

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional de Agronomía

**INFLUENCIA DE TRES EXTRACTOS COMERCIALES DE ALGAS
MARINAS EN EL RENDIMIENTO DE DOS CULTIVARES DE
VAINITA (*Phaseolus vulgaris* L.) EN EL IRGAB TACNA**

TESIS

Presentada por:

Bach. MARILYN NILDA BALBOA MAMANI

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TACNA – PERÚ

2023

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional de Agronomía

**INFLUENCIA DE TRES EXTRACTOS COMERCIALES DE ALGAS
MARINAS EN EL RENDIMIENTO DE DOS CULTIVARES DE
VAINITA (*Phaseolus vulgaris* L.) EN EL IRGAB TACNA**

**TESIS SUSTENTADA Y APROBADA EL 22 DE AGOSTO DEL 2023;
SIENDO EL JURADO CALIFICADOR:**

PRESIDENTE:



MSc. MAGNO SANTOS ROBLES TELLO

SECRETARIO:



MSc. ARÍSTIDES CHOQUEHUANCA TINTAYA

VOCAL:



MSc. NIVARDO NÚÑEZ TORREBLANCA

ASESOR:

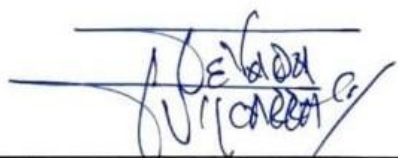


Dr. JUAN CARLOS TEJADA VIZCARRA

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo, Juan Carlos Tejada Vizcarra, en calidad de asesor del trabajo de tesis titulado "Influencia de tres extractos comerciales de algas marinas en el rendimiento de dos cultivares de vainita (*Phaseolus vulgaris* L.) en el IRGAB Tacna", presentado por la bachiller Marilyn Nilda Balboa Mamani, con el propósito de que sea incluido en el repositorio institucional, certifico haber cumplido con todas las disposiciones establecidas en el reglamento de originalidad y similitud para trabajos de investigación y producción intelectual. Basándome en la evaluación realizada mediante el software de detección de similitud textual Turnitin, se ha determinado que el nivel de similitud es conforme a los parámetros permitidos, con un porcentaje total de similitud del 10%. En virtud de lo anterior, certifico que el contenido de esta tesis cumple con el nivel de similitud aceptable.

Por lo tanto, otorgo este certificado para dar continuidad a los procedimientos correspondientes, incluyendo la preparación del trabajo para su publicación.


Dr. Juan Carlos Tejada Vizcarra
DNI:30820494



DEDICATORIA

En este momento tan significativo de mi vida, quiero empezar expresando mi profunda gratitud a Dios, quien ha sido mi guía y fuerza durante todo este camino académico.

A mis queridos padres, Willy y María, les agradezco de todo corazón por su dedicación y apoyo constante, han sido los pilares fundamentales en los que he construido mi éxito.

A mis amados hermanos, les agradezco por estar siempre a mi lado. Su confianza en mí ha sido un gran impulso que me ha motivado a seguir adelante.

Y a ti, mi amada hija Stefany. Eres mi mayor motivación y la razón por la que me esfuerzo cada día. Espero que, al verme alcanzar esta meta, encuentres en ello el ejemplo de que no hay límites para tus sueños. Te animo a perseguir tus metas con valentía y determinación.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, deseo expresar mi gratitud al Dr. Juan Carlos Tejada Vizcarra, mi asesor, por su contribución en la investigación.

Expreso mi gratitud al Dr. Oscar Fernández Cutire, Dra. Nelly Arévalo Solsol y MSc. Marcos Álvarez Quispe cuyo conocimiento fueron esenciales en el desarrollo de mi tesis. Sus valiosos aportes y sugerencias fueron de gran ayuda para enfrentar desafíos de manera eficiente.

Agradezco la valiosa colaboración del Biólogo Julio González Tunco y los ingenieros Yoselyn López, Franz Belón, Juan Quispe, Bret Luque así como el apoyo de mis amigos Román, Rene, Manuel, Carlos, Francisco, Oskar, Moisés, Jhonatan, Yazmín, Yhon, Daniel, Rocío y Diana.

Quiero agradecer a todos los estudiantes de la promoción 2025 de la carrera de Producción Agropecuaria del IESTP VIGIL por su apoyo en el trabajo de campo. Su participación y colaboración fueron indispensables para recolectar los datos y llevar a cabo un análisis completo en la investigación. Su contribución y compromiso son sinceramente valorados.

CONTENIDO

Dedicatoria.....	v
Agradecimiento	vi
Contenido	vii
Índice de tablas.....	xii
Índice de figuras.....	xiv
Índice de anexos.....	xv
Resumen	xvi
Abstract	xvii
Introducción	1
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA	
1.1. Planteamiento del problema	3
1.2. Formulación del problema	4
1.3. Justificación	4
1.4. Limitaciones.....	5
CAPÍTULO II: OBJETIVOS E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	
2.1. Objetivo.....	7
2.2. Hipótesis	7
2.3. Variables.....	7
2.3.1. Independiente.....	7

2.3.2. Dependiente	7
CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO	
3.1. Antecedentes.....	8
3.1.1. Nacionales.....	8
3.1.2. Antecedentes internacionales.....	11
3.2. Bases teóricas	13
3.2.1. Extracto de algas marinas	13
3.2.2. Composición química de las algas marinas.....	14
3.2.3. Efectos de las algas marinas en las plantas.....	15
3.2.4. Uso de los extractos de algas en la agricultura	17
3.2.5. Origen de la vainita.....	18
3.2.6. Taxonomía y botánica	18
3.2.8. Fenología del cultivo.....	24
3.2.9. Importancia del cultivo en el Perú.....	25
3.2.10. Valor nutricional.....	26
CAPÍTULO IV: MATERIALES Y MÉTODOS	
4.1. Tipo de investigación	27
4.2. Ubicación.....	27
4.3. Clima	27
4.4. Suelo	28
4.5. Materiales	30

4.5.1. Material experimental	30
4.5.2. Características de los cultivares	30
4.5.2. Características de los extractos de algas marinas	31
4.6. Factores de estudio	32
4.7. Variables de respuesta	33
4.7.1. Altura de planta (cm)	33
4.7.2. Número de vainas por planta (und)	33
4.7.3. Peso unitario de vaina (g).....	34
4.7.4. Longitud de vaina (cm)	34
4.7.5. Peso de vainas por planta (g).....	34
4.7.6. Rendimiento por parcela (kg)	34
4.7.7. Rendimiento comercial (kg ha ⁻¹).....	35
4.8. Diseño experimental	35
4.7. Características del área experimental	36
4.7.1. Parcela experimental.....	36
4.7.2. Parcela (Factor A)	36
4.7.3. Subparcela (Factor B)	37
4.8. Croquis	37
4.9. Aleatorización de los tratamientos	38
4.10. Análisis estadístico	38
4.11. Instalación y conducción del experimento	38

4.11.1. Preparación del terreno	38
4.11.2. Siembra	39
4.11.3. Riegos	39
4.11.4. Control de malezas.....	40
4.11.5. Control fitosanitario.....	40
4.11.6. Fertilización	40
4.11.7. Aplicación de los extractos de algas marinas	41

CAPÍTULO V: RESULTADOS

5.1. Altura de planta (cm)	42
5.2. Número de vainas por planta (und)	44
5.3. Peso unitario de vaina (g).....	45
5.4. Longitud de vaina (cm)	47
5.5. Peso de vainas por planta (g).....	49
5.6. Rendimiento por parcela (kg).....	51
5.7. Rendimiento comercial (kg ha ⁻¹).....	53

CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN

6.1. Altura de planta (cm)	55
6.2. Número de vainas por planta (unid).....	56
6.3. Peso unitario de vaina (g).....	57
6.4. Longitud de vaina (cm)	58
6.5. Peso de vaina por planta (g).....	59

6.6. Rendimiento comercial (kg ha ⁻¹)	60
Conclusión	62
Recomendaciones	63
Referencias bibliográficas	64
Anexos	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Composición nutricional en 100 g de vainita comestible.	26
Tabla 2.	Datos meteorológicos registrados durante la ejecución de la investigación en la fase de campo	28
Tabla 3.	Análisis fisicoquímico del suelo de la parcela experimental, IRGAB 2023	29
Tabla 4.	Combinación de factores de estudio y tratamientos	33
Tabla 5.	Análisis de varianza de la altura de planta.....	42
Tabla 6.	Prueba de Duncan de altura de planta para el factor cultivares.....	43
Tabla 7.	Prueba de Duncan de altura de planta para el factor extractos de algas marinas	43
Tabla 8.	Análisis de varianza de número de vainas por planta	44
Tabla 9.	Prueba de Duncan de número de vainas por planta para el factor extractos de algas marinas.....	45
Tabla 10.	Análisis de varianza de peso unitario de vaina	45
Tabla 11.	Prueba de Duncan de peso unitario de vaina para el factor cultivares.....	46
Tabla 12.	Prueba de Duncan de peso unitario de vaina para el factor extractos de algas marinas	46

Tabla 13. Análisis de varianza de longitud de vaina	47
Tabla 14. Prueba de Duncan de longitud de vaina para el factor cultivares.....	48
Tabla 15. Prueba de Duncan de longitud de vaina para el factor extractos de algas marinas	48
Tabla 16. Análisis de varianza de peso de vainas por planta	49
Tabla 17. Prueba de Tukey de peso de vaina por planta para el factor cultivares.....	50
Tabla 18. Prueba de Duncan de peso de vaina por planta para el factor extractos de algas marinas	50
Tabla 19. Análisis de varianza de rendimiento por parcela.....	51
Tabla 20. Prueba de Duncan de rendimiento por parcela para el factor cultivares de vainita.....	51
Tabla 21. Prueba de Duncan de rendimiento por parcela para el factor extractos de algas marinas	52
Tabla 22. Análisis de varianza de rendimiento comercial	53
Tabla 23. Prueba de Duncan de rendimiento comercial de vainas para el factor cultivares	54
Tabla 24. Prueba de Duncan de rendimiento comercial de vainas para el factor extractos de algas marinas	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Croquis del campo experimental.....	37
Figura 2. Aleatorización de los tratamientos en el campo experimental	38

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Costos de producción de la investigación en la fase campo	75
Anexo 2. Registro de variables evaluadas en la investigación.....	76
Anexo 3. Panel fotográfico	77

RESUMEN

El presente estudio de investigación determinó la influencia de tres extractos comerciales de algas marinas y un testigo en el rendimiento de dos cultivares de vainita (*Phaseolus vulgaris* L.), 'Jade' y 'Magnum', en el IRGAB Tacna. Los tratamientos se distribuyeron en un diseño experimental de parcelas divididas, donde los cultivares formaron las parcelas grandes y los extractos de algas marinas, las subparcelas. Se realizó un análisis de varianza utilizando la prueba F a un nivel de significación de 0,01 y 0,05; y pruebas de Duncan y Tukey para determinar las diferencias significativas entre los tratamientos. Los resultados mostraron que el extracto de algas Basfoliar algae fue el más efectivo, obteniendo el mayor rendimiento de vainitas por hectárea con un promedio de 11 197,28 kg, en comparación con los extractos Bayfolan algae y Alga 600, así como con el testigo sin aplicación de extracto de algas. Además, se observó que el cultivar Magnum logró el mayor rendimiento comercial por hectárea, con un promedio de 11 474,75 kg.

Palabras clave: Extractos comerciales de algas marinas, *Phaseolus vulgaris* L., rendimiento, cultivares

ABSTRACT

The present research study determined the influence of three commercial seaweed extracts and a control on the yield of two cultivars of bean (*Phaseolus vulgaris* L.), 'Jade' and 'Magnum', at IRGAB Tacna. Treatments were distributed in a split-plot experimental design, where cultivars formed the large plots and seaweed extracts the subplots. An analysis of variance was performed using the F test at a significance level of 0.01 and 0.05; and Duncan and Tukey tests to determine the significant differences between treatments. The results showed that the algae extract Basfoliar algae was the most effective, obtaining the highest pod yield per hectare with an average of 11 197.28 kg, compared to the extracts Bayfolan algae and Alga 600, as well as the control without algae extract application. In addition, it was observed that the Magnum cultivar achieved the highest commercial yield per hectare, with an average of 11 474.75 kg.

Key words: Commercial seaweed extracts, *Phaseolus vulgaris* L., yield, Cultivars.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, se ha generado un creciente interés en el estudio de las algas marinas como fuente potencial de compuestos bioactivos con diversas aplicaciones en la agricultura (López-Padrón et al., 2020). Estos organismos, presentes en abundancia en los ecosistemas acuáticos, han sido objeto de investigación debido a su contenido nutricional y a las propiedades beneficiosas que se les atribuyen.

En particular, se ha observado que los extractos comerciales de algas marinas pueden influir de manera significativa en el crecimiento y desarrollo de diversas especies vegetales. Estos extractos contienen una amplia variedad de compuestos bioactivos, como fitohormonas, aminoácidos, polisacáridos y antioxidantes, que pueden desencadenar respuestas fisiológicas en las plantas y mejorar su rendimiento (Canales, 1999).

El presente trabajo de tesis tiene como objetivo investigar la influencia de tres extractos comerciales de algas marinas en el rendimiento de dos cultivares de vainita (*Phaseolus vulgaris* L.) en el Instituto Basadre de Investigación en Agrobiotecnología y Recursos Genéticos (IRGAB) de Tacna. La vainita es una leguminosa ampliamente cultivada en la región, y

se caracteriza por su alto valor nutricional (Toledo, 2003) y su demanda creciente en el mercado local y externo.

Para llevar a cabo este estudio, se seleccionaron tres extractos comerciales de algas marinas que presentan diferentes composiciones y concentraciones de compuestos bioactivos (Battacharyya et al., 2015). Estos extractos fueron aplicados en dos cultivares de vainita previamente establecidos en parcelas experimentales en el IRGAB Tacna. Se evaluaron las variables como: altura vegetativa de planta, cantidad de vainas por plantas, longitud de vainas, carga de vainas y rendimiento por hectárea.

Se espera que los resultados del este estudio proporcionen información relevante sobre el efecto de los extractos comerciales de algas marinas en el rendimiento de los cultivares de vainita evaluados. Estos hallazgos podrían tener implicaciones significativas en el sector agrícola, al brindar alternativas sostenibles y naturales para mejorar la productividad y calidad de los cultivos de vainita. Además, se contribuirá al conocimiento científico sobre el uso de las algas marinas como bioestimulantes agrícolas, fomentando su aprovechamiento y conservación en beneficio tanto de la agricultura como del medio ambiente.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

La producción mundial de vainitas para el año 2021 fue de 22,8 millones de toneladas, lo que representa un aumento del 0,7% respecto al año anterior. Los principales países productores fueron Brasil, India, China, Estados Unidos y México, que juntos representaron el 68% de la producción total (FAO, 2022). Según el Sistema Integrado de Estadística Agraria (SIEA), En el 2021 se registró una superficie cosechada de 2 321 hectáreas de vainita y una producción que alcanzó 19 091 toneladas, su rendimiento promedio fue de 8,2 t ha⁻¹. Los departamentos con mayor producción fueron Lima, Arequipa y Tacna (MIDAGRI, 2022)

La vainita es de gran importancia económica y nutricional para la región de Tacna, en el año 2022 se cultivaron 187 hectáreas con una producción de 1 340 toneladas y el promedio en rendimiento fue de 7,17 t ha⁻¹ (Dirección Regional de Agricultura Tacna, 2022). No obstante, factores como las condiciones climáticas y edáficas de la zona pueden limitar su crecimiento y rendimiento. En este sentido, el uso de extractos comerciales de algas marinas ha sido propuesto como una alternativa sostenible y

efectiva para mejorar el desarrollo de las plantas y aumentar la producción agrícola.

Sin embargo, existe una falta de información específica sobre la influencia de estos extractos en el cultivo de vainita en la región de Tacna. Es necesario determinar si la aplicación de estos extractos tiene efectos positivos en el crecimiento, rendimiento y calidad de los cultivares de vainita Jade y Magnum en el IRGAB Tacna.

De esta manera, se busca contribuir al conocimiento científico y brindar a los agricultores de la zona información precisa sobre el uso adecuado de los extractos comerciales de algas marinas, promoviendo así prácticas agrícolas más sostenibles y rentables.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es la influencia de tres extractos comerciales de algas marinas en el rendimiento de dos cultivares de vainita (*Phaseolus vulgaris* L.), en el IRGAB Tacna?

1.3. Justificación

Esta investigación radica en la importancia de encontrar soluciones sostenibles y eficientes para mejorar el rendimiento del cultivo de vainita. En este sentido, los extractos comerciales de algas marinas han

demostrado tener propiedades promotoras del crecimiento y estimulantes de defensa en las plantas. Por lo tanto, es necesario evaluar su influencia en el rendimiento de dos cultivares de vainita en el IRGAB Tacna.

Además, el uso de productos naturales como los extractos de algas marinas puede contribuir a reducir la dependencia de fertilizantes químicos y pesticidas sintéticos, lo que a su vez podría disminuir los impactos negativos en el medio ambiente y la salud humana.

Con esta investigación se busca proporcionar información relevante sobre el uso de extractos comerciales de algas marinas como una alternativa sostenible para mejorar el rendimiento de la vainita en el IRGAB Tacna, con potenciales beneficios tanto económicos como ambientales.

1.4. Limitaciones

Disponibilidad de cultivares: La investigación se limita a evaluar únicamente dos cultivares de vainita, Jade y Magnum. Si bien estos cultivares son comunes en la región de Tacna, existen otros cultivares de vainita con diferentes características y respuestas a los tratamientos con extractos de algas marinas que no se incluyen en este estudio. Por lo tanto, los resultados obtenidos pueden no ser generalizables a otros cultivares de vainita.

Variedad de extractos de algas marinas: La investigación se centra en tres extractos comerciales de algas marinas específicos. Sin embargo, existe una amplia variedad de extractos disponibles en el mercado con diferentes composiciones y concentraciones de compuestos bioactivos. La elección de los extractos comerciales utilizados en este estudio puede limitar la generalización de los resultados a otros productos similares.

Factores ambientales y agronómicos: Los resultados de la investigación pueden estar influenciados por diversos factores ambientales y agronómicos que no se controlan completamente. Variables como la calidad del suelo, las condiciones climáticas y el manejo agronómico pueden tener un impacto en el rendimiento de los cultivos de vainita y pueden interactuar con los tratamientos de extractos de algas marinas. Estas variables no controladas pueden introducir cierta variabilidad y dificultar la atribución precisa de los efectos observados únicamente a los extractos de algas marinas.

CAPÍTULO II

OBJETIVOS E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Objetivo

Determinar la influencia de tres extractos comerciales de algas marinas en el rendimiento de dos cultivares de vainita (*Phaseolus vulgaris* L.), en el IRGAB Tacna.

2.2. Hipótesis

Existen influencias de los tres extractos comerciales de algas marinas en el rendimiento de dos cultivares de vainita (*Phaseolus vulgaris* L.), en el IRGAB Tacna

2.3. Variables

2.3.1. Independiente

Extractos comerciales de algas marinas

Cultivares de vainita

2.3.2. Dependiente

Rendimiento de los cultivares de vainita ($t\ ha^{-1}$)

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1. Antecedentes

3.1.1. Nacionales

En investigaciones realizadas a nivel nacional, se ha estudiado el efecto de extractos de algas marinas en el cultivo de vainita. En el estudio de Gutiérrez Gavonel (2016), donde evaluaron cinco extractos de algas marinas en el cultivar 'Jade'. Los resultados mostraron que el extracto Agrostemin mejoró la absorción de potasio, mientras que el extracto Phyllum incrementó el diámetro y longitud de las vainas, además de promover el crecimiento de las plantas. Estos resultados dan fe del potencial de los extractos de algas para incrementar el rendimiento de las judías verdes, aunque se requieren más investigaciones para evaluar su eficacia en otros cultivares y condiciones de cultivo.

Vásquez (2021) determinó el efecto de la aplicación de Aminogol en diferentes momentos y tres dosis en el rendimiento del cultivo de vainita. Aplicó el diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial de 3 x 3 además de un testigo. Con la aplicación de 1 L ha⁻¹ a los 50 dds, se obtiene el mayor rendimiento promedio con 13,8 t ha⁻¹ del cultivar 'Processor'

Concluyendo que el bioestimulante a base de algas marinas mejora el rendimiento de la vainita.

En el distrito de Cayma, Arequipa, Carpio (2019) llevó a cabo una investigación comparativa que evaluó la aplicación de ácidos húmicos, fúlvicos y crema de algas en tres variedades de vainita. Los tratamientos se distribuyeron en bloques completos al azar con un ajuste de factores de 3 x 4. La respuesta reveló que 'Jade' respondió favorablemente para una combinación de bioestimulantes orgánicos con una fertilización química al 50%, alcanzando un rendimiento promedio de 15,8 toneladas por hectárea. En resumen, el uso de crema de algas en combinación con ácidos húmicos y fúlvicos, junto con una fertilización química al 50%, resultó en un incremento del rendimiento del cultivo de vainita.

En el Valle de Majes, Arequipa, Benavides (2019) llevó a cabo una investigación con el fin de conocer cómo los ácidos húmicos y bioestimulantes afectan en el rendimiento del cultivar 'Jade'. Se utilizaron tres ácidos húmicos comerciales y tres bioestimulantes, incluido Agrostemin compuesto por algas marinas. Se empleó el modelo de bloques completos al azar y una factorial de 3 x 3, además de un grupo de control. Se evaluaron diversos parámetros como la altura de las plantas, peso y número de vainas por planta, longitud de las vainas, rendimiento y análisis

de rentabilidad. Los resultados mostraron que el bioestimulante con extracto de algas marinas promovió un mayor crecimiento y rendimiento en comparación con el grupo de control.

En el caserío Punto Nueve, Lambayeque, Lara (2016) realizó una investigación con el objetivo de obtener información sobre el efecto de los bioestimulantes y las dosis en el rendimiento del pallar Baby. El modelo experimental usado fue de bloque completo al azar con una factorización de 3 x 3. Entre los bioestimulantes utilizados, el Incentive, basado en algas marinas, demostró destacarse en comparación con los demás tratamientos, logrando un rendimiento promedio de 2,5 toneladas por hectárea. Además, este bioestimulante promovió el crecimiento vegetativo y aumentó el rendimiento en el cultivo de vainita.

En Carhuaz, Ancash, Torres (2017) llevó a cabo una investigación con el objetivo de encontrar una nueva alternativa para mejorar el rendimiento de la vainita mediante la aplicación foliar y edáfica del bioestimulante líquido Biofertmarino. La aplicación de 10 litros por hectárea al suelo y 2 litros por hectárea en forma foliar resultó en un incremento en el rendimiento, obteniendo un promedio de 6,8 toneladas por hectárea. Además, esta aplicación promovió el crecimiento vegetativo, la formación de vainas y su desarrollo.

3.1.2. Antecedentes internacionales

Zewail (2014) llevó a cabo dos experimentos de campo en Egipto en las temporadas de verano de 2012 y 2013, con el objetivo de evaluar el efecto de un extracto de alga marina y una mezcla de aminoácidos libres, ambos productos comerciales, aplicados como spray foliar en plantas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Los tratamientos mostraron incrementos significativos en diversas características de crecimiento, como altura de la planta, diámetro del tallo y número de hojas por planta, así como en componentes del rendimiento, como número de vainas por planta y peso de las semillas. También se observó un incremento en los contenidos de N, P, K, Mg, entre otros, en las hojas. El tratamiento más efectivo combinó el extracto de alga marina a 2 mL/L con aminoácidos a 4 mL/L.

Mansori et al. (2015) investigaron el impacto del extracto de algas marinas (RWE) obtenido de las especies *Ulva rigida* y *Fucus spiralis* en la tolerancia al estrés por sequía en plantas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Los resultados revelaron que el SWE promovía el crecimiento vegetativo tanto en plantas sin estrés como bajo condiciones de sequía. Específicamente, se observó una altura y peso seco máximos con la aplicación del 25% de extracto de *U. rigida* y *F. spiralis*. Bajo déficit hídrico, los tratamientos con SWE incrementaron los pigmentos clorofila a y b, y el

contenido de glicina betaína. Asimismo, redujo la peroxidación lipídica en plantas estresadas y elevó el contenido fenólico total. En plantas bajo estrés hídrico moderado y tratadas con SWE, se evidenció un aumento significativo en la actividad de superóxido dismutasa y catalasa. Estos hallazgos sugieren que SWE puede proteger a las plantas de frijol contra la peroxidación y reducir la severidad del déficit de agua.

Abou El-Yazied et al. (2012) investigaron el impacto de extractos de algas y compost en el frijol verde (*Phaseolus vulgaris* L.), cultivar Bronco, en Giza, Egipto. El estudio examinó distintos niveles de compost de algas (0, 1, 2 y 3 m³/feddan) y concentraciones de extracto de algas (0, 250, 500, 750 ppm) como aplicación foliar. Los resultados mostraron que la aplicación de 750 ppm de extracto de algas mejoró significativamente el crecimiento vegetativo, la floración, y el rendimiento en comparación con el control. El tratamiento con compost de algas en 3m³ o 2m³ por feddan, combinado con una aplicación foliar de 750 ppm de extracto de algas, tuvo la respuesta más positiva en términos de rendimiento y composición química.

Paulert et al. (2009) estudiaron los efectos de extractos crudos y polisacáridos sulfatados, denominados ulvan, extraídos del alga verde *Ulva fasciata*, en la severidad de la antracnosis del frijol causada por *Colletotrichum lindemuthianum* y su influencia en el crecimiento de la

planta. Descubrieron que mientras el extracto metanólico soluble inhibía el crecimiento micelial del patógeno in vitro, no reducía la severidad de la enfermedad en condiciones de invernadero. Sin embargo, el ulvan, a una concentración de 10 mg mL⁻¹, redujo la severidad de la antracnosis en un 38% en invernadero sin afectar el crecimiento de la planta, sugiriendo que el ulvan podría inducir resistencia a la antracnosis del frijol.

3.2. Bases teóricas

3.2.1. Extracto de algas marinas

Las algas marinas son protistas fotótrofos que también se conocen como plantas inferiores. Son organismos eucariotas que se encuentran en el medio acuático, y tienen la capacidad de realizar fotosíntesis para obtener carbono orgánico a partir de la energía lumínica. Estas algas se clasifican en unicelulares o pluricelulares y su hábitat principal es el agua (Adl et al., 2005).

Las algas marinas son fertilizantes derivados del océano, que desempeñan un papel importante como mejoradores del suelo debido a su contenido de fibra, y también actúan como fertilizantes debido a su presencia de macro y microelementos. Además, contienen trazas de 27 sustancias bioactivas naturales que tienen efectos similares a las fitohormonas, como vitaminas, aminoácidos, carbohidratos y proteínas.

Estas algas también contienen compuestos biocidas que pueden combatir algunas enfermedades (Crouch & van Staden, 1993).

Las algas marinas se utilizan como bioestimulantes, biofertilizantes y suplementos debido a su capacidad para estimular, favorecer y mejorar el crecimiento vegetativo de las plantas, así como su rendimiento. Varios estudios han demostrado el efecto positivo de los extractos de algas marinas en la germinación y el crecimiento temprano de las plantas, lo que resulta en un aumento en el rendimiento de los cultivos. Además, las plantas tratadas con algas marinas muestran una mayor resistencia y tolerancia a factores de estrés bióticos y abióticos, así como una mayor duración de los frutos después de la cosecha. En resumen, las algas marinas tienen beneficios significativos como estimulantes del crecimiento y mejoradores de la calidad de las plantas (Norrie & Keathley, 2006).

3.2.2. Composición química de las algas marinas

Las algas marinas, al igual que las plantas, están compuestas de acuerdo con el área y los factores ambientales en los que se desarrollan, como la alimentación, la luz, la salinidad, las corrientes de agua dulce, la profundidad y el contenido de metales pesados (Crouch & van Staden, 1993). Se ha descubierto que las algas marinas contienen fitohormonas y reguladores de crecimiento, como auxinas, citoquininas, giberelinas,

betaínas, ácido abscísico y brasinoesteroides (du Jardin, 2015). También contienen polisacáridos de reserva y matriciales, como alginatos, carragenatos y otros (Battacharyya et al., 2015), así como oligosacáridos, antioxidantes y biotoxinas (Renuka et al., 2018). En cuanto a los pigmentos, contienen clorofilas, carotenos y xantofilas (Sharma et al., 2014). Las algas marinas también son ricas en macronutrientes como fósforo, nitrógeno, potasio, calcio y magnesio, así como en micronutrientes como hierro, boro, cobre, manganeso, molibdeno, níquel y zinc (Battacharyya et al., 2015). Además, contienen materia orgánica, manitol, aminoácidos, proteínas y vitaminas (Van Oosten et al., 2017; Sharma et al., 2014). Otros componentes presentes son ácidos fúlvicos, algínicos, ácidos orgánicos, enzimas, esteroides y fucosteroides. (du Jardin, 2015; Canales, 1999).

3.2.3. Efectos de las algas marinas en las plantas

Según (Calvo et al., 2014), las algas marinas tienen un efecto estimulante en la germinación de las semillas. Además, (Hernández-Herrera et al., 2018) han demostrado que aumentan el crecimiento de las plantas. (Crouch & van Staden, 1993) señalan que las algas marinas también promueven la floración y retrasan la senescencia de los cultivos. En relación a esto, Sharma et al. (2014) afirma que las algas marinas

pueden promover el crecimiento de las raíces y acelerar la maduración de los frutos.

De acuerdo con (Ammar et al., 2017), las algas marinas tienen la capacidad de influir en los mecanismos de defensa e inmunidad de las plantas frente a diferentes tipos de estrés, tanto bióticos como abióticos. (Featonby-Smith & Van Staden, 1983) indican que las algas marinas pueden reducir el ataque de nemátodos en las plantas. Además, (Kuwada et al., 2006) han demostrado que las algas marinas proporcionan resistencia a enfermedades causadas por hongos y bacterias. Estudios de (Khan et al., 2009) han evidenciado que las algas marinas fortalecen las plantas y aumentan su tolerancia a estreses abióticos como la sequía, las altas temperaturas, las heladas y la salinidad. Por otro lado, (Calvo et al., 2014) sugieren que las algas marinas también pueden conferir resistencia a las plantas frente al ataque de plagas como la mosca blanca, los pulgones, la araña roja y los ácaros.

Las algas marinas desempeñan un papel importante en diversos procesos fisiológicos de las plantas. Por ejemplo, se ha demostrado que afectan positivamente la fotosíntesis, la respiración, la nutrición mineral (du Jardin, 2015). Además, las algas marinas ayudan en la movilización de los nutrientes hacia los órganos vegetativos de las plantas (Kamel, 2014).

Estos efectos beneficiosos también se extienden al suelo, ya que promueven el aumento de la flora microbiana y la fauna (Khan et al., 2009), lo cual contribuye al desarrollo saludable del sistema radical de las plantas (du Jardin, 2015; Sharma et al., 2014).

3.2.4. Uso de los extractos de algas en la agricultura

En el campo de la horticultura, se utilizan extractos diluidos de algas marinas con el fin de estimular el crecimiento de las plantas, prevenir el daño causado por plagas y enfermedades, y mejorar la calidad de los productos. La eficacia de estos extractos de algas marinas se atribuye principalmente a la presencia de hormonas vegetales, especialmente las citoquininas, así como a los oligoelementos presentes en dichos extractos (Verkleij, 1992).

Cuando se aplican extractos de algas marinas o sus derivados al suelo, se activan enzimas que desencadenan reacciones de hidrólisis enzimáticas catalíticas irreversibles. Esto mejora la estructura del suelo y aumenta su capacidad de retención de agua (Khan et al., 2009; Sharma et al., 2014). Además, las algas marinas liberan lentamente nitrógeno y otros macronutrientes y micronutrientes, lo que las convierte en una valiosa fuente de fertilizantes para el suelo (Van Oosten et al., 2017). Asimismo, se

ha utilizado en la recuperación de suelos sódicos debido a su capacidad para reducir la cantidad de sodio intercambiable presente (Víg et al., 2012).

3.2.5. Origen de la vainita

La vainita o judía verde tiene su origen en América, y muchas especies fueron descubiertas en México, Guatemala, Honduras y Costa Rica. Posteriormente, se extendió hacia el norte, llegando a los Estados Unidos de América en los estados de Florida y Virginia. A partir de 1890, los productores estadounidenses comenzaron a realizar mejoramiento genético con el objetivo de obtener vainas sin fibra. Con la llegada de los españoles, la vainita fue introducida en Europa, donde se adaptó y se extendió a numerosos países de este continente (Camarena et al., 2012).

El género *Phaseolus* tiene su origen en América, y se encuentra una gran variabilidad genética en Mesoamérica y en los Andes de Sudamérica (Freytag & Debouck, 2003). Entre las especies de este género, *Phaseolus vulgaris* es la más cultivada a nivel mundial y la más consumida en forma de grano seco (Acosta-Gallegos et al., 2007).

3.2.6. Taxonomía y botánica

La vainita o judía verde, conocida científicamente como *Phaseolus vulgaris* var. *vulgaris*, pertenece al género *Phaseolus*. Esta especie agrupa

a la mayoría de las legumbres cultivadas, que se caracterizan por su amplia adaptación y distribución. Desde el punto de vista taxonómico, la vainita se clasifica de la siguiente manera:

Subreino : Fanerógamas

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Rosidae

Orden: Fabales

Familia: Fabaceae

Subfamilia: Papilionoideae

Tribu: Phaseoleae

Género: *Phaseolus*

Especie: *vulgaris* (Meneses et al., 1996 citado por Espinoza Barrera, 2021)

La vainita, como planta, exhibe una amplia diversidad morfológica en términos de sus características vegetativas y reproductivas. Se trata de una

planta herbácea que muestra una gran adaptabilidad a climas templados y subtropicales (Camarena et al., 2012). Su sistema radical se presenta en forma de racimos y es fibroso y, además, desarrolla nódulos poliédricos de 2 a 5 mm de diámetro. Estos nódulos son colonizados por bacterias del género *Rhizobium* (Reyes Juárez, 2016).

La vainita muestra un tallo herbáceo de forma cilíndrica que presenta ligeras angulaciones causadas por pequeñas corrugaciones en su epidermis. La posición del tallo puede ser erguida, decumbente o semidecumbente, lo cual depende del cultivar en cuestión. La forma del ápice del tallo varía según el hábito de crecimiento determinado o indeterminado. En general, el diámetro del tallo principal es mayor que el de las ramas laterales (Reyes Juárez, 2016).

La vainita presenta dos tipos de hojas: compuestas y simples. Las hojas compuestas son trifoliadas, con folíolos de forma ovalada y triangular, los cuales son enteros. El folíolo terminal tiene una punta afilada y simétrica, mientras que los folíolos laterales también tienen una punta afilada, pero son asimétricos (Camarena et al., 2012).

Las flores presentan una estructura papilionada con simetría bilateral. Son gamosépalas, con cinco lóbulos y cinco pétalos. La flor tiene nueve estambres unidos en su base y uno libre, y cuenta con un ovario supero,

estilo y estigma. Debido a su morfología floral, la vainita se autopoliniza. El tipo de inflorescencia que muestra es un racimo (Camarena et al., 2012; Toledo, 2003).

El fruto de la planta es una vaina que se forma a partir de un ovario monocarpelar. Esta vaina se compone de dos valvas que generan dos suturas: una ventral y otra placentar, donde se adhieren las semillas. Gracias al mejoramiento genético, se ha logrado reducir la parte fibrosa o dura conocida como hiliun en la sutura dorsal de la vaina. La forma del fruto puede variar, ya sea aplanada o cilíndrica, y su longitud depende de cada variedad cultivada, oscilando entre los 7 y los 20 cm (Toledo, 2003).

Las semillas de la planta presentan diferentes formas, como cilíndricas, arriñonadas y esféricas, y están caracterizadas por tener cotiledones gruesos. El color de las semillas varía según la variedad cultivada, pudiendo ser rojas, blancas, negras, cafés, cremas, entre otros. También se pueden encontrar semillas con combinaciones de dos colores o con jaspeado (Camarena et al., 2012; Toledo, 2003).

3.2.7. Factores edafoclimáticos

3.2.7.1. Temperatura

La planta de vainita muestra un buen desarrollo y adaptación en climas tanto templados como cálidos, con rangos de temperatura óptimos entre 18 y 29 °C. La temperatura mínima necesaria para la germinación varía de 10 a 12 °C, mientras que para la floración se requieren temperaturas de 15 a 18 °C. En cuanto al cuajado, la formación y el llenado de los granos, se necesitan temperaturas que oscilen entre 18 y 20 °C (Camarena et al., 2012).

3.2.7.2. Humedad relativa

La planta de vainita muestra un excelente desarrollo cuando se encuentra en ambientes con humedades relativas que se sitúan entre el 65% y el 75%. Estas condiciones son especialmente importantes durante las etapas de floración, cuajado y llenado de vainas. Sin embargo, cuando se cultiva en climas secos y con temperaturas elevadas, estas etapas pueden verse afectadas, lo que puede resultar en la pérdida de flores y vainas recién formadas, y en última instancia, disminuir el rendimiento de la planta (Toledo, 2003).

3.2.7.3. Luz

La luz desempeña un papel fundamental en el cultivo de la vainita, ya que está directamente relacionada con el proceso fotosintético. Además, este factor tiene un impacto significativo en la fenología y la morfología de la planta. La disposición y el tamaño de las hojas, conocido como filotaxia, pueden afectar negativamente la captación de luz y radiación, lo que a su vez reduce la tasa de fotosíntesis en las hojas. Como consecuencia, tanto el crecimiento vegetativo como el rendimiento de la planta pueden disminuir (Toledo, 2003).

3.2.7.4. Suelo

La planta de vainita presenta un excelente desarrollo en suelos que poseen una textura franco-arenosa y franco-arcillosa. Prefiere suelos profundos y fértiles para su crecimiento óptimo. Es sensible a la salinidad y puede tolerar niveles de hasta 2 dS/m. El rango de pH del suelo óptimo para su cultivo varía entre 6 y 7,5, ya que en este rango la mayoría de los nutrientes están disponibles para la planta. No se desarrolla adecuadamente en suelos alcalinos, ya que esto puede resultar en vainas gruesas, fibrosas y de baja calidad (Camarena et al., 2012; Toledo, 2003).

3.2.8. Fenología del cultivo

Las etapas fenológicas de vainita descritas por Hernández et al. (2010):

3.2.8.1. Fase vegetativa

Germinación (V0): Esta etapa comprende diversos procesos fisiológicos y culmina con la aparición del embrión, y está influenciada tanto por factores externos como internos.

Emergencia (V1): En esta etapa, se considera que ha ocurrido la emergencia cuando al menos el 50% de los cotiledones se han elevado por encima de la superficie del suelo.

5ta hoja trifoliada (V2): Se alcanza esta etapa cuando al menos el 50% de las plantas presentan la quinta hoja trifoliada completamente desarrollada.

Inicio de zarcillos (V3): Durante esta etapa, al menos el 50% de las plantas comienzan a emitir guías y muestran la presencia de al menos un zarcillo

3.2.8.2. Fase reproductiva

Inicio de la floración (R4): Esta etapa comienza cuando al menos el 50% de las plantas muestran la aparición de las primeras flores.

Formación de vainas (R5): Esta etapa se inicia cuando la corola de las flores se marchita y al menos el 50% de las plantas presentan al menos una vaina en desarrollo.

Llenado de vainas (R6): Durante esta etapa, al menos el 50% de las plantas exhiben la primera vaina con el llenado de semillas en curso.

Cosecha (R7): En esta etapa, aproximadamente el 75% de las plantas tienen vainas completamente maduras y llenas, listas para la cosecha.

3.2.9. Importancia del cultivo en el Perú

La vainita o judía verde es una legumbre ampliamente cultivada en nuestro país, especialmente en las regiones de la costa central y sur. Entre estas regiones, Lima, Arequipa y Tacna destacan por tener un área sembrada significativa. En particular, en Tacna, la vainita es uno de los cultivos más importantes desde el punto de vista económico debido a su potencial de exportación hacia el vecino país de Chile.

En los últimos años, las exportaciones de vainita han experimentado un incremento notable, lo cual ha beneficiado a los pequeños y medianos productores de La Yarada Los Palos y Magollo.

3.2.10. Valor nutricional

La vainita es una legumbre que se caracteriza por ser rica en diversos nutrientes esenciales. Contiene cantidades significativas de ácido fólico, hidratos de carbono, fósforo, hierro y fibra. También es una fuente de proteínas, incluyendo vitaminas A, B1, B2, B3, B6 y C. En cuanto a las sales minerales, la vainita contiene potasio, sodio, calcio y magnesio. Es importante destacar que la vainita es baja en contenido graso, lo que la convierte en una opción saludable en términos de nutrición (ver tabla 1).

Tabla 1. Composición nutricional en 100 g de vainita comestible

Compuesto		Vitaminas		Sales minerales	
Calorías (g)	35	A	28 m.c. g	Potasio	260
Agua (g)	89	B1	0,06 mg	Sodio	2
Hidratos de carbono (g)	8,2	B2	0,10 mg	Calcio	51,7
Grasas (g)	0,6	B3	1,40 mg	Magnesio	22,2
Fibra (g)	2,4	B6	0,22 mg	Hierro	1
Fósforo (g)	44	C	23,4 mg	Fósforo	44
Hierro (mg)	1				
Proteínas (g)	2,6				
Folatos (m.c.g)	62,3				

Fuente: Pérez Herrera et al. 2002

CAPÍTULO IV

MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Tipo de investigación

Experimental

4.2. Ubicación

El estudio se llevó a cabo en el Instituto Basadre de Investigación en Agrobiotecnología y Recursos Genéticos de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Situada con una altitud de 535 metros sobre el nivel del mar, con coordenadas geográficas de 18°01'39" S y 70°15'12" O.

4.3. Clima

Los datos meteorológicos utilizados se obtuvieron de la estación meteorológica Jorge Basadre, que se encuentra ubicada en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann (ver tabla 1). Durante el período de desarrollo del cultivo, las temperaturas medias registradas fueron óptimas. La temperatura mínima más baja se registró en junio (12,8°C), mientras que la temperatura máxima más alta se registró en marzo (28,9°C).

Además, se presencié una humedad relativa que varió entre el 77,9% y el 87,6% durante los meses de marzo y junio, respectivamente.

Tabla 2. Datos meteorológicos registrados durante la ejecución de la investigación en la fase de campo

Meses	Temperatura (°C)		Humedad relativa (%)	Precipitación (mm/día)
	Max	Min		
Marzo	28,9	18,4	77,9	0,0
Abril	26,3	16,7	80,4	0,0
Mayo	21,9	14,6	87,3	0,1
Junio	20,9	12,8	87,6	0,1

Fuente: Estación Convencional – Meteorológica Jorge Basadre 2023

4.4. Suelo

Se muestreo del suelo en el área experimental antes de la preparación del terreno, la muestra fue analizada en el laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Los resultados se expresan en la tabla 3, donde se detallan las características físicas y químicas del suelo.

La interpretación de los resultados del análisis del suelo indica la clase textural del suelo es franco arenoso, lo cual indica que el suelo posee una buena estructura, está bien aireado, retiene adecuadamente el agua y permite una buena penetración de las raíces. El pH del suelo es moderadamente alcalino, con un valor de 7,71, lo cual favoreció el crecimiento normal del cultivo. En relación a la conductividad eléctrica (CE)

medida en pasta saturada es de 0,68 dS/m, lo que indica que el suelo muy ligeramente salino. El contenido de carbonatos es 0,57 CaCO₃, por lo tanto, no afecta al cultivo. En cuanto al contenido de materia orgánica, se registró un valor de 0,71%, lo cual indica un nivel deficiente de materia orgánica en el suelo. En relación al contenido de fósforo, se encontró una concentración de 10.7 ppm, considerada media. Por otro lado, el contenido de potasio fue de 342 ppm, considerado alto.

Tabla 3. Análisis fisicoquímico del suelo de la parcela experimental, IRGAB 2023

Característica	Unidades	Valor
Textura	-	Fr. A
pH	-	7,71
CE	dS/m	0,68
CaCO ₃	%	0,57
MO	%	0,71
P	ppm	10,7
K	ppm	342
CIC	meq/100g	8,64
Cationes cambiables		
Ca ⁺²	meq/100g	4,22
Mg ⁺²	meq/100g	3
K ⁺	meq/100g	0,79
Na ⁺	meq/100g	0,63
Al ⁺³ + H ⁺	meq/100g	0
Suma de cationes	-	8,64
Suma de bases	-	8,64
Porcentaje de saturación de bases	%	100

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina. 2022

4.5. Materiales

4.5.1. Material experimental

En el estudio, se emplearon extractos comerciales elaborados a partir de algas marinas, junto con dos cultivares de vainita: 'Jade' y 'Magnum'.

4.5.2. Características de los cultivares

Cultivar 'Jade'

El cultivar 'Jade' es una planta de tipo arbustivo que se destaca por sus vainas de color verde oscuro. Estas vainas son cilíndricas, rectas y largas, con un desarrollo de semillas lento. Además, 'Jade' es altamente productivo y ofrece vainas de excelente calidad. La planta presenta un porte arbustivo, con crecimiento determinado y erecto.

Cultivar 'Magnum'

El cultivar 'Magnum' es una planta de tipo arbustivo que se distingue por sus vainas rectas y planas de color verde claro, con una longitud que oscila entre los 12 y 14 centímetros. Este cultivar se destaca por tener un ciclo productivo corto y una alta producción.

4.5.2. Características de los extractos de algas marinas

Bayfolan algae

Bayfolan Algae es un bioestimulante natural formulado a partir de un extracto de algas marinas de alta calidad. Se presenta en forma de gel y su función principal es facilitar y potenciar los procesos metabólicos de las plantas. Este producto tiene un efecto estimulante en las plantas, brindando beneficios incluso en situaciones de estrés fisiológico, ya sea causado por factores bióticos o abióticos, durante su desarrollo. Bayfolan algae estimula la división celular temprana en los frutos, lo cual se traduce en una mejora en su tamaño y peso.

Alga 600*

Alga 600 es un fertilizante orgánico con propiedades bioestimulantes que combina los beneficios de un extracto de algas con los resultados de un proceso patentado de extracción enzimática. Este proceso especial garantiza un alto contenido de aminoácidos, polisacáridos, macro y micronutrientes, proporcionando una nutrición equilibrada a los cultivos. Este fertilizante orgánico contiene una cantidad significativa de minerales y aminoácidos, además de agentes quelantes que promueven el crecimiento y desarrollo de las plantas a través de sistemas fisiológicos multifuncionales. Estos sistemas incluyen la división y la inclusión celular,

así como los mecanismos de resistencia de las plantas contra plagas, enfermedades y situaciones de estrés.

Basfoliar algae

Es un extracto altamente concentrado de alga natural (*Durvillea antarctica*), producido utilizando estrategias de alta eficiencia y calidad. Este extracto se complementa con nutrientes y aminoácidos para potenciar su efecto. Además, contiene carbohidratos, minerales, fitohormonas y vitaminas, todos cuidadosamente balanceados para garantizar un producto de excelencia.

4.6. Factores de estudio

Facto A: Cultivares

a₁ : 'Jade'

a₂ : 'Magnum'

Factor B: Extractos de algas

b₀ : Testigo

b₁ : Bayfolan algae

b₂ : Alga 600*

b₃ : Basfoliar algae

Tabla 4. Combinación de factores de estudio y tratamientos

Factor A	Factor B	Combinación
a ₁ : 'Jade'	b ₀ : testigo	a ₁ b ₀
	b ₁ : Bayfolan algae	a ₁ b ₁
	b ₂ : Alga 600*	a ₁ b ₂
	b ₃ : Basfoliar algae	a ₁ b ₃
a ₂ : 'Magnum'	b ₀ : testigo	a ₂ b ₀
	b ₁ : Bayfolan algae	a ₂ b ₁
	b ₂ : Alga 600*	a ₂ b ₂
	b ₃ : Basfoliar algae	a ₂ b ₃

4.7. Variables de respuesta

4.7.1. Altura de planta

Se realizaron mediciones a los 50 y 60 días posteriores a la siembra del 'Magnum' y 'Jade' respectivamente. Para ello, se seleccionaron al azar 10 plantas por cada unidad experimental y se midió la distancia desde la base del cuello de la planta hasta el extremo apical utilizando un flexómetro. La información recabada se expresó en centímetros (cm).

4.7.2. Número de vainas por planta

El número de vainas por planta fue determinado contando las vainas cosechadas en cada planta durante la recolección. Se seleccionaron aleatoriamente 10 plantas por unidad experimental para realizar el conteo.

4.7.3. Peso unitario de vaina

El peso unitario de la vaina se determinó seleccionando 10 vainas de cada planta preseleccionada y pesándolas individualmente. Se utilizó una báscula digital de 500 g para realizar estas mediciones. El valor obtenido se expresó en gramos (g) como el peso unitario promedio de las vainas.

4.7.4. Longitud de vaina

La longitud de las vainas se midió en 10 muestras por planta preseleccionada, utilizando una regla metálica milimétrica de 30 cm. Las mediciones se realizaron durante la cosecha y se calculó el promedio de las longitudes obtenidas. El resultado se expresó en centímetros (cm).

4.7.5. Peso de vainas por planta

El peso de las vainas por planta se determinó pesando todas las vainas cosechadas de 10 plantas seleccionadas al azar por unidad experimental. Se utilizó una báscula digital para realizar las mediciones y se calculó el promedio del peso obtenido. El resultado se expresó en gramos (g).

4.7.6. Rendimiento por parcela

El rendimiento por parcela se calculó pesando todas las vainas cosechadas en cada unidad experimental utilizando una báscula digital. Se

sumaron los pesos de todas las cosechas y se obtuvo un peso promedio. El valor resultante se expresó en kilogramos por parcela (kg/parcela).

4.7.7. Rendimiento comercial

El rendimiento comercial se determinó pesando todas las vainas cosechadas por tratamiento en cada cosecha y luego se extrapoló a una escala de hectáreas utilizando una fórmula matemática. El valor resultante se expresó en kilogramos por hectárea (kg ha⁻¹).

4.8. Diseño experimental

Se aplicó el diseño de Parcelas divididas, con seis repeticiones. Los tratamientos se asignaron considerando dos factores: los cultivares (factor A) en las parcelas grandes y los extractos de algas marinas (factor B) en las subparcelas. Cuyo modelo aditivo lineal es:

$$Y_{ik} = \mu + \rho_k + \alpha_i + \varepsilon_{ik} + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ik}$$

Donde:

Y_{ik} = La k -ésima observación del i -ésimo tratamiento

μ = Media general

ρ_k = Efecto del k -ésimo bloque

α_i = Efecto del nivel i del factor A

ε_{ij} = Error asociado al factor A

β_j = Efecto del nivel j del factor B

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Efecto de i-j-ésimo nivel de la interacción AB

ε_{ij} = Error asociado al factor B

4.7. Características del área experimental

4.7.1. Parcela experimental

Largo : 30 m

Ancho : 24 m

Área total : 720 m²

4.7.2. Parcela (Factor A)

Largo : 15 m

Ancho : 8 m

Área total : 120 m²

Número de bloques: 6

4.7.3. Subparcela (Factor B)

Largo : 15 m

Ancho : 1 m

Área total : 15 m²

Número de unidades experimentales: 48

Número de hileras por unidad experimental: 1

4.8. Croquis

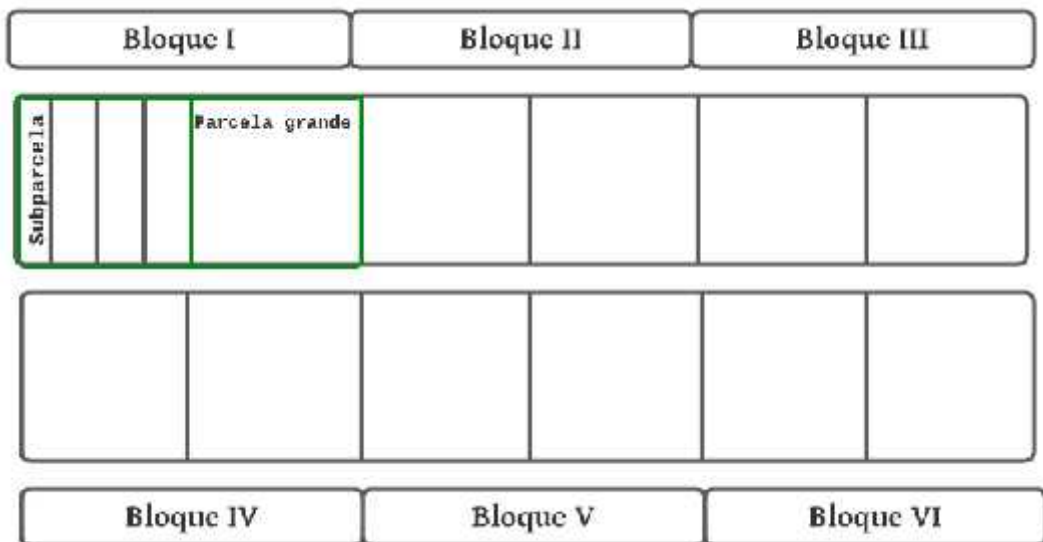


Figura 1. Croquis del campo experimental

4.9. Aleatorización de los tratamientos

Bloque I				Bloque II				Bloque III															
a ₁		a ₂		a ₁		a ₂		a ₂		a ₁													
b ₁	b ₂	b ₀	b ₃	b ₀	b ₃	b ₁	b ₂	b ₃	b ₂	b ₀	b ₁	b ₀	b ₁	b ₃	b ₂	b ₂	b ₃	b ₀	b ₁	b ₀	b ₃	b ₂	b ₁
Bloque IV				Bloque V				Bloque VI															
a ₁		a ₂		a ₁		a ₂		a ₁		a ₂													
b ₂	b ₃	b ₁	b ₀	b ₂	b ₁	b ₀	b ₃	b ₂	b ₁	b ₃	b ₀	b ₂	b ₁	b ₃	b ₀	b ₀	b ₃	b ²	b ₁	b ₃	b ₂	b ₁	b ₀

Figura 2. Aleatorización de los tratamientos en el campo experimental

4.10. Análisis estadístico

Para analizar los datos, se aplicó la técnica de análisis de varianza utilizando la prueba de F, con un nivel de significación de 0,05 y 0,01.

4.11. Instalación y conducción del experimento

4.11.1. Preparación del terreno

Se ejecutó la preparación del terreno siguiendo una secuencia meticulosa de pasos: en primer orden, se llevó a cabo la minuciosa limpieza del campo con el propósito de eliminar cualquier vestigio remanente de cosechas previas y de malezas. Acto seguido, se procedió a efectuar el arado y nivelación del terreno de manera precisa. Finalmente, se trazaron

surcos con un espaciamiento de 1 metro. En este punto, se incorporaron 10 toneladas por hectárea de materia orgánica en forma de estiércol de vacuno. Posteriormente, se aplicó un riego constante durante 20 días antes de la siembra, con el fin de facilitar el proceso de descomposición de la materia orgánica.

4.11.2. Siembra

La siembra se ejecutó mediante el método de siembra directa. Este proceso se llevó a cabo de manera manual, depositando tres semillas por punto de siembra y manteniendo una separación de 0,20 metros entre cada planta, así como una distancia de 1 metro entre las líneas. Para ambos tipos de cultivo, se procedió a cubrir las semillas con una capa de humus de 2-3 centímetros de espesor. En cuanto a la cantidad de semillas requeridas, se utilizó un rango de 50 a 60 kg por hectárea para la variedad Jade, y de 67 a 80 kg por hectárea para la variedad Magnum. Estas cantidades variaron según la viabilidad de las semillas.

4.11.3. Riegos

Se estableció un sistema de riego por goteo que empleó cintas de riego. Durante las fases iniciales del cultivo, se llevaron a cabo tres riegos por semana. A medida que avanzó el ciclo y se llegó a la etapa de floración, la

frecuencia de riego aumentó a cuatro veces por semana, manteniéndose así hasta la cosecha.

4.11.4. Control de malezas

Se realizaron escardas cada 10 días durante las primeras etapas del cultivo y posteriormente se efectuaron cada 20 días.

4.11.5. Control fitosanitario

Se implementó un control fitosanitario basado en la evaluación previa de la incidencia y severidad de plagas y enfermedades. Se llevó a cabo un monitoreo constante para prevenir daños y minimizar las pérdidas económicas.

4.11.6. Fertilización

Para desarrollar el plan de fertilización, se consideraron los fundamentos presentados por Toledo (2003), quien establece una dosis estándar de 70, 80 y 80 unidades/ha de N, P y K como punto de partida, especialmente indicada para suelos costeros. Esta dosis fue ajustada teniendo en cuenta la composición mineral identificada a través del análisis de suelo. Como resultado de esta interpretación, se determinó la fórmula final implementada en las instalaciones de IRGAB, que consistió en la proporción de N, P y K con 26, 58 y 00 kilogramos por hectárea.

4.11.7. Aplicación de los extractos de algas marinas

Se llevaron a cabo un total de cuatro aplicaciones, comenzando 25 días después de la siembra. Entre cada aplicación, se mantuvo un intervalo de 10 días. En el caso del extracto Algas 600, se utilizó una dosis de 1 kg por hectárea, mientras que para los extractos Basfoliar Algae y Bayfolan Algae, se aplicó una dosis de 1 litro por hectárea.

4.11.8. Cosecha.

La cosecha se realizó de forma manual en el momento en que las vainas se encontraban en su estado más tierno, sin presencia de fibras y de fácil apertura. Este proceso tuvo inicio a los 58 días desde la siembra para la variedad Magnum, mientras que para la variedad Jade se llevó a cabo a los 66 días posteriores a la siembra. Se ejecutó con una atención meticulosa para evitar posibles daños físicos en las vainas, con el propósito principal de reducir al mínimo las pérdidas durante todo el procedimiento.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1. Altura de planta (cm)

Tabla 5

Análisis de varianza de la altura de planta

F.V.	gl	SC	CM	Fc	p-valor
Bloques	5	403,6	80,72	2,05	0,2248 ns
Cultivares (A)	1	3 532,9	3 532,9	89,71	0,0002 **
Error (a)	5	196,91	39,38		
Extractos de algas (B)	3	122,39	40,8	4,2	0,0136 *
A*B	3	21,68	7,23	0,74	0,5347 ns
Error (b)	30	291,63	9,72		
Total	47	4 569,11			

Nota. CV parcela 14,13% CV subparcela 7,03% ns: No significativo *Significativo
** Alta significación

El análisis de varianza altura de planta en la Tabla 5, evidencia que no existe diferencia significativa entre bloques. Sin embargo, los cultivares tuvieron diferencias altamente significativas y los extractos de algas presentaron diferencia estadísticamente significativa, no obstante, la interacción entre cultivares y extractos de algas no fue significativa. Los coeficientes de variación fueron de 14,13% para la parcela y 7,03% para la subparcela.

Tabla 6

Prueba de Duncan de altura de planta para el factor cultivares

Orden de mérito	Cultivares	Promedios (cm)	Significación
1°	Magnum	52,95	a
2°	Jade	35,8	b

Nota. Promedios con la misma letra son estadísticamente iguales ($P < 0.05$)

Los resultados de la Prueba de Duncan con un nivel de significancia del 5% de la variable altura de planta (tabla 6), indica que el cultivar Magnum alcanzó el mayor promedio con 52,95 cm, superando estadísticamente al cultivar Jade que obtuvo 35,8 cm.

Tabla 7

Prueba de Duncan de altura de planta para el factor extracto de algas marinas

Orden de merito	Extractos	Promedios (cm)	Significación
1°	Basfoliar algae	46,83	a
2°	Bayfolan algae	44,49	a b
3°	Alga 600	43,76	b
4°	Testigo	42,43	b

Nota. Promedios con la misma letra son estadísticamente iguales ($P < 0.05$)

Según la prueba de Duncan a una significación del 5% (Tabla 7). Se observa que el extracto de algas Basfoliar algae obtuvo la mayor altura de planta significativa con un promedio de 46,83 cm, le sigue Bayfolan algae con 44,49 cm; finalmente el extracto Alga 600 y el testigo con promedios de 43,76 y 42,43 cm de altura de planta respectivamente.

5.2. Número de vainas por planta (und)

El Análisis de varianza de la variable número de vainas por planta, que se muestra en la Tabla 8, hace evidente que no existe diferencia significativa entre bloques. Por otro lado, no se encontró significancia estadística en los cultivares; sin embargo, para extractos de algas hubo alta significación, mientras que en la interacción de cultivares y extractos de algas no se encontró diferencia significativa. Los coeficientes de variación, fueron de 23,35% y 11% para la parcela y la subparcela respectivamente.

Tabla 8

Análisis de varianza de número de vainas por planta

F.V.	gl	SC	CM	Fc	p-valor
Bloques	5	4,56	0,91	4,94	0,0521 ns
Cultivares (A)	1	0,15	0,15	0,82	0,4057 ns
Error (a)	5	0,92	0,18		
Extractos de algas (B)	3	3,68	1,23	24,16	<0,0001 **
A*B	3	0,32	0,11	2,11	0,1202 ns
Error (b)	30	1,52	0,15		
Total	47	11,15			

Nota. CV parcela 23,35% CV subparcela 11% ns: No significativo **Alta significación
Transformación de datos \sqrt{y}

La prueba de Duncan número de vainas por planta para los extractos de algas con un nivel de significación al 5% (Tabla 9), muestra que los promedios de los extractos de algas marinas son similares entre sí. Bayfolan algae y Basfoliar algae presentaron el mismo promedio con 20

vainas por planta y Alga 600 presento 19 vainas por planta, superando al testigo que obtuvo 15 vainas por planta.

Tabla 9

Prueba de Duncan de número de vainas por planta para el factor extracto de algas marinas

Orden de merito	Extractos	Promedios (und)	significación
1°	Bayfolan algae	20	a
1°	Basfoliar algae	20	a
2°	Alga 600	19	a
3°	Testigo	15	b

Nota. Promedios con la misma letra son estadísticamente iguales ($P < 0.05$)

5.3. Peso unitario de vaina (g)

Tabla 10

Análisis de varianza de peso unitario de vaina

F.V.	gl	SC	CM	Fc	p-valor
Bloques	5	70,93	14,19	4,75	0,0562 ns
Cultivares (A)	1	157,17	157,17	52,6	0,0008 **
Error (a)	5	14,94	2,99		
Extractos de algas (B)	3	118,84	39,61	14,42	<0,0001 **
A*B	3	16,7	5,57	2,03	0,1313 ns
Error (b)	30	82,41	2,75		
Total	47	460,97			

Nota. CV parcela 14,65% CV subparcela 14,06% ns: No significativo

** Alta significación

La tabla 10 muestra el análisis de varianza peso unitario de vaina, no se presentaron diferencia significativa entre bloques. Por otro lado, los cultivares y extractos de algas marinas presentaron una alta significancia estadística. No obstante, la interacción entre ambos factores no fue

significativa. Los coeficientes de variación fueron 14,65% y 14,06% para la parcela y la subparcela, respectivamente.

Tabla 11

Prueba de Duncan de peso unitario de vaina para el factor cultivares

Orden de merito	Cultivares	Promedios (g)	Significación
1°	Magnum	13,6	a
2°	Jade	9,98	b

Nota. Promedios con la misma letra son estadísticamente iguales ($P < 0.05$)

Según la prueba de Duncan peso unitario de vaina con un nivel de significación del 5% (Tabla 11). El cultivar Magnum presentó vainas con un promedio mayor en peso unitario con 13,6 g, superando significativamente al cultivar Jade, que obtuvo vainas con un peso unitario de 9,98 g,

Tabla 12

Prueba de Duncan de peso unitario de vaina para el factor extractos de algas marinas

Orden de merito	Extractos	Promedios (g)	Significación
1°	Basfoliar algae	13,55	a
2°	Alga 600	12,18	a
2°	Bayfolan algae	12,18	a
3°	Testigo	9,24	b

Nota. Promedios con la misma letra son estadísticamente iguales ($P < 0.05$)

Los resultados de la prueba de Duncan con un nivel de significancia del 5%. Presenta en primer lugar al extracto Basfoliar algae, el cual obtuvo un

promedio de 13,55 g, en segundo lugar, se ubican Alga 600 y Bayfolan algae con 12,18 g, son estadísticamente similares entre sí. Superando al testigo, que obtuvo vainas con un peso promedio de 9,24 g. respectivamente (tabla 12).

5.4. Longitud de vaina (cm)

Tabla 13

Análisis de varianza de longitud de vaina

F.V.	gl	SC	CM	Fc	p-valor
Bloques	5	6,23	1,25	0,92	0,5334 ns
Cultivares (A)	1	42,17	42,17	31,29	0,0025 **
Error (a)	5	6,74	1,35		
Extractos de algas (B)	3	49,11	16,37	19,57	<0,0001 **
A*B	3	0,21	0,07	0,09	0,9674 ns
Error (b)	30	25,1	0,84		
Total	47	129,56			

Nota. CV parcela 6,18% CV subparcela 4,86% ns: No significativo** Alta significación

La tabla 13 Se presenta el análisis de varianza de longitud de vaina, donde se observa que no se encontraron diferencia estadísticamente significativa entre bloques. No obstante, los factores cultivares y extractos de algas marinas resultaron estadísticamente significativos. Por otro lado, la interacción entre estos factores, A x B, no presentó significancia estadística. Los coeficientes de variación fueron 6,18% y 4,86%, para la parcela y subparcela respectivamente.

Tabla 14*Prueba de Duncan de longitud de vaina para el factor cultivares*

Orden de merito	Cultivares	Promedios (cm)	significación
1°	Magnum	19,75	a
2°	Jade	17,88	b

Nota. Promedios con la misma letra son estadísticamente iguales ($P < 0.05$)

Los resultados de la prueba de Duncan con un nivel de significancia del 5% (Tabla 14). Se muestra que el cultivar Magnum presentó las vainas de mayor longitud, con un promedio de 19,75 cm, superando estadísticamente al cultivar Jade, que obtuvo vainas con una longitud de 17,88 cm, respectivamente.

Tabla 15*Prueba de Duncan de longitud de vaina para el factor extractos de algas marinas*

Orden de mérito	Extractos	Promedios (cm)	Significación
1°	Basfoliar algae	20,06	a
2°	Bayfolan algae	19,06	b
3°	Alga 600	18,89	b
4°	Testigo	17,24	c

Nota. Promedios con la misma letra son estadísticamente iguales ($P < 0.05$)

Los resultados de la prueba de Duncan con un nivel de significación del 5% (Tabla 15). Muestra que el extracto de algas marinas Basfoliar algae produjo vainas de mayor longitud, con un promedio de 20,06 cm superando estadísticamente al resto de los tratamientos, seguido de Bayfolan algae y

Alga 600 con vainas de 19,06 cm y 18,89 cm respectivamente. Finalmente, se encuentra el testigo que produjo vainas con una longitud de 17,24 cm.

5.5. Peso de vainas por planta (g)

Tabla 16

Análisis de varianza de peso de vainas por planta

F.V.	gl	SC	CM	Fc	p-valor
Bloques	5	112 554,15	22 510,83	5,3	0,0455 *
Cultivares (A)	1	37 223,33	37 223,33	8,77	0,0315 *
Error (a)	5	21 225,99	4 245,2		
Extractos de algas (B)	3	129 094,42	43 031,47	26,71	<0,0001 **
A*B	3	7 196,17	2 398,72	1,49	0,2375 ns
Error (b)	30	48 334,23	1 611,14		
Total	47	355 628,29			

Nota. CV parcela 29,45% CV subparcela 18,14% ns: No significativo

** Alta significación

La tabla 16 presenta resultados del análisis de varianza, donde se puede observar que existe significación estadística significativa entre bloques y para los cultivares. En cuanto a los extractos de algas marinas, se encontró alta significación estadística. Sin embargo, para la interacción entre cultivares y extractos de algas marinas no se halló significación estadística. Los coeficientes de variación fueron 29,45% y 18,14% para la parcela y subparcela respectivamente.

Tabla 17*Prueba de Tukey de peso de vaina por planta para el factor cultivares*

Orden de merito	Cultivares	Promedios (g)	Significación
1°	Magnum	249,08	a
2°	Jade	193,38	b

Nota. Promedios con la misma letra son estadísticamente iguales ($P < 0.05$)

Los resultados de la prueba de Tukey con un nivel de significación del 5% (Tabla 7). EL cultivar Magnum presentó el mayor promedio con 249,08 g, superando al cultivar Jade, que obtuvo un peso de vaina por planta de 193,30 g, respectivamente.

Tabla 18*Prueba de Duncan de peso de vaina por planta para el factor extracto de algas marinas*

Orden de merito	Extractos	Promedio (g)	Significación	
1°	Basfoliar algae	274,22	a	
2°	Bayfolan algae	246,35	a	b
3°	Alga 600	228,38	b	
4°	Testigo	135,98	c	

Nota. Promedios con la misma letra son estadísticamente iguales ($P < 0.05$)

Se muestra la prueba de Duncan con un nivel de significación del 5% Peso de vainas por planta para el factor B (Tabla 18). Se observa que el extracto Basfoliar algae obtuvo el mayor peso significativo con un promedio de 274,22 g, seguido del extracto Bayfolan algae, con 246,35 g. El extracto Alga 600 obtuvo 228,38 g y el testigo 135,98 g de vainas por planta.

5.6. Rendimiento por parcela

Tabla 19

Análisis de varianza de rendimiento por parcela

F.V.	gl	SC	CM	Fc	p-valor
Bloques	5	20,66	4,13	1,73	0,2811 ns
Cultivares (A)	1	258,9	258,9	108,39	0,0001 **
Error (a)	5	11,94	2,39		
Extractos de algas (B)	3	66,76	22,25	14,57	<0,0001 **
A*B	3	11,68	3,89	2,55	0,0743 ns
Error (b)	30	45,81	1,53		
Total	47	415,76			

Nota. CV parcela 10,38% CV subparcela 8,3% ns: No significativo

** Alta significación

El análisis de variancia rendimiento por parcela (tabla 19) muestra, que no existe diferencia significativa entre los bloques. Sin embargo, se observó una alta significancia estadística para los factores cultivares y extractos de algas. Por otro lado, la interacción entre los factores no resultó significativa. En cuanto a los coeficientes de variación, fueron a 10,38% para la parcela y de 8,3%. para la subparcela.

Tabla 20

Prueba de Duncan de rendimiento por parcela para el factor cultivares de vainita

Orden de merito	Cultivares	Promedio (kg)	Significación
1°	Magnum	17,21	a
2°	Jade	12,57	b

Nota. Promedios con la misma letra son estadísticamente iguales (P<0.05)

Los resultados de la prueba de Duncan de rendimiento por parcela con un nivel de significativo del 5% para el factor A (tabla 20). Se observa al cultivar Magnum con el mayor promedio en rendimiento por parcela con 17,21 kg, superando estadísticamente al cultivar Jade, que obtuvo un rendimiento promedio de 12,57 kg por parcela.

Tabla 21

Prueba de Duncan de rendimiento por parcela para el factor extractos de algas marinas

Orden de merