de algas marinas (*Ascophyllum nodosum*) proporciona ganancias significativas en el rendimiento de grano en trigo.

Spinelli et al. (2010) indica que Actiwave bioestimulante a base de extractos de algas (*Ascophyllum nodosum*) aumentó el crecimiento vegetativo (10%), el contenido de clorofila de las hojas (11%), la densidad de estomas (6,5%), la tasa fotosintética y la producción de frutas (27%) y peso de la baya en el cultivo de vid. El resultado más significativo fue el aumento de la biomasa de la planta: la materia seca de los brotes se incrementó hasta el 27% y materia seca de la raíz hasta el 76%. Actiwave influencio positivamente, también la biocenosis microbiana de la raíz asociada. Estos resultados se discuten en relación a los mecanismos fisiológicos y ecológicos propuestos para explicar los efectos beneficiosos de este extracto de algas marinas.

Popescu y Popescu (2014) indican que el extracto de algas de *Ascophyllum nodosum* ha influenciado el crecimiento vegetativo expresado por la longitud y el diámetro de brote y área foliar de la cepa de vid. En esta investigación se encontró un efecto estimulador de la aplicación foliar Alga Special a una tasa diferente, de esta manera la mejor respuesta a la aplicación foliar de *Ascophyllum nodosum* fue a una concentración de 0,17% en *Vitis vinifera* cv. *Feteasca Alba* cultivada bajo las condiciones climáticas de la viña Stefanesti.

Reitz y Trumble (1996) examinaron el efecto de citoquina que contiene el extracto del alga marina *Ascophyllum nodosum* en el crecimiento de plántulas de *Phaseolus lunatus* en condiciones de alta y baja disponibilidad de nutrientes. En condiciones de baja disponibilidad de nutrientes, se encontraron pocas diferencias entre el control y las plantas tratadas. Por tanto, el extracto no proporcionan nutrientes suplementarios a estas plantas.

Stamatiadis et al. (2015) evaluó los efectos de la aplicación foliar de un extracto de algas *Ascophyllum nodosum* (AZAL5) sobre el crecimiento, la absorción de nutrientes, y el rendimiento de trigo de invierno. Doce combinaciones de tratamientos en un diseño de bloques completos al azar se componen de dos dosis de fertilizante inorgánico (0 y 50 ppm de N), tres dosis de AZAL5 (0, 1.5 y 3% de extracto diluido), y dos niveles de suministro de agua (75 y 45% de capacidad de campo). Aplicaciones de AZAL5 produjeron un aumento en la absorción de potasio en el grano y un aumento del 25% en el rendimiento sólo cuando se añadió nitrógeno mineral.

*Lessonia nigrescens*, es un alga que se haya en la costa del Océano Pacífico, desde Mollendo (17° S), en Perú, hasta el cabo de Hornos (55° 59' S), en Chile (Searles, 1978, Ramírez y Santelices, 1989). Conocido vulgarmente como chascón, coto negro o tinilhue, crece sobre sustrato rocoso intermareal inferior submareal de ambientes expuestos y semiexpuestos al oleaje (Santelices 1989).

En ensayos realizados por Peruvian Seaweeds S.A.C usando Fertimar “*Protocolo de evaluación de la eficacia fungicida de Fertimar (Algas marinas) en el control de Lasiodiplodia theobromae en plantas de vid*”, se evaluaron dos estrategias de aplicación de Fertimar, aplicaciones de forma preventiva y aplicaciones curativas obteniéndose los mejores resultados mediante las aplicaciones preventivas, debido a que los promedios de área de lesión generada por *L. theobromae*, fueron menores comparadas con las áreas de lesión registradas para las aplicaciones curativas. La dosis con mejor eficacia para el control de lesiones por el patógeno fueron de a 0,3 kg/200 l y 0,43 kg/200 l de Fertimar, sin diferencias significativas entre tratamientos.

De acuerdo a Jiménez et al. (2011) los extractos orgánicos obtenidos del alga marrón-*Lessonia trabeculata* inhibieron el crecimiento bacteriano y la redujeron tanto en el número y tamaño de la lesión necrótica en hojas de tomate después de la infección con *Botrytis cinerea*. Estos resultados sugieren que las macroalgas contienen compuestos con diferentes propiedades químicas que podrían ser considerados para el control de patógenos de plantas específicas.

### **2.7.2. Ventajas de los extractos de algas**

Los beneficios de las algas marinas como fuente de materia y fertilizantes nutrientes orgánicos han sido utilizados como acondicionadores del suelo durante siglos (Blunden y Gordon, citado por Khan et al. 2009). Aproximadamente 15 millones de toneladas métricas de productos de algas se producen anualmente (FAO 2006), parte considerable de la que emitió para los suplementos de nutrientes y estimulantes como bio o fertilizantes para aumentar el crecimiento de la planta y el rendimiento. Bioestimulantes se definen como " materiales, distintos de los fertilizantes, que promueven el crecimiento de las plantas cuando se aplica en pequeñas cantidades " y también se conoce como "potenciador metabólico" (Zhang y Schmidt 1997). Numerosos estudios han puesto de manifiesto una amplia gama de efectos beneficiosos de las aplicaciones de extracto de algas en las plantas, tales como la germinación temprana de semillas y el establecimiento, la mejora de rendimiento de los cultivos y la producción, elevada resistencia a estreses bióticos y abióticos, y el aumento de postcosecha vida útil de productos perecederos (Norrie y Keathley 2005).

Incorporar algas al suelo incrementa las cosechas y favorece la calidad de los frutos básicamente porque se administra a los cultivos no sólo todos los macro y micronutrientes que requiere la planta, sino también 27 sustancias naturales cuyos efectos son similares a los reguladores de crecimiento (Senn 1987). Dentro de los compuestos ya identificados en las algas se tienen agentes quelatantes como ácidos algínicos, fúlvicos y manitol así como vitaminas, cerca de 5000 enzimas y algunos compuestos biocidas que controlan algunas plagas y enfermedades de las plantas (Crouch y Van Staden 1992).

Las algas marinas se aplican en la agricultura tal cual, en forma de harina, de extractos y de polvos solubles. Si los derivados son elaborados en la forma apropiada, los organismos vivos que contienen se conservan en estado viable y se propagan por un tiempo donde se aplican potenciando su acción, lo que hace posible la aplicación de dosis muy bajas (Blaine et al.1990; Crouch y Van Staden 1992)

López-Mosquera (2011) indica que el uso de co-compostaje de algas y restos de pescado, junto con material lignocelulósico (aireación y carbono), puede proporcionar una solución viable para el reciclaje de estos sub-productos naturales marinos y la producción de un fertilizante orgánico de calidad para su uso en los sistemas de agricultura orgánica.

Asimismo, Ganapathy y Sivakumar (2013, 2014) señalan que los extractos de algas pueden ser aplicados en aspersiones foliares a bajas concentraciones 2% para maximizar el crecimiento y rendimiento de *Vigna Mungo* y *Arachis hipogea* L.

Extractos de Algas líquidos a baja concentración (1,5%) han promoviendo efecto sobre los parámetros de crecimiento y rendimiento de *Cyamopsis tetragonoloba* L. Respuestas diferenciales en el contenido de pigmentos fotosintéticos, proteínas, azúcares reductores, ácido ascórbico y en la actividad de la nitrato reductasa también se observaron en las hojas de plántulas tratadas con extractos de algas en comparación con las plantas de semillero no tratados. En concentraciones por encima de 1,5% se encontraron que los extractos tuvieron efecto inhibitorio, de esta manera la presencia de micro y macro nutrientes, vitaminas, hormonas de crecimiento y otros componentes en el extracto de algas marinas puede ser muy útil para los cultivos, pero su nivel debe ser apropiado para mejorar el crecimiento y la productividad (Vijayanand et al. 2014).

Arthur et al. (2003) indica que un tratamiento combinado de inmersión de las plántulas en solución Kelpak 0,4% durante 2 h antes de trasplantar seguido de tres aplicaciones de 0,4% Kelpak en pulverización foliar durante el crecimiento de las plantas aumentó significativamente el número y el tamaño de la fruta comercializable de pimiento.

Aplicaciones foliares de extractos de algas marinas contienen enzimas que refuerzan en las plantas su sistema inmunitario (más defensa) y su sistema alimentario (más nutrición) y activan sus funciones fisiológicas (más vigor) (Fox y Cameron 1961; y López et al. 1995). Además, las microalgas cianofitas que los extractos de algas con llevan, ya sea que se apliquen foliarmente o al suelo, fijan el

nitrógeno del aire aún en las no leguminosas (Martínez y Salomón 1995). Resultado: plantas más sanas con mejor nutrición y más vigorosas.

Las aplicaciones foliares de extracto de algas mejoraron significativamente los parámetros de crecimiento, rendimiento y calidad de *Vigna radiata* L. El mayor rendimiento de grano fue dado con aplicaciones de 15% Kappaphykus savia + dosis recomendada de fertilizante (RDF), seguido por 15% Gracilaria - SAP + extracto de RDF que resulta en un aumento de 38,97 y 33,58% de rendimiento de grano, respectivamente, en comparación con el control. El rendimiento máximo de paja también se logró con la aplicación de extracto de algas 15%. También se observó que las aplicaciones de extracto de algas marinas mejora la calidad de los cultivos y la absorción de nutrientes [nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K)] (Pramanick et al. 2013).

Los parámetros de germinación de semillas, crecimiento y rendimiento de *Cyamopsis tetragonoloba* L, tales como la longitud de brotes, longitud de la raíz, número de raíces laterales, número de hojas, número, duración y peso los de vegetales, la concentración de pigmentos fotosintéticos tales como la clorofila “a”, clorofila “b”, la clorofila y los carotenoides totales se encontró que era máximo a una concentración de 20% de fertilizantes de algas líquido con o sin fertilizantes químicos (Thirumaran et al. 2009).

El extracto de alga marina fue eficaz en el aumento de la biomasa, crecimiento de las raíces y brotes, número de raíces, hojas, flores y frutos, índice de área foliar, frutos de longitud, peso fresco y seco de las frutas, el tiempo de madurez y rendimiento de *Abelmoschus esculantus* L. Los resultados mostraron que concentraciones bajas de extracto de alga foliar mejora el crecimiento y el rendimiento que el de mayor concentración (Sasikumar et al. 2011).

Estudios sugieren que los productos de algas provocan tolerancia al estrés abiótico y mejoran el rendimiento de la planta. La química de los compuestos bioactivos en las algas y el mecanismo fisiológico de acción de los compuestos que imparten esta

tolerancia son en gran parte desconocidos (Basher et al. 2012).

Se probó efecto residual y sistémico de 19 extractos en frijol para el control de antracnosis. Las algas redujeron significativamente la gravedad de la enfermedad. El extracto *Bryothamnion seaforthii* presentó efecto local, lo que reduce en un 35% la severidad de la antracnosis, mientras que el extracto de *Ulva fasciata* mostró efecto residual reducción del 22% en la enfermedad de 12 DAI (días después de la inoculación). Solamente los extractos de *Lemna* spp. y *U. fasciata* redujeron la gravedad de la enfermedad sistémica en 7 DAI por 55 y 44%, respectivamente, en comparación con el control (Abreu 2008).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. ÁREA EXPERIMENTAL**

La investigación se llevó a cabo en uno de los campos experimentales de la Universidad Nacional Agraria La Molina; el cual se encuentra al lado del Laboratorio de Fitopatología y Entomología de la Facultad de Agronomía. (Figura 1)

##### **3.1.1. Ubicación**

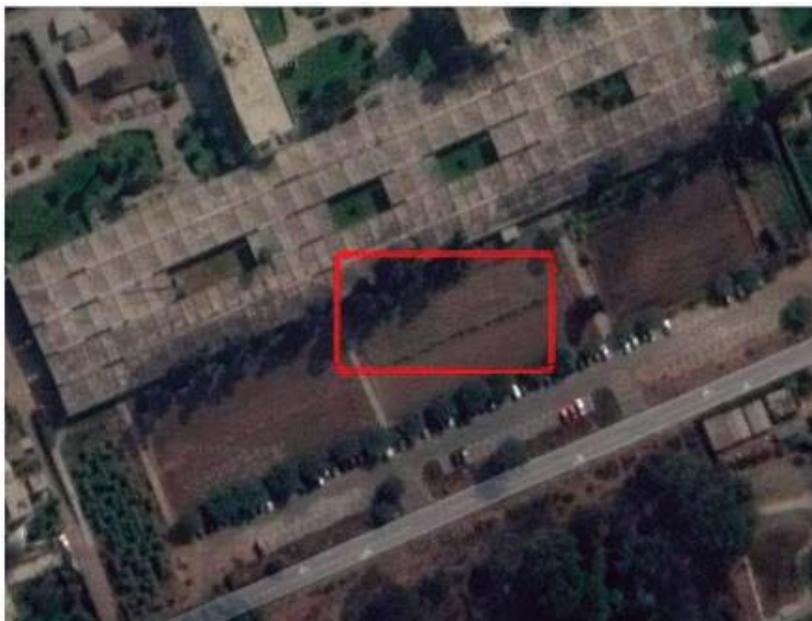
a. Ubicación política:

- Lugar : U.N.A.L.M.
- Distrito : La Molina
- Provincia : Lima
- Departamento : Lima

b. Ubicación geográfica

- Latitud :12°05'06'' S
- Longitud :76°56'52'' W
- Altitud : 238 m.s.n.m.

**Figura 1: Ubicación del campo experimental del cultivo de vainita cv. Jade (*Phaseolus vulgaris L.*) La Molina, 2015.**



### **3.1.2. Clima**

Se trabajó con datos meteorológicos semanales para contar con información precisa, estos fueron proporcionados por el Observatorio “Alexander Von Humboldt”, ubicado dentro de la Universidad Nacional Agraria La Molina, con situación geográfica 12°05 S de Latitud, 76°57 W de Longitud y 243.7 m.s.n.m.

La fase de campo de la investigación tuvo una duración de 104 días, comprendido desde la siembra hasta la última cosecha, abarcando los meses de Junio, Julio, Agosto y Setiembre del 2015; coincidiendo con los meses donde se expresa el clima ideal para el desarrollo del cultivo de vainita, de Marzo a Setiembre.

#### **a. Temperatura**

En la tabla 3 se presenta el resumen de los datos meteorológicos por semana, donde se observa que la variación de la temperatura promedio para la siembra fue entre 16.8 °C y 20 °C; y durante el tiempo que duro la cosecha las temperaturas promedio variaron entre 17,7 °C y 18,5 °C.

### b. Humedad relativa

La humedad relativa promedio registrada fue de 88.5%; obteniendo el valor más alto del promedio semanal el mes de agosto con 90.0% y el menor valor del promedio semanal el mes de junio 85%.

### c. Evapotranspiración

Para la evapotranspiración registrada en los meses de estudio, tenemos que el máximo y el mínimo valor se presentaron en el mes de septiembre con 1.7 mm y 0.9 mm respectivamente.

**Tabla 3: Valores semanales promedio de temperatura, humedad relativa y evapotranspiración en La Molina, durante el periodo de junio a setiembre del 2015.**

MES	SEMANA	Temperatura (°C)			Humedad Relativa (%)	ET (mm)
		Promedio	Máxima	Mínima		
JUNIO	1	20,0	22,7	17,8	87,9	1,1
	2	19,7	22,5	17,6	87,5	1,4
	3	19,6	22,6	17,9	85,0	1,6
	4	19,5	22,4	17,6	86,3	1,6
JULIO	1	18,7	21,4	17,3	88,5	1,2
	2	17,8	20,7	16,0	86,8	1,5
	3	17,5	20,2	16,1	89,2	1,3
	4	16,9	19,6	15,6	89,9	1,1
AGOSTO	1	16,8	19,1	15,3	90,9	1,0
	2	16,9	19,5	15,7	89,5	1,0
	3	17,1	20,3	15,6	89,8	1,2
	4	17,8	21,3	15,7	88,1	1,4
SETIEMBRE	1	18,5	22,2	16,3	87,6	1,6
	2	17,7	21,0	15,8	89,2	1,6
	3	18,1	22,0	16,3	88,7	1,7
	4	17,4	19,7	16,1	90,5	0,9
<b>PROMEDIO</b>		18,1	21,1	16,4	88,5	1,3

FUENTE: Estación Meteorológica Alexander Von Humboldt – UNALM 2015.

### **3.1.3. Suelo**

Los suelos de la molina están fisiográficamente en una terraza media de origen aluvial. Se caracterizan por presentar buen drenaje, permeabilidad moderada, con textura media a ligeramente gruesa, estructura granular fina y consistencia friable en húmedo.

Para la caracterización físico-química del área en estudio se utilizó un muestreo que se realizó en la campaña anterior. En la tabla 4, se presentan los resultados de los análisis de caracterización de suelo realizados en el campo del Laboratorio de Suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Se puede apreciar que la conductividad eléctrica 0,89 dS/m está dentro del límite tolerable del cultivo 2 dS/m (Camarena, 2012); el contenido de materia orgánica es bajo (1,75%), por lo tanto también el nivel de nitrógeno total. El nivel fósforo es alto (25,5 ppm) y un nivel medio de potasio (135 ppm). Asimismo, la capacidad de intercambio catiónico (CIC) tiene un nivel medio (11,20 meq/100 g).

**Tabla 4: Análisis de caracterización del suelo en el campo experimental donde se sembró vainita (*Phaseolus vulgaris L.*) cv. Jade. La Molina, 2014**

Variable	Valor	Método de Análisis
C.E. en 1:1 (dS/m)	0,89	Lectura de extracto de la pasta de saturación en la celda eléctrica
pH en 1:1	7,61	Potenciómetro 1:1 agua/suelo
Arena (%)	52	Hidrómetro de Boyucos
Limo (%)	26	Hidrómetro de Boyucos
Arcilla (%)	22	Hidrómetro de Boyucos
Clase textural	Franco arcilloso arenoso	Triangulo textural
CaCO <sub>3</sub> (%)	5,8	Gasovolumétrico
MO (%)	1,75	Walkley y Black
P (ppm)	25,5	Olsen modificado
K (ppm)	135	Acetato de amonio
CIC (meq/100 gr)	11,20	Acetato de amonio
Ca <sup>+2</sup> (meq/100 gr)	8,49	Espectrofotometría de absorción atómica
Mg <sup>+2</sup> (meq/100 gr)	2,15	Espectrofotometría de absorción atómica
K <sup>+</sup> (meq/100 gr)	0,42	Espectrofotometría de absorción atómica
Na <sup>+</sup> (meq/100 gr)	0,14	Espectrofotometría de absorción atómica
Al <sup>+3</sup> + H <sup>+</sup> (meq/100 gr)	0,00	Extracción con KCl, N

FUENTE: LASPAF de la Universidad Nacional Agraria La Molina 2014.

Asimismo, en la tabla 5 se muestra que las relaciones catiónicas en el campo experimental se encuentran dentro del balance catiónico.

**Tabla 5: Relaciones catiónicas**

Relación	Desbalance	Balance	Desbalance	Campo Experimental
Ca/Mg	< 2	2 – 5	> 5	3,95
Ca/K	< 5	5 – 25	> 25	20,21
Mg/K	< 2.5	2.5 – 15	> 15	5,12
Ca+Mg/K	< 10	10 – 40	> 40	25,33

FUENTE: Bertsch. 1998. La fertilidad de los suelos y su manejo.

## **3.2. MATERIALES**

### **3.2.1. Cultivar**

Se empleó el cultivo de vainita Jade. Este cultivar presenta un hábito de crecimiento arbustivo determinado, muy vigoroso de alto rendimiento. Las vainas son firmes, redondeadas con un color verde distintivo, miden 15,5 a 17,5 centímetros de longitud, son dulces, lisas y de fácil desprendimiento lo que facilita la cosecha. Cultivar sin fibras. Los días a la cosecha se encuentran entre los 50 a 60 días después de la siembra. Tiene un rendimiento potencial de 10 t/ha (Camarena, 2012; Loayza, 2011).

Se caracteriza por producir vainas de sección redonda y rectas, buena longitud (16 a 18 cm). Es de pulpa muy firme, color verde oscuro y con un lento desarrollo de semilla. Tiene un diámetro de 9 mm. Tiene la característica de conservar este color verde durante largo tiempo, lo cual permite que el cultivar pueda sea recolectado durante distintas etapas de su desarrollo. Se mantiene muy bien durante transporte y el almacén (Álvarez, 2007)

### **3.2.2. Manejo del cultivo**

#### **a. Preparación del terreno**

En el terreno asignado se realizó una preparación rutinaria, la cual consistió en el arado, rastra y gradeo del campo de modo que el suelo quedo bien mullido; una vez realizado esto, se procedió a realizar el surcado con un distanciamiento de 0,80 m entre surco y por ultimo un riego de machaco antes de la siembra.

#### **b. Siembra**

Se realizó de manera manual bajo el sistema de siembra directa, luego se procedió a sembrar utilizando unas pequeñas lampas manuales con una densidad de 3 semillas cada 0,25 entre golpes.

**c. Riegos**

El método de riego aplicado fue por gravedad, que consistió en la conducción de una corriente de agua desde una fuente abastecedora hacia nuestro campo, aplicado directamente a la superficie del suelo cubriendo total o parcialmente el suelo; la frecuencia de riego fue de una vez por semana, específicamente los martes por la mañana durante el tiempo de conducción del cultivo.

**d. Control de malezas**

El control de malezas fue realizado manualmente con la ayuda de escardas, se realizaron dos deshierbos durante todo el tiempo que duro la conducción del cultivo.

**e. Control fitosanitario**

En el control fitosanitario se realizaron evaluaciones constantes al final del día, el mayor problema fue *Epinotia sp.* (larvas) para lo cual se usó DÍPEL al 0.1%.

**f. Fertilización**

En cuanto a la fertilización, solo el tratamiento sin aplicación de extractos de algas se aplicó materia orgánica empleando 1 t/ha.

**g. Cosecha**

La cosecha fue realizada manualmente de manera cuidadosa a fin de evitar daños mecánicos en la planta. Tuvo una duración de 28 días y se efectuó un total de 5 recolecciones.

### **3.2.3. Materia orgánica**

Como fuente de materia orgánica se utilizò Koripacha que es un quelatante y sinergizante de fertilizantes químicos, caracterizada por contener un elevado porcentaje de extractos húmicos y fúlvicos, huminas y materia orgánica oxidada estabilizada, que tienen la capacidad de quelatar y atrapar el NPK de los fertilizantes químicos. De esta manera, potencializa los fertilizantes químicos bajando 30% a 60% de la dosis necesaria de fertilizantes.

Asimismo, es un activador y regulador de los suelos (propiedades físicas, químicas y biológicas), permitiendo un mejor desarrollo de las raíces del cultivo en todo su período vegetativo. Tiene una capacidad de intercambio catiónico mayor a 70 meq (Ficha técnica Koripacha, Agrosience).

### **3.2.4. Características de los productos utilizados**

#### **a. Agrostemin de la casa Química Suiza Industrial.**

Es una fuente naturalmente (proveniente del alga marina *Ascophyllum nodosum*) balanceada de varios componentes como: Macro y Micronutrientes (biológicamente complejados por aminoácidos), carbohidratos y promotores biológicos fitohormonales de Auxinas, Giberelinas y Citocininas. Por esta formulación actúa como regulador hormonal ejerciendo un efecto relevante sobre aspectos como rendimiento, calidad y el vigor de los cultivos.

Tiene efecto enraizador, en semilleros o en cultivos establecidos, estimulando una germinación vigorosa y brotación uniforme, mejorando la formación del sistema radicular, provocando un rápido despegue de las plántulas, reduciendo el estrés en el momento del trasplante, aumentando la masa radicular efectiva (Química Suiza Industrial 2012).

#### **b. Ecoalga de la casa Agroecosistem.**

Es un regulador de crecimiento biológico, que contiene en forma natural algas marinas. Aporta en forma natural citoquininas, auxinas, betaínas y oligosacáridos, los cuales en forma conjunta incrementan el contenido de clorofila y la capacidad fotosintética. Además incrementa la tolerancia contra

estreses como sequías, lluvias, temperaturas altas y/o bajas, fitotoxicidad por exceso de plaguicidas, entre otros (Ficha técnica Ecoalga, Agrosistem).

**c. Fertimar de la casa Peruvian Seaweeds.**

Bioestimulante foliar 100% orgánico a base de algas marinas compuesto por una amplia gama de nutrientes requeridos por la planta. Contiene macroelementos, microelementos quelatados naturalmente, protohormonas (giberelinas, auxinas y citoquininas), proteínas, betaínas, vitaminas, carbohidratos y aminoácidos libres (Peruvian Seaweeds 2015).

**d. Phyllum de la casa Hortus.**

Regulador de crecimiento formulado en concentración soluble (LS). Es 100% natural, no es contaminante, biodegradable y contiene: auxinas, citocininas, giberelinas, macro y micro nutrientes, enzimas y ácidos orgánicos que actúan como activadores del proceso fisiológico y diferenciación en plantas. Estimula el metabolismo en las plantas y equilibra sus funciones fisiológicas. Es soluble en agua y apropiado para aplicaciones foliares vía riego.

La época y dosis de aplicación son muy importantes para lograr una máxima eficacia. La actividad bioestimulante también se expresa en mejor polinización y cuaja de frutos, mayor calibre y calidad post cosecha, mayor contenido de azúcares, mejor resistencia al frío, a la sequía y enfermedades (Hortus).

En la tabla 6 se resume las características de las diferentes fuentes de algas evaluadas.

**Tabla 6: Cuadro comparativo de la composición química de los extractos de algas evaluadas**

Composición Química	Agrostemin	Ecoalga	Fertimar	Phyllum
Nitrógeno total	1,2 – 2,0%	-	1,3 – 1,7 %	
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	1,0 – 2,0%	35 g/l	0,5 – 1,0 %	
Potasio (K <sub>2</sub> O)	14,0 – 16,0%		7,3 – 7,8 %	
Azufre (S)	1,0 – 2,0%		-	
Magnesio (Mg)	0,3 – 0,6 %		0,70 – 1,20 %	
Zinc (Zn)	50 – 80 ppm		13 - 15 ppm	
Calcio (Ca)	0,2 – 0,5%	-	1,20 – 2,10 %	-
Sodio (Na)	2,5 – 4,0%		-	
Hierro (Fe)	100 – 350 ppm		120 ppm	
Manganeso (Mn)	5 – 40 ppm		9 ppm	
Cobre (Cu)	1 – 10 ppm		2 ppm	
Auxinas		1,12 g/l		10,2 ppm
Citoquininas		0,35 g/l	0,01%	8,2 ppm
Giberelinas		-		4,5 ppm
Manitol		25 g/l		
Alginato		86 g/l	-	-
Aditivos		c.s.p. 11		

FUENTE: Química Suiza Industrial S.A. (2012), Agroecosistem (2015), Peruvian Seaweeds (2015) y Hortus (2015).

### 3.3. MÉTODOS

#### 3.3.1. Tratamientos

Las aplicaciones de extractos de algas marinas se realizaron en cuatro momentos a los 23, 30, 37 y 44 días después de la siembra con un intervalo de 7 días entre las aplicaciones. Las dosis fueron de acuerdo a las especificaciones técnicas de cada casa comercial. Para la aplicación de los tratamientos se utilizó una mochila de 20 l de capacidad. Los tratamientos evaluados se muestran en la tabla 7.

**Tabla 7: Tratamientos evaluados**

Tratamientos evaluados	Producto	Dosis	Procedencia
Tratamiento 0	Testigo	Sin ninguna aplicación	-
Tratamiento 1	Materia Orgánica	1 t/ha	Agroscience
Tratamiento 2	Agrostemin	300 ml/ 200 l	Química Suiza
Tratamiento 3	Phyllum	1000 ml/ 200 l	Hortus
Tratamiento 4	Fertimar	1000 ml/ 200 l	PSW S.A.C
Tratamiento 5	Ecoalga	100 g/200 l	Agroecosistem

#### 3.3.2. Diseño experimental

Se empleó un diseño de Bloques Completamente al Azar con seis tratamientos y cuatro repeticiones. Las pruebas estadísticas realizadas fueron Análisis de Variancia y la prueba de medias de Duncan al 5% para la comparación de medias entre tratamientos. El análisis de variancia y la prueba de comparación de medias se realizaron utilizando el programa estadístico InfoStat versión 2016. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.

El esquema del Análisis de Varianza que corresponde es el siguiente:

Fuente de Variación	G.L	C.M esperados
Bloques	$r-1=3$	
Tratamientos	$t-1=5$	$\sigma^2 + r\sum T_i^2/(t-1)$
Error	$(r-1)(t-1)=15$	$\sigma^2$
Total	$rt-1 = 23$	

Donde:

$r$  = número de bloques

$t_i$  = efecto del tratamiento  $i$

$t$  = número de tratamientos

$\sigma^2$  = variancia del error

### 3.3.3. Análisis estadístico

El modelo aditivo lineal de cualquier observación es:

$$Y_{ij} = U + \alpha_i + \beta_j + e_{ij}$$

Dónde:

$Y_{ij}$  = Resultado de la  $i$ - $j$ -énésima observación

$U$  = Media general

$\alpha_i$  = Efecto del tratamiento  $i$

$\beta_j$  = Efecto del bloque  $j$

$e_{ij}$  = Efecto del error experimental

$i = 1, 2, 3, 4$

$j = 1, 2, 3, 4$

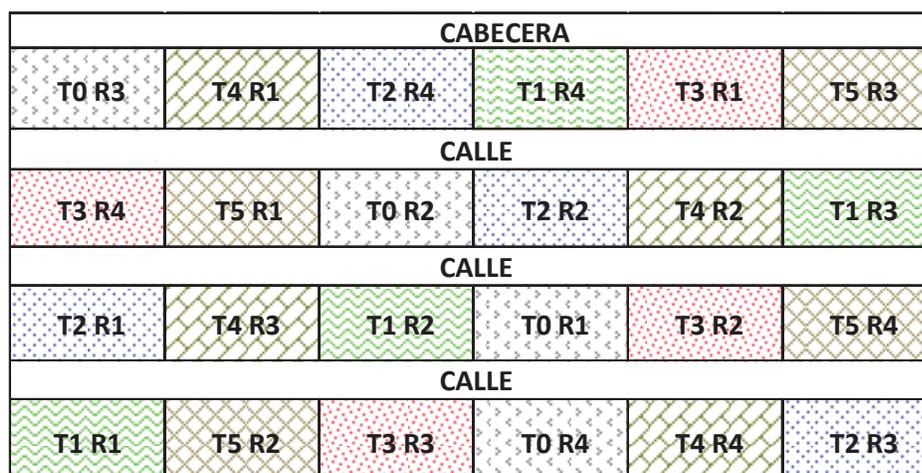
### 3.3.4. Delimitación del campo experimental

En la tabla 8 se observa las características del campo experimental. Cada unidad experimental tuvo un área de 10 m<sup>2</sup>. Asimismo, en la figura 2 se aprecia la distribución de los tratamientos.

**Tabla 8: Características del campo experimental**

Cultivo	Vainita
Cultivar	Jade
Diseño experimental	DBCA
Número de tratamientos	6
<b>Unidad experimental (parcela)</b>	
Largo de parcela	5 m
Ancho de parcela	2.1 m
Área de parcela	10.5 m <sup>2</sup>
<b>Bloques</b>	
Número de bloques	4
Largo del bloque	12.6 m
Ancho del bloque	5 m
Área del bloque	63 m <sup>2</sup>
<b>Calles</b>	
Área total de calles (12 m*4 m)	48 m <sup>2</sup>
Área total experimental	300 m <sup>2</sup>

**Figura 2: Croquis de distribución de los tratamientos utilizados en el ensayo de vainita (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. Jade La Molina 2015**



FUENTE: Elaboración propia

### 3.4. EVALUACIONES

#### 3.4.1. Evaluaciones agronómicas

##### a. Rendimiento de vainita

- Cosechas parciales: se realizaron cinco cosechas parciales en cada una se pesó lo obtenido. Se realizó en el surco central de cada parcela.
- Rendimiento estimado por hectárea, cosecha y por parcela: se pesaron las cosechas parciales para obtener el rendimiento total y por hectárea.
- Peso de diez vainas, peso de vainas por cosecha y peso total de vainas: se pesó las vainas de cada cosecha parcial y luego se obtuvo el peso total de vainas.

##### b. Calidad en la producción

- Peso promedio de fruto: se tomó una muestra de diez vainas tomadas al azar de cada parcela en cada cosecha.
- Largo de fruto: se tomó una muestra de diez vainas tomadas al azar de cada parcela en cada cosecha.
- Diámetro de fruto: se tomó una muestra de diez vainas tomadas al azar de cada parcela en cada cosecha.

### 3.4.2. Evaluaciones biométricas

#### a. Materia seca

Al inicio de la primera cosecha se extrajo dos plantas representativas (bien conformadas) de cada parcela y se pesaron hojas, tallos y frutos (peso fresco). Luego se colocaron las muestras (72) en bolsas de papel debidamente codificadas en la estufa a 70°C por un periodo de 48 horas; una vez concluido el tiempo establecido, se volvió a pesar cada muestra obteniéndose el peso seco de la biomasa; con ambos resultados obtenidos (peso fresco y seco) se efectuó el cálculo del porcentaje de materia seca de cada tratamiento.

#### **Cálculo del porcentaje de materia seca:**

$$\text{Materia seca (\%)} = \frac{P'}{P} \times 100$$

En donde:

**P'** = Peso de la muestra después de la desecación

**P** = Peso de la muestra antes de la desecación

### 3.4.3. Concentración de N-P-K

El análisis de la concentración de elementos mayores (nitrógeno, fósforo y potasio) por las plantas se realizó en el Laboratorio de Análisis de Suelos de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Para ello, se entregaron las muestra molidas como se detalla a continuación:

- Molido, Las muestras secas (72) se procedieron a moler, previamente fueron codificadas para dividir las en tres grupos: Tallos, Hojas y Vaina. Se utilizó un molino pequeño con su compresora de aire.
- Concentración de nitrógeno en tallos, hojas y vainas: se evaluó de acuerdo a la cantidad de nitrógeno que hay en 0.1 g de materia seca. Se determinó en el laboratorio utilizando el Método de Kjeldahl.
- Concentración de fósforo en tallos, hojas y vainas: se evaluó de acuerdo a la cantidad de fósforo que hay en 0,1 g de materia seca. Se determinó en el

laboratorio utilizando el colorímetro, cuya lectura nos indica la concentración de fósforo en p.p.m., que luego se llevó a porcentaje.

- Concentración de potasio en tallos, hojas y vainas: se evaluó de acuerdo a la cantidad de potasio que hay en 0,1 g de materia seca. Se determinó en el laboratorio utilizando el fotospectrómetro, cuya lectura nos indica la concentración de fósforo en p.p.m., que luego se llevó a porcentaje.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. EVALUACIÓN AGRONÓMICA

#### 4.1.1. Rendimiento

En la tabla 9 y grafico 1 se resumen los rendimientos en fresco bajo los diferentes tratamientos evaluados. Los rendimiento variaron entre 5,60 t/ha y 9,48 t/ha. El mayor rendimiento se observó con el tratamiento Fertimar (9,48 t/ha) con aproximadamente 1 t/ha por encima del promedio del ensayo (8,10 t/ha). Por otro lado, el de menor producción fue el testigo (5,60 t/ha) con 2.5 t/ha por debajo del promedio (8,10 t/ha). Realizando las comparaciones de medias con la prueba de Duncan al 5% todas las medias fueron similares, no existiendo diferencias estadísticas entre ellos.

Si bien es cierto el tratamiento sin aplicaciones de extracto de algas en forma foliar y materia orgánica en el suelo fue el más bajo sin diferenciarse estadísticamente del resto de mediciones es muy probable que la variabilidad haya influenciado en la no existencia de diferencias significativas. Calzada (1982) señala que en experimentos de rendimientos agronómicos los coeficientes de variabilidad varían generalmente entre 9 y 29%; valores que exceden estos límites pueden considerarse extremos.

**Tabla 9: Rendimiento en vainita (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. Jade (t/ha) empleando extractos de algas marinas en aplicación foliar**

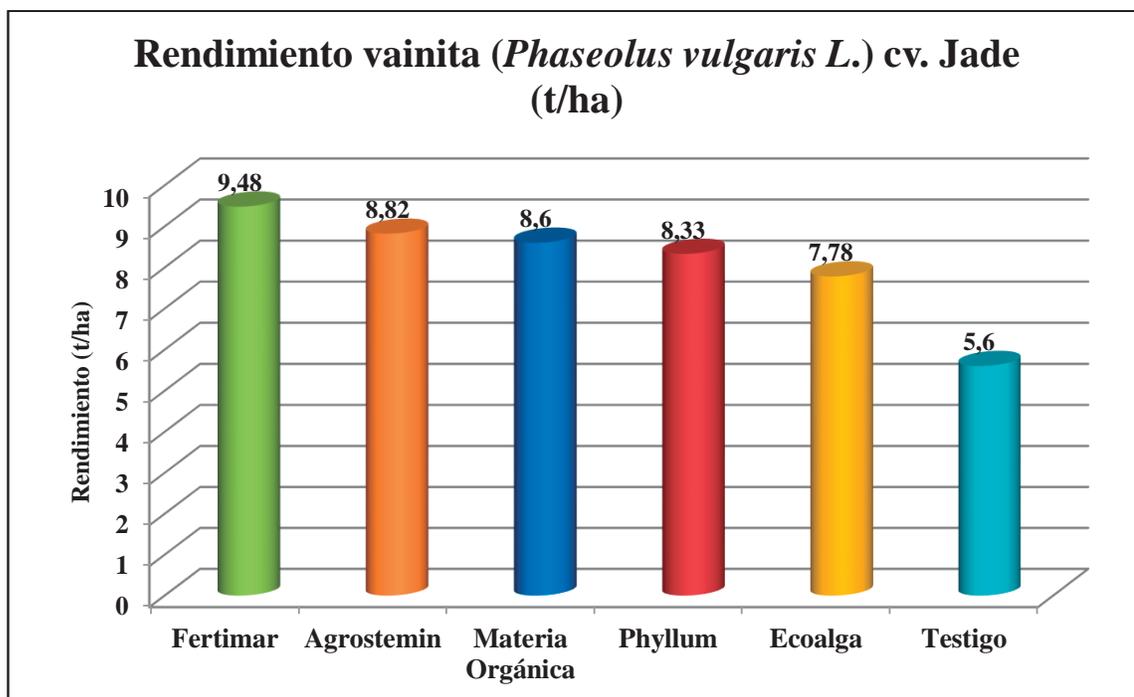
Tratamientos	Rendimiento total (t/ha)
Fertimar	9,48 a*
Agrostemin	8,82 a
Materia Orgánica	8,60 a
Phyllum	8,33 a
Ecoalga	7,78 a
Testigo	5,60 a
Promedio	8,10
ANVA significación	n.s. **
CV	28,92%

C.V.: Coeficiente de variación

\* Medidas con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí según la prueba de Duncan al 0,05%

\*\* n.s.: no significativo

**Gráfico 1: Rendimiento en vainita (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. Jade (t/ha) empleando extractos de algas marinas en aplicación foliar.**



Las condiciones climáticas durante la ejecución del ensayo fueron óptimas para la siembra, crecimiento y cosecha del cultivo, por lo que su producción se centra en los meses de marzo hasta septiembre. De acuerdo al registro climático mencionado anteriormente las temperaturas promedio semanales, humedad relativa y evapotranspiración favorecieron los procesos metabólicos del cultivo, lo que permitió un adecuado crecimiento y desarrollo; sin embargo, la producción total obtenida no alcanza el promedio potencial de 10 t/ha (Toledo 1995; Álvarez, 2007 y Edifarm 2014).

Asimismo, Loayza (2011) en un ensayo reporto un rendimiento de 5,18 t/ha con el cultivar Jade siendo el menor para su estudio, bajo manejo orgánico. Toledo (1995) señala que los rendimientos pueden variar dependiendo del cultivar, época de siembra, condiciones agronómicas y sistema de cosecha.

Brown (2004) indica que estos fertilizantes foliares de origen marino tienen valores muy bajos de NPK (algas 0-0-1) en comparación con la mayoría de fertilizantes aplicados al suelo. Sería tener un costo prohibitivo sólo confiar en estos productos para cumplir los requisitos de macronutrientes de los cultivos. Estos materiales se rocían dos veces por semana durante toda la temporada de crecimiento o como un impulso a mitad de temporada. El uso es para complementar y no sustituir el programa de fertilización base del suelo.

#### **4.1.2. Calidad**

Los parámetros de calidad evaluados se resumen en la tabla 10. En el presente ensayo se observó que el peso promedio de 10 vainas con el tratamiento Phyllum (T3) fue de 86,08 g obteniendo el primer lugar, mientras que el Testigo (T0) obtuvo 7,850 g de peso en promedio por vaina. Sin embargo no existieron diferencias significativas entre las medias de los diferentes tratamientos según la prueba de Duncan al 5%.

**Tabla 10: Parámetros de calidad en el cultivo de vainita (*Phaseolus vulgaris* L.)  
cv. Jade empleando extractos de algas marinas en aplicación foliar**

Tratamientos	Peso de 10 vainas g	Longitud de vaina cm	Diámetro de vaina mm
Testigo	78,50 a	16,91 a	8,47 a*
Materia Orgánica	82,45 a	17,05 a	8,49 a
Agrostemin	77,58 a	16,65 a	8,47 a
Phyllum	86,08 a	17,48 a	8,64 a
Fertimar	83,93 a	17,19 a	8,65 a
Ecoalga	84,74 a	17,43 a	8,49 a
Promedio	82,21	17,12	8,54
ANVA significación	n.s.	n.s.	n.s. **
C.V.	22,11 %	9,25 %	4,64 %

C.V.: Coeficiente de variación

\* Medidas con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí según la prueba de Duncan al 0,05%

\*\* n.s.: no significativo

El peso por vaina es una medida importante porque influye bastante en la calidad. Un peso excesivo de la vaina puede indicar un desarrollo precoz de la semilla o a un menor peso por deshidratación, aumentando la fibrosidad de vaina. (Lawson 2001, Stolle-Smits et al. 1999)

Álvarez (2007) en un ensayo de fertilización en vainita reportó que el peso de vaina en el cultivar Jade estuvo en último nivel de significación con 5,26 g por vaina. Asimismo, Loayza (2011) no obtuvo diferencias significativas en el peso de 10 vainas en el cultivar Jade siendo este de 43,63 g por 10 vainas.

La longitud de vaina fluctuó entre 16.65 y 17.48 cm (tabla 10). En esta característica tampoco se observó diferencias significativas entre los diversos tratamientos. El tratamiento Phyllum (T3) obtuvo el mayor valor (17,48 cm). Sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos.

La longitud de vaina es una característica propia del cultivar (alta heredabilidad) aunque también influenciada por el ambiente (Poehlman 2003). Camarena et al.

(2012) indica que el cultivar Jade presenta una longitud entre 15,5 a 17,5 cm.

En diámetro de vaina se obtuvo el mayor valor con 8,65 mm logrado por el tratamiento Fertimar (T4). Sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticas entre las medias de los tratamientos evaluados según la prueba de Duncan al 5% (tabla 10) el menor diámetro se observó en el tratamiento empleando Agrostemin así como en el testigo.

El diámetro de vaina, para esta selección de frutos se tomó en cuenta la sección media de la vaina la cual fue redonda. Álvarez (2007) tampoco encontró diferencias significativas entre los cultivares que evaluó siendo el cultivar Jade el que presentó el menor ancho de vaina con 8,21mm en la primera cosecha y 8,11 mm en la segunda cosecha

## **4.2. EVALUACIÓN MATERIA SECA**

### **4.2.1. Materia seca en hoja, tallo y fruto**

Esta evaluación se realizó al inicio de la cosecha a los 65 días después de la siembra. En la tabla 11 se resumen los resultados obtenidos en hojas, tallos y fruto. En hoja el porcentaje de materia seca varió entre 17.45 y 18.18% (Grafico 2). En los tallos los valores variaron entre 17.73 y 19.33 (Grafico 3); y en frutos los valores fluctuaron entre 6.78 y 7.45% (Grafico 4).

Todas las medias en los diferentes órganos evaluados presentaron valores similares según la prueba de medias de Duncan al 5%, por lo que los resultados obtenidos son considerados similares estadísticamente.

**Tabla 11: Porcentaje de materia seca en hojas, tallo y fruto en vainita (*Phaseolus vulgaris L.*) cv. Jade empleando extractos de algas marinas en aplicación foliar.**

Tratamientos	Porcentaje de Materia seca		
	Hojas	Tallos	Frutos
Testigo	17,49 a	19,33 a	6,78 a*
Materia Orgánica	17,46 a	18,44 a	7,21 a
Agrostemin	17,45 a	18,98 a	6,96 a
Phyllum	17,67 a	18,35 a	7,07 a
Fertimar	17,58 a	17,73 a	7,33 a
Ecoalga	18,18 a	18,63 a	7,45 a
Promedio	17,64 a	18,58 a	7,13 a
ANVA significación	n.s.	n.s.	n.s.**
C.V.	5,16%	8,30%	11,17%

C.V.: Coeficiente de variación

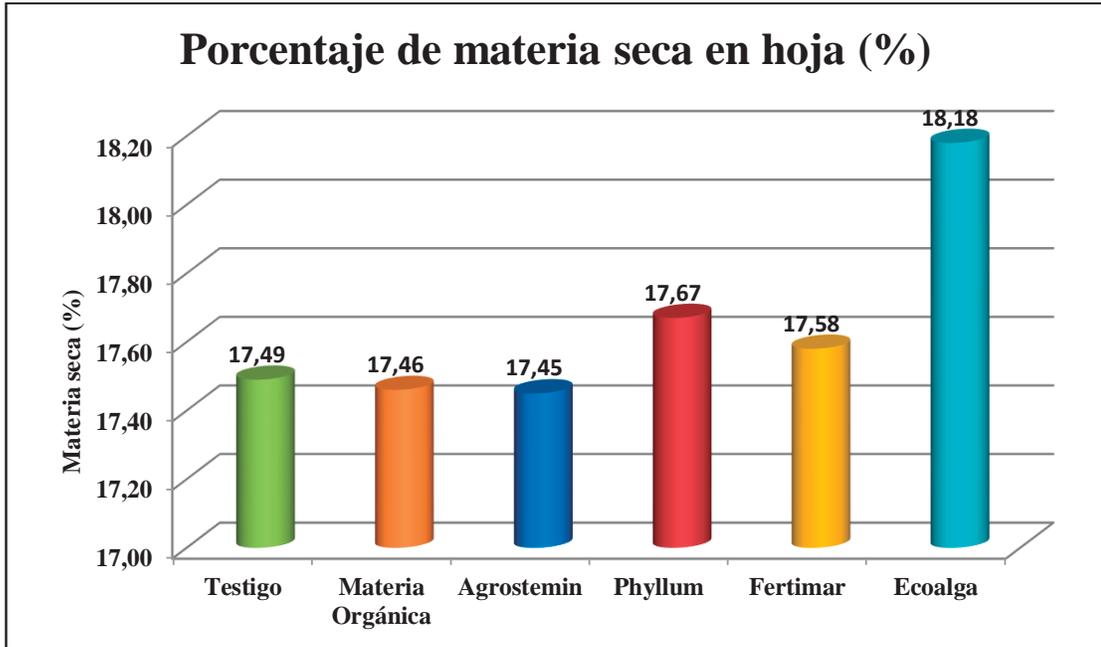
\* Medidas con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí según la prueba de Duncan al 0,05%

\*\* n.s.: no significativo

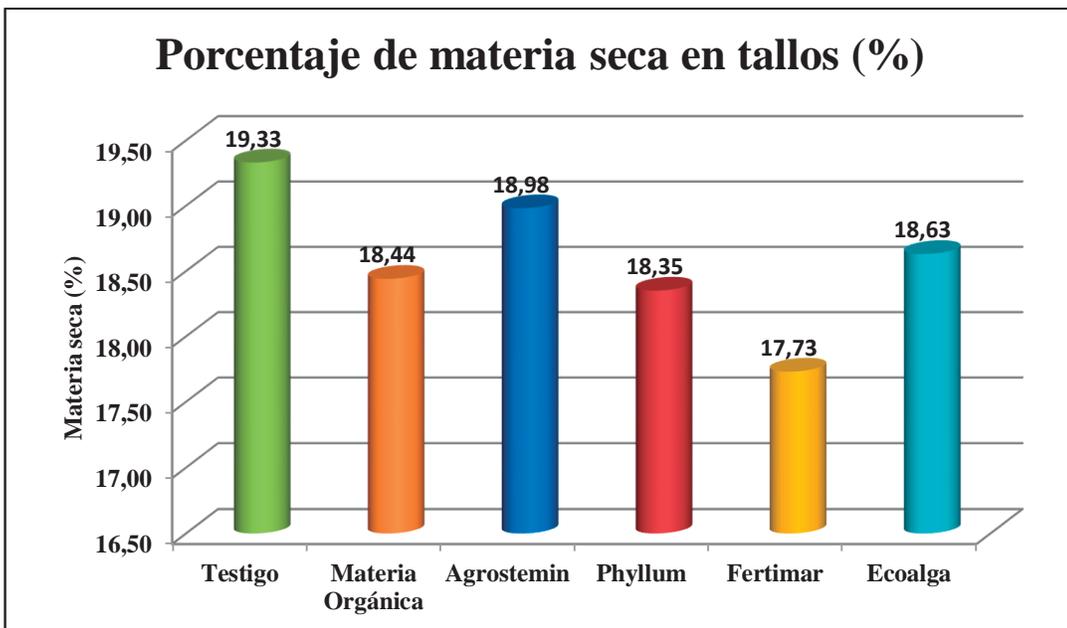
Loayza (2011) también observó que no hubo diferencias significativas en el porcentaje de materia seca con y sin rotación de *Crotalaria*. El cultivar Jade tuvo 24,02% de materia seca total.

Zeballos (2008) evaluó fuentes de materia orgánica y gallinaza con tres niveles de *Ascophyllum nodosum* no encontrando diferencias significativas en la materia seca de bulbos de cebolla cv. Roja Camaneja (*Allium cepa*). Asimismo, Hernández (2012), no encontró diferencias significativas en los cinco tratamientos de extractos de algas usados en la variable de materia seca aplicados foliarmente al cultivo de algodón (*Gossypium hirsutum*). De la misma manera, Layten (2015) no encontró diferencias significativas en la materia seca de capítulos de alcachofa (*Cynara scolymus L.*) empleando aplicaciones foliares de extractos de alga.

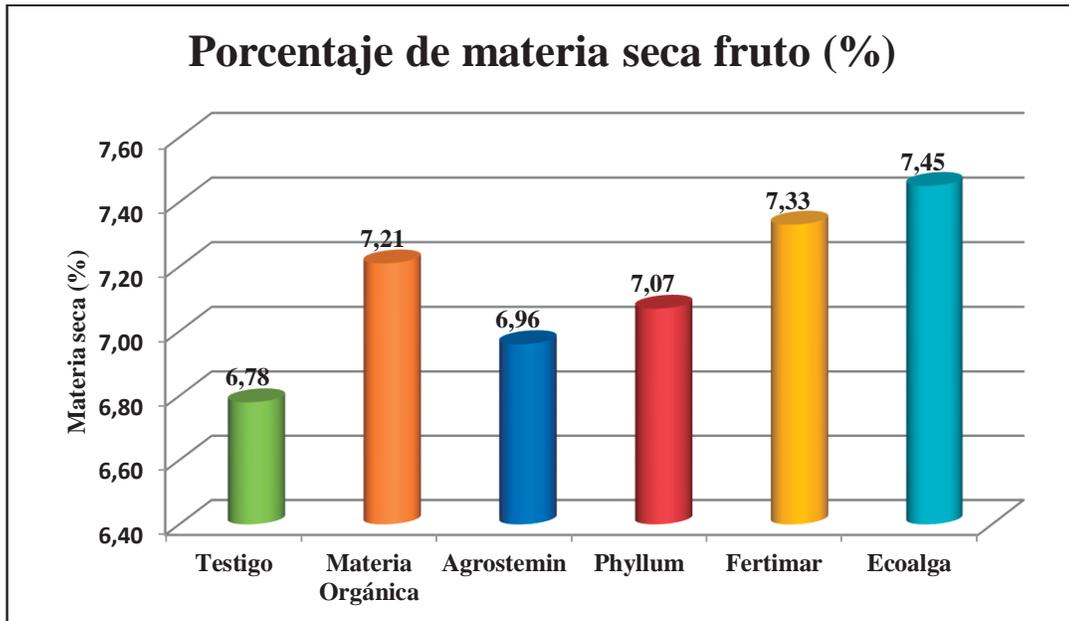
**Gráfico 2: Porcentaje de materia seca en hojas en vainita (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. Jade empleando extractos de algas marinas en aplicación foliar.**



**Gráfico 3: Porcentaje de materia seca en tallo en vainita (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. Jade empleando extractos de algas marinas en aplicación foliar.**



**Gráfico 4: Porcentaje de materia seca en fruto en vainita (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. Jade empleando extractos de algas marinas en aplicación foliar.**



### 4.3. CONCENTRACIÓN DE NPK EN EL FOLLAJE DE VAINITA

En la tabla 12 se presenta los resultados obtenidos para cada uno de los tratamientos evaluados. Se aprecia que para hojas y tallos en los nutrientes Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K) no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el análisis de variancia; asimismo, para frutos en los nutrientes Nitrógeno (N), Fósforo (P).

El análisis de variancia muestra que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos para el contenido de Potasio (K) en frutos.

El mayor contenido de potasio se encontró con el tratamiento Agrostemin con 2,84%, esto concuerda con la composición de los productos en la cual el tratamiento con Agrostemin es el que aportaba mayor cantidad de Potasio (14,0 % – 16,0%). El menor contenido de potasio se encontró en el testigo con 2,10%. La significancia en el contenido de potasio puede deberse a que los abonos de algas tienden a tener más sales de potasio como indica Acleto (1986).

**Tabla 12: Concentración de N, P, K (%) en hoja, tallo y fruto en vainita (*Phaseolus vulgaris L.*) cv. Jade empleando extractos de algas marinas en aplicación foliar.**

	Hojas			Tallos			Frutos		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K
<b>Testigo</b>	3,70 a	0,24 a	1,05 a	2,14 a	0,16 a	1,62 a	3,14 a	0,37 a	2,10 a
<b>Materia Orgánica</b>	3,43 a	0,26 a	1,30 a	2,14 a	0,17 a	1,94 a	3,51 a	0,38 a	2,48 ab
<b>Agrostemin</b>	3,63 a	0,27 a	1,18 a	2,32 a	0,19 a	1,70 a	3,58 a	0,42 a	2,84 b
<b>Phyllum</b>	3,48 a	0,26 a	1,23 a	2,18 a	0,17 a	1,55 a	3,44 a	0,36 a	2,28 a
<b>Fertimar</b>	3,62 a	0,26 a	1,16 a	2,28 a	0,19 a	1,74 a	3,58 a	0,36 a	2,47 ab
<b>Ecoalga</b>	3,34 a	0,25 a	1,27 a	2,39 a	0,18 a	1,89 a	3,54 a	0,34 a	2,39 ab
<b>Promedio</b>	3,53	0,26	1,20	2,24	0,18	1,74	3,47	0,37	2,43
<b>ANVA significación</b>	n.s.	*							
<b>C.V.</b>	11%	16,85%	20,20%	12,73%	11,14%	18,52%	9,49%	13,51%	12,13%

C.V.: Coeficiente de variación

\* Medidas con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí según la prueba de Duncan al 0,05%

\*\* n.s.: no significativo

En la tabla 13 se muestra los niveles de macronutrientes en hoja recomendados para el cultivo de vainita según Silva y Uchida (2000) se observa que la concentración de Nitrógeno (N) varía de 3,34% a 3,70% estando dentro de los rangos establecidos. Asimismo, la concentración de fosforo (P) presenta valores de 0,24% a 0,27% que también están dentro de los niveles óptimos. Sin embargo, la concentración de Potasio (K) está por debajo del nivel recomendado fluctuando entre 1,05% a 1,30%.

Este nivel bajo en la concentración de potasio en las hojas puede ser a la movilidad del elemento dentro de la planta (desplazándose hacia arriba y hacia abajo por el xilema y el floema), la dirección del transporte suele ser hacia los tejidos jóvenes, dándose con frecuencia una redistribución desde las partes más viejas de la planta a las más jóvenes (Mengel & Kirkby 1987).

Tenesaca y Felipe (2015) reportaron en un ensayo de absorción de nutrientes en frejol que el contenido de Potasio (K) en hoja tiende a decrecer a medida que el ciclo fenológico se desarrolla siendo translocado a la vaina que logra la máxima absorción de Potasio.

**Tabla 13: Niveles de nutrientes en tejido vegetal recomendado para el cultivo de vainita**

<b>Nitrógeno (%)</b>	<b>Fosforo (%)</b>	<b>Potasio (%)</b>
3,00 – 6,00	0,25 – 0,75	1,80 – 4,00

FUENTE: Silva, J.; Uchida, R. 2000. Plant nutrient management in Hawaii's soils: approaches for tropical and subtropical agriculture.

## V. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se llevó el presente ensayo, se concluye lo siguiente:

1. No se encontraron diferencias significativas de rendimiento con los tratamientos en estudio. El tratamiento Fertimar obtuvo el mayor rendimiento con 9,48 t/ha.
2. No se encontraron diferencias significativas en la calidad de la vaina siendo el tratamiento Phyllum el que presentó un mayor peso de 10 vainas (86,08 g), longitud (17,48 cm) y Fertimar obtuvo un mayor diámetro (8,64 mm).
3. No se encontraron diferencias significativas en producción de materia seca. El tratamiento Ecoalga obtuvo el mayor porcentaje de materia seca en hoja (18,18%) y en fruto (7,45%) mientras que el testigo obtuvo el mayor porcentaje de materia seca en tallo (19,33%).
4. Las concentraciones de Nitrógeno y Fosforo en hoja, tallo y frutos fueron similares en todos los tratamientos evaluados. Solo en la concentración de Potasio en frutos se observó diferencias significativas, siendo los tratamientos con fertilización con materia orgánica y Agrostemin los que presentaron la mayor concentración de este macronutriente con 2,48% y 2,84% respectivamente.

## VI. RECOMENDACIONES

En función a los resultados obtenidos se recomienda:

- Realizar investigaciones para evaluar el efecto de los extractos de algas marinas considerando el contenido de nitrógeno mineral para determinar la acción de este en la función de los bioestimulantes.
- Realizar investigaciones para ver el efecto de las algas marinas en condiciones de estrés biótico o abiótico de las especies cultivadas.
- Evaluar la eficiencia del uso de la fertilización inorgánica usando extractos de algas marinas.
- Utilizar extractos de algas marinas a base de especies nativas del litoral peruano como el género *Lessonia*; debido a que la mayoría de extractos son importados y elaborados de la especie *Ascophyllum nodosum* nativa del hemisferio norte.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

1. Abreu, G.F., Talamini, V.; Stadnik, M.J. 2008. Bioprospecção de macroalgas marinhas e plantas aquáticas para o controle da antracnose do feijoeiro. *Summa Phytopathologica*, Botucatu, v.34, n.1, p.78-82.
2. Agroecosistem. 2015. Ficha técnica Ecoalga. Disponible en:  
<http://agroecosistem.com/fichatecnica/FICHA-TECNICA-ECO-ALGAS.pdf>
3. AgroScience.2015. Ficha técnica Koripacha. Disponible en:  
<http://agroscience.com.pe/productos/koripacha-bio/HS%20Koripacha%20Bio.pdf>
4. Alegre, J., García S., Guerra P., Lao C., Vega R. 2014. Manual, la materia orgánica en los sistemas agroforestales. VLIR UNALM. 24 p.
5. Acleto, C. 1986. Algas marinas del Perú de importancia económica. Serie de divulgación: UNMSM, no.5. Lima – Perú 107 p.
6. Acosta, J., Kelly, D. 2007. Prebreeding in common bean and use of genetic diversity from wild germplasm. *Crop. Sci.* 47(S3): S44-S59.
7. Álvarez, N. 2007. Evaluación del rendimiento y la calidad de tres cultivares de vainita (*Phaseolus vulgaris* L.) con aplicación de abonos orgánicos y micronutrientes en el Valle del Rímac. Tesis de Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Perú 123 p.

8. Altieri, M., Nicholls, M. 2000. Agroecología teoría y práctica para una agricultura sustentable. Edición del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente 257 p.
9. Arthur, GD., Stirk, WA.; Van Staden J. 2003. Effect of a seaweed concentrate on the growth and yield of three varieties of *Capsicum annuum*. South African Journal of Botany 2003, 69(2): 207–211.
10. Basher, A. A., Mohammed, A. J.; Teeb, A. I. H. 2012. Effect of seaweed and drainage water on germination and seedling growth of tomato (*Lycopersicon spp.*). Euphrates J Ag Sci, 4:24-39.
11. Bertsch, F. 1998. La fertilidad de los suelos y su manejo. 1.ª ed. San José, Costa Rica: asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo (ACCS) 157 pp.
12. Blaine, M., W.J. Zimmerman, I. Crouch; J. van Staden. 1990. Agronomic uses of seaweed and microalgae. In: Akatuska I. Introduction to applied phycology. SPB Academic Publishing BV, The Hague, The Netherlands 267-307.
13. Brown, M. 2004. The use of marine derived products and soybean meal as fertilizers in organic vegetable production. Thesis Master in Science. North Carolina State University – United States 94 p.
14. Bula-Meyer, G. 2004. Las macroalgas marinas en la agronomía y el uso potencial del *Sargassum* flotante en la producción de fertilizantes en el archipiélago de San Andrés y Providencia, Colombia. INTROPICA, 1(1), 91-103.
15. Calzada, J. 1982. Métodos estadísticos para la investigación. Lima Edigraria, 1982.

16. Camarena, F., Huaranga, A.; Mostacero, E. 2009. Innovación tecnológica para el incremento de la producción de frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*). Universidad Nacional Agraria La Molina – CONCYTEC. 234p.
17. Camarena, F., Huaranga A., Mostacero, J.; Patricio, M. 2012. Tecnología para el incremento de la producción del frijol vainita (*Phaseolus vulgaris L.*) para la exportación. Universidad Nacional Agraria La Molina.
18. Carvajal, J.; Benavides, A. 2010. Fertilización biológica: técnicas de vanguardia para el desarrollo agrícola sostenible. *Producción + Limpia* 5(2):77-97.
19. Cásseres, E. 1980. Producción de hortalizas. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. San José – Costa Rica. 387 p.
20. Chiappe, L., Camarena, F., Vega, H.; Huaranga, A. 2004. Avances de las investigaciones en “menstras” en el área aldononera de la costa central peruana. *Agronomía* 48:35-40.
21. Craigie, J. 2011. Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. *Journal of Applied Phycology* 23:371-393
22. Crouch, L.; J. Van Staden. 1992. Evidence of the presence of plant growth regulators in commercial seaweed products. *Plant Growth Regulation* 13(1):21-29.
23. Dall, R.; Marchioro V. 2010. Manejo de *Ascophyllum nodosum* na cultura do trigo. *Cascavel*, 3(1):64-71.
24. Davelouis J.R. 1991. Fertilidad del suelo. UNALM. 129 pp.
25. Delgado, A. 1985. Systematics of the genus *Phaseolus* (Leguminosae) in North and Central America. PhD thesis, The University of Texas at Austin. 363 p.

26. Dogra, B.; Mandradia K. 2012. Effect of seaweed extract on growth and yield of onion. *International Journal of Farm Sciences* 2(1):59-64.
27. Edifarm. 2014. Vademécum agrícola. Disponible en:  
[http://www.edifarm.com.ec/edifarm\\_quickagro/pdfs/productos/VAINITA%20JADE-20160830-143450.pdf](http://www.edifarm.com.ec/edifarm_quickagro/pdfs/productos/VAINITA%20JADE-20160830-143450.pdf)
28. Epuin, A. 2004. Evaluación de tres bioestimulantes comerciales sobre el rendimiento de cuatro variedades de papa, bajo condiciones de secano en el valle central de la IX región. 55-62 p.
29. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 1999. Comité de Agricultura 15° Período de Sesiones, Tema 8 del Programa Provisional, documento COAG/99/Rev. 1, Roma, 25-29 enero de 1999. Disponible en <http://www.fao.org/unfao/bodies/coag/coaG15/X0075S.htm>
30. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2003. Agricultura Orgánica: una herramienta para el desarrollo rural sostenible y la reducción de la pobreza. Memoria Del Taller. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-at738s.pdf>
31. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2006. Yearbook of fishery statistics, vol 98(1-2). Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome.
32. Fox, B.; Cameron A. 1961. Food science, nutrition and health. Sixth Edition. Ed. Edward Arnold, a division of Hodder Headline PLC, London NW1 3BH.
33. Freytag, G.; Debouck, D. 2002. Taxonomy, distribution, and ecology of the genus Phaseolus (Leguminosae-Papilionodeae) in North America, Mexico and Central America. Taxonomía, distribución y ecología del género Phaseolus (Leguminosae-

Papilionodeae) en Norteamérica, México y Centroamérica. SIDA, Botanical Miscellany 310 p.

34. Ganapathy, G.; Sivakumar, K. 2013. Effect of foliar spray from seaweed liquid fertilizer of *Ulva reticulata* (Forsk.) on *Vigna mungo* L. and their elemental composition using SEM – energy dispersive spectroscopic analysis. Asian Pacific Journal of Reproduction 2(2):119–125
35. Ganapathy, G.; Sivakumar, K. 2014. Influence of seaweed extract as an organic fertilizer on the growth and yield of *Arachis hypogea* L. and their elemental composition using SEM– Energy Dispersive Spectroscopic analysis. Asian Pacific Journal of Reproduction 3(1):18-22.
36. González, M. 2003. Cultivo del ejote. Centro nacional de tecnología agropecuaria y forestal. Guía técnica nº 18 año 2003. San Salvador 32 p.
37. Hernández, C. 2012. Extractos de algas marinas en el desarrollo, rendimiento y calidad de fibra de algodón (*Gossypium hisutum* L.) 76 p.
38. Hortus. 2015. Ficha técnica de Phyllum. Disponible en: <http://www.hortus.com.pe/Hortus/nutricion/fichatec/phyllum.pdf>
39. Jiménez, E., Dorta, F., Medina, C., Ramírez, A., Ramírez, I.; Peña-Cortés, H. 2011. Anti-phytopathogenic activities of macro-algae extracts. Marine drugs, 9(5):739-756.
40. Khan, W., Rayirath, U. P., Subramanian, S., Jithesh, M. N., Rayorath, P., Hodges, D. M., & Prithiviraj, B. 2009. Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. *Journal of Plant Growth Regulation*, 28(4):386-399.

41. Kimati, H., Amorim, L., Rezende, J. A. M., Bergamim Filho, A., & Camargo, L. E. A. 1997. Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas. 3.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997. v.2. 736-757 p.
42. Lawson V. 2001. Bush Bean Cultivar Trial. Department of Horticulture Office of Agricultural Research Programs Purdue University West Lafayette Indiana.
43. Layten, C. 2015. Efecto de extractos de algas marinas en el rendimiento y calidad de alcachofa (*Cynara scolymus L.*) cv. Lorca. Tesis de Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Perú 82 p.
44. Lizzi, Y.; Coulomb, C.; Coulomb, P.J.; Coulomb, P.O.; Polian, C. 1998. L'algue face au Mildiou: qu'avenir? Phytoma, Paris 508:29-30 p.
45. Loayza, S. 2011. Productividad de seis cultivares de vainita (*Phaseolus vulgaris L.*) en rotación con crotolaría (*Crotalaria juncea L.*) en un sistema de producción orgánico. Tesis de Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Perú 73 p.
46. Lola-Luz, T., Hennequart, F.; Gaffney, M. 2013. Enhancement of phenolic and flavonoid compounds in cabbage (*Brassica oleraceae*) following application of commercial seaweed extracts of the brown seaweed, (*Ascophyllum nodosum*). Agricultural and Food Science 22(2):288-295.
47. López, D.A., R.M. Williams, K. Miehle y J. Mazana. 1995. Enzimas, fuente de vida. Fundación de Investigación Inmunológica (IERF), 1+822 Monticelo Place, Evanston, Illinois, USA. Ed. en español, Edika Med., S.L., Barcelona, España.
48. López-Mosquera, M. 2011. Composting fish waste and seaweed to produce a fertilizer for use in organic agriculture. Procedia Environmental Sciences 9 (2011):113–117.

49. Maréchal, R; JM Mascherpa, F Stainier. 1978. Etude taxonomique d'un groupe complexe d'espèces des genres *Phaseolus* et *Vigna* (Papilionaceae) sur la base de données morphologiques et polliniques, traitées par l'analyse informatique. *Boissiera* 28:1–273.
50. Martínez, L.J. y J. Salomon. 1995. Efecto de un extracto de algas y varios fitorreguladores sobre el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) var. Gigant. Tesis doctoral. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.
51. Mengel, K. y Kirkby, E. 1987. Principios de nutrición vegetal. 4a. Edición. 692 pp.
52. Ministerio de Agricultura. 2014. Anuario de producción agrícola 2014. Disponible en: <http://siea.minag.gob.pe/siea/?q=publicaciones/anuarios-estadisticos>
53. Mógor, Á.F.; Ono, E.O.; Rodrigues, J.D.; Mógor, G. 2008. Aplicação foliar de extrato de alga, ácido l-glutâmico e cálcioemfeijoeiro. *Scientia Agraria, Curitiba* 9(4):431-437 p.
54. Norrie, J., & Keathley, J. 2005. Benefits of *Ascophyllum nodosum* marine-plant extract applications to Thompson Seedless grape production. In X International Symposium on Plant Bioregulators in Fruit Production 727:243-248 pp.
55. Padilla, R. 2013. Evaluación de cuatro fungicidas la roya (*Uromyces spp vulgaris* L.) En el cantón Pimampiro provincia de Imbabura. Tesis de Agrónomo. Universidad Técnica de Babahoyo. El Ángel – Ecuador 92 p.
56. Patier, P., Yvin, J., Kloareg, B., Liénart Y.; Rochas, C. 1993. Seaweed liquid fertilizer from *Ascophyllum nodosum* contains elicitors of plant D-glycanases. *Journal of Applied Phycology* 5:343-349.

57. Peruvian Seaweeds. 2015. Ficha técnica Fertimar. Disponible en:  
<http://www.pswsa.com/images/productos/bioestimulantes/FERTIMAR.pdf>
58. Peruvian Seaweeds. Ensayo de eficacia “*Protocolo de evaluación de la eficacia fungicida de Fertimar (Algas marinas) en el control de Lasiodiplodia theobromae en plantas de vid*”.
59. Poehlman, J.; Sleper, D. 2003. Mejoramiento genético de las cosechas: Mejoramiento genético del maíz. Noriega, 2:214-238.
60. Popescu, G.; Popescu M. 2014. Effect of the brown alga *Ascophyllum nodosum* as biofertilizer on vegetative growth in grapevine (*Vitis vinifera L.*). Current Trends in Natural Sciences 3(6):61-67.
61. Pramanick, B., Brahmachari K.; Ghosh, A. 2013. Effect of seaweed saps on growth and yield improvement of green gran. African Journal of Agricultural Research 8(13):1180-1186.
62. Química Suiza Industrial. 2012. Ficha Técnica Agrostemin. Disponible en:  
<http://www.qsindustrial.biz/sites/default/files/product/files/publics/agrostemin.pdf>
63. Ramírez, M.; Santelices, B. 1991. Catalogo de las algas marinas bentónicas de la costa temperada del Pacífico de Sudamérica. Monografías biológicas 5, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago 437 pp.
64. Rayorath, P., Jithesh, M., Farid, A., Khan W., Palanisamy R., Hankins S., Critchley A.; Prithiviraj B. 2008. Rapid bio assays to evaluate the plant growth promoting activity of *Ascophyllum nodosum* (L) Le Jol using a model plant. *Arabidopsis thaliana* (L) Heyah. Journal of Applied Phycology 20:423-429.

65. Reitz, S. R.; Trumble, J. T. 1996. Effects of cytokinin-containing seaweed extract on *Phaseolus lunatus* L.: influence of nutrient availability and apex removal. *Botánica marina*, 39(1-6):33-38.
66. Santelices, B. 1989. Algas marinas de Chile: distribución, ecología, utilización y diversidad. II. Pontificia Universidad Católica De Chile 399 p.
67. Sasikumar, K., Govindan, T.; Anuradha, C. 2011. Effect of Seaweed Liquid Fertilizer of *Dictyota dichotoma* on growth and yield of *Abelmoschus esculantus* L. *European Journal of Experimental Biology* 1(3):223-227.
68. Scialabba, N.; Hattam, C. 2003. Agricultura orgánica, ambiente y seguridad alimentaria (Vol. 4). Food & Agriculture Org.
69. Searles, R. 1978. The genus *Lessonia Bory* (*Phaeophyta, Laminariales*) in Southern Chile and Argentina. *British phycological journal*, 13(4):361-381.
70. Senn, T. 1987. Seaweed and plant growth. Faith Printing Company. United States 192p.
71. Silva, J.; Uchida, R. 2000. Plant nutrient management in Hawaii's soils: approaches for tropical and subtropical agriculture 57-65.
72. Singh, S. 2001. Broadening the genetic base of common bean cultivars. *Crop Science*, 41(6):1659-1675.
73. Soukup, J. 1970. Genera peruviana. *Raymondiana* 3:5-97.
74. Spinelli, F., Fiori, G., Noferini, M., Sprocatti M.; Costa, G. 2010. A novel type of seaweed extract as a natural alternative to the use of iron chelates in strawberry production. *Scientia Horticulturae* 125(2010):263–269.

75. Stamatiadis, S., Evangelou, L., Yvin, J. C., Tsadilas, C., Mina, J. M. G.; Cruz, F. 2015. Responses of winter wheat to *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jol. extract application under the effect of N fertilization and water supply. *Journal of Applied Phycology*, 27(1):589-600.
76. Talamini, V.; Stadnik, M. 2004. Extratos vegetais e de algas no controle de doenças de plantas. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina. cap. 3, 45-62 p.
77. Tenesaca, L.; Felipe, L. 2015. Determinación de la curva de absorción de nutrientes NPK Ca Mg en cuatro etapas fenológicas del cultivo de fréjol *Phaseolus vulgaris* L. (Trabajo de titulación). UTMACH, Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias, Machala, Ecuador 65 p.
78. Toledo, J. 1995. Cultivo de la vainita. Instituto Nacional de Investigación Agraria Lima - Perú 84 p.
79. Thirumaran, G., Arumugam, M., Arumugam, R.; Anantharaman, P. 2009. Effect of seaweed liquid fertilizer on growth and pigment concentration of *Cyamopsis tetragonoloba* (L) Taub. *American-Eurasian Journal of Agronomy* 2 (2):50-56.
80. Stolle-Smits, T., Beekhuizen, J. G., Kok, M. T., Pijnenburg, M., Recourt, K., Derksen, J.; Voragen, A. G. (1999). Changes in cell wall polysaccharides of green bean pods during development. *Plant Physiology*, 121(2):363-372.
81. Ugarte, R.; Sharp, G. 2001. A new approach to seaweed management in Eastern Canada: the case of *Ascophyllum nodosum*. *Cahiers de Biologie Marine* 42:63-70.
82. Ugás, R., Siura, S., Delgado, F., Casas, A.; Toledo, J. 2000. Hortalizas. Datos básicos. Programa de Investigación en Hortalizas, UNALM. Lima – Perú 202 p.

83. Vijayanand, N., Sivasangari, S.; Rathinavel, S. 2014. Potential of liquid extracts of *Sargassum wightii* on growth, biochemical and yield parameters of cluster bean plant. *Asian Pacific Journal of Reproduction* 3(2):150-155.
84. Weeraddana, C. 2012. Extracts of the brown seaweed, *Ascophyllum nodosum*, effect *Arabidopsis thaliana* – *Myzus persicae* interaction (Doctoral dissertation, Master Thesis). Disponible en [https://dalspace.library.dal.ca/bitstream/handle/10222/15239/Weeraddana,%20Chaminda%20De%20Silva,%20MSc,%20AGRI,%20May%202012%20\(1\).pdf?sequence=1](https://dalspace.library.dal.ca/bitstream/handle/10222/15239/Weeraddana,%20Chaminda%20De%20Silva,%20MSc,%20AGRI,%20May%202012%20(1).pdf?sequence=1)
85. Zhang X.; Schmidt R. 1997. The impact of growth regulators on the a-tocopherol status in water-stressed *Poa pratensis* L. *Int Turfgrass Res J* 8:1364–1373.
86. Zeballos C. 2008. Efecto de la aplicación foliar de *Ascophyllum nodosum* en cebolla cv. “Roja camaneja” (*Allium cepa* L.) bajo diferentes fuentes de materia orgánica. Tesis para optar el grado de Magister Scientie. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima – Perú 116 p.

## VIII. ANEXOS

### ANEXO 1: Cronograma de labores de campo.

Fecha	Días	Actividad
11/06/2015	-2	Preparación del campo
13/06/2015	-3	Riego machaco
16/06/2015	0	Siembra
20/06/2015	4	Riego
27/06/2015	11	Riego
04/07/2015	18	Riego
09/07/2015	23	1 <sup>er</sup> Aplicación de extractos de alga
11/07/2015	25	Riego
15/07/2015	29	Aplicación de Abamectina (20 cc Reto/20 l)
16/07/2015	30	2 <sup>da</sup> Aplicación de extractos de alga Aplicación de materia orgánica
18/07/2015	32	Riego
20/07/2015	34	Aplicación de Abamectina (20 cc Reto/20 l)
22/07/2015	36	Aplicación de Dipel ( <i>Bacillus thuringiensis</i> ) (20 g/20 l)
23/07/2015	37	3 <sup>er</sup> Aplicación de extractos de alga
25/07/2015	39	Riego
30/07/2015	44	4 <sup>ta</sup> Aplicación de extractos de alga Dipel ( <i>Bacillus thuringiensis</i> ) (20 cc/20 l) Azoxystrobin +Tebuconazole (20 cc Celtic /20 l)
01/08/2015	46	Riego
08/08/2015	53	Riego
10/08/2015	55	Aplicación de: Azoxystrobin +Tebuconazole (20 cc Celtic /20 l) Imidacloprid (20 cc Zuker /20 l)
15/08/2015	60	Riego
20/08/2015	65	Muestreo de plantas
21/08/2015	66	1 <sup>era</sup> Cosecha
22/08/2015	67	Riego
28/08/2015	73	2 <sup>da</sup> Cosecha
29/08/2015	74	Riego
04/09/2015	80	3 <sup>er</sup> Cosecha
05/09/2015	81	Riego
11/09/2015	87	4 <sup>ta</sup> Cosecha
12/09/2015	88	Riego
18/09/2015	94	5 <sup>ta</sup> Cosecha

**ANEXO 2: Análisis ANVA y prueba de comparación de medias de Duncan para cada uno de los parámetros evaluados.**

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RENDIMIENTO	24	0.37	0.03	28.92

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	47.43	8	5.93	1.08	0.4263
TRATAMIENTO	36.37	5	7.27	1.33	0.3061
REPETICION	11.06	3	3.69	0.67	0.5826
Error	82.33	15	5.49		
Total	129.75	23			

**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 5.4884 gl: 15

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
0.00	5.60	4	1.17 A
5.00	7.78	4	1.17 A
3.00	8.33	4	1.17 A
1.00	8.60	4	1.17 A
2.00	8.82	4	1.17 A
4.00	9.48	4	1.17 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
PESO DE 10 VAINAS g/10m2	24	0.06	0.00	22.11

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	341.89	8	42.74	0.13	0.9967
TRATAMIENTO	238.14	5	47.63	0.14	0.9788
BLOQUE	103.75	3	34.58	0.10	0.9560
Error	4954.85	15	330.32		
Total	5296.75	23			

**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 330.3234 gl: 15

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
2.00	77.58	4	9.09 A
0.00	78.50	4	9.09 A
1.00	82.45	4	9.09 A
4.00	83.93	4	9.09 A
5.00	84.74	4	9.09 A
3.00	86.08	4	9.09 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
LARGO cm	24	0.07	0.00	9.25

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3.02	8	0.38	0.15	0.9945
TRATAMIENTO	2.01	5	0.40	0.16	0.9734
BLOQUE	1.01	3	0.34	0.13	0.9379
Error	37.58	15	2.51		
Total	40.60	23			

### Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 2.5056 gl: 15

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
2.00	16.65	4	0.79 A
0.00	16.91	4	0.79 A
1.00	17.05	4	0.79 A
4.00	17.19	4	0.79 A
5.00	17.43	4	0.79 A
3.00	17.48	4	0.79 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DIAMETRO mm	24	0.07	0.00	4.64

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.17	8	0.02	0.13	0.9965
TRATAMIENTO	0.15	5	0.03	0.19	0.9609
BLOQUE	0.02	3	0.01	0.03	0.9918
Error	2.36	15	0.16		
Total	2.52	23			

### Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.1571 gl: 15

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
0.00	8.47	4	0.20 A
2.00	8.47	4	0.20 A
1.00	8.49	4	0.20 A
5.00	8.49	4	0.20 A
3.00	8.64	4	0.20 A
4.00	8.65	4	0.20 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
%MS HOJAS	24	0.37	0.04	5.16

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	7.44	8	0.93	1.12	0.4026
TRATAMIENTO	1.56	5	0.31	0.38	0.8568
BLOQUES	5.88	3	1.96	2.36	0.1121
Error	12.43	15	0.83		
Total	19.87	23			

### Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.8286 gl: 15

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
2.00	17.45	4	0.46	A
1.00	17.46	4	0.46	A
0.00	17.49	4	0.46	A
4.00	17.58	4	0.46	A
3.00	17.67	4	0.46	A
5.00	18.18	4	0.46	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
%MS TALLO	24	0.26	0.00	8.30

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	12.54	8	1.57	0.66	0.7184
TRATAMIENTO	6.07	5	1.21	0.51	0.7638
BLOQUES	6.47	3	2.16	0.91	0.4607
Error	35.63	15	2.38		
Total	48.17	23			

### Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 2.3755 gl: 15

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
4.00	17.73	4	0.77	A
3.00	18.35	4	0.77	A
1.00	18.44	4	0.77	A
5.00	18.63	4	0.77	A
2.00	18.98	4	0.77	A
0.00	19.33	4	0.77	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
%MS VAINA	24	0.56	0.33	11.17

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	12.81	8	1.60	2.42	0.0663
TRATAMIENTO	1.28	5	0.26	0.39	0.8497
BLOQUES	11.53	3	3.84	5.82	0.0076
Error	9.90	15	0.66		
Total	22.71	23			

### Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.6603 gl: 15

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
2.00	6.96	4	0.41 A
3.00	7.07	4	0.41 A
1.00	7.21	4	0.41 A
4.00	7.33	4	0.41 A
5.00	7.45	4	0.41 A
0.00	7.65	4	0.41 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
N % HOJA	24	0.22	0.00	11.00

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.65	8	0.08	0.54	0.8112
TRATAMIENTO	0.38	5	0.08	0.50	0.7689
BLOQUE	0.27	3	0.09	0.59	0.6295
Error	2.27	15	0.15		
Total	2.91	23			

### Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.1510 gl: 15

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
5.00	3.34	4	0.19 A
1.00	3.43	4	0.19 A
3.00	3.48	4	0.19 A
4.00	3.62	4	0.19 A
2.00	3.63	4	0.19 A
0.00	3.70	4	0.19 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
P % HOJA	24	0.28	0.00	16.85

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.01	8	1.4E-03	0.74	0.6587
TRATAMIENTO	2.2E-03	5	4.4E-04	0.23	0.9412
BLOQUE	0.01	3	2.9E-03	1.58	0.2367
Error	0.03	15	1.9E-03		
Total	0.04	23			

### Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0019 gl: 15

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
0.00	0.24	4	0.02	A
5.00	0.25	4	0.02	A
1.00	0.26	4	0.02	A
4.00	0.26	4	0.02	A
3.00	0.26	4	0.02	A
2.00	0.27	4	0.02	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
K % HOJA	24	0.26	0.00	20.20

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.31	8	0.04	0.66	0.7149
TRATAMIENTO	0.16	5	0.03	0.55	0.7330
BLOQUE	0.15	3	0.05	0.85	0.4894
Error	0.88	15	0.06		
Total	1.19	23			

### Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0586 gl: 15

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
0.00	1.05	4	0.12	A
4.00	1.16	4	0.12	A
2.00	1.18	4	0.12	A
3.00	1.23	4	0.12	A
5.00	1.27	4	0.12	A
1.00	1.30	4	0.12	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
N% TALLO	24	0.32	0.00	12.73

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.58	8	0.07	0.89	0.5505
TRATAMIENTO	0.22	5	0.04	0.55	0.7359
BLOQUE	0.35	3	0.12	1.44	0.2694
Error	1.22	15	0.08		
Total	1.79	23			

### Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0813 gl: 15

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
1.00	2.14	4	0.14 A
0.00	2.14	4	0.14 A
3.00	2.18	4	0.14 A
4.00	2.28	4	0.14 A
2.00	2.32	4	0.14 A
5.00	2.39	4	0.14 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
P% TALLO	24	0.42	0.11	11.14

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4.1E-03	8	5.1E-04	1.35	0.2938
TRATAMIENTO	2.2E-03	5	4.4E-04	1.16	0.3741
BLOQUE	1.9E-03	3	6.3E-04	1.67	0.2166
Error	0.01	15	3.8E-04		
Total	0.01	23			

### Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0004 gl: 15

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
0.00	0.16	4	0.01 A
3.00	0.17	4	0.01 A
1.00	0.17	4	0.01 A
5.00	0.18	4	0.01 A
4.00	0.19	4	0.01 A
2.00	0.19	4	0.01 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
K% TALLO	24	0.27	0.00	18.52

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.58	8	0.07	0.70	0.6856
TRATAMIENTO	0.47	5	0.09	0.90	0.5045
BLOQUE	0.11	3	0.04	0.37	0.7771
Error	1.56	15	0.10		
Total	2.14	23			

### Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.1037 gl: 15

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
3.00	1.55	4	0.16 A
0.00	1.62	4	0.16 A
2.00	1.70	4	0.16 A
4.00	1.74	4	0.16 A
5.00	1.89	4	0.16 A
1.00	1.94	4	0.16 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
N% FRUTO	24	0.35	2.2E-03	9.49

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.87	8	0.11	1.01	0.4706
TRATAMIENTO	0.57	5	0.11	1.06	0.4183
BLOQUE	0.30	3	0.10	0.91	0.4592
Error	1.62	15	0.11		
Total	2.49	23			

### Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.1080 gl: 15

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
0.00	3.14	4	0.16 A
3.00	3.44	4	0.16 A
1.00	3.51	4	0.16 A
5.00	3.54	4	0.16 A
4.00	3.58	4	0.16 A
2.00	3.58	4	0.16 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
P% FRUTO	24	0.49	0.22	13.51

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.04	8	4.5E-03	1.81	0.1530
TRATAMIENTO	0.01	5	2.7E-03	1.06	0.4187
BLOQUE	0.02	3	0.01	3.06	0.0607
Error	0.04	15	2.5E-03		
Total	0.07	23			

### Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0025 gl: 15

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
5.00	0.34	4	0.03	A
3.00	0.36	4	0.03	A
4.00	0.36	4	0.03	A
0.00	0.37	4	0.03	A
1.00	0.38	4	0.03	A
2.00	0.42	4	0.03	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
K% FRUTO	24	0.60	0.38	12.13

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1.92	8	0.24	2.78	0.0418
TRATAMIENTO	1.20	5	0.24	2.78	0.0567
BLOQUE	0.72	3	0.24	2.78	0.0773
Error	1.30	15	0.09		
Total	3.22	23			

### Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0864 gl: 15

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
0.00	2.10	4	0.15	A
3.00	2.28	4	0.15	A
5.00	2.39	4	0.15	A B
4.00	2.47	4	0.15	A B
1.00	2.48	4	0.15	A B
2.00	2.84	4	0.15	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )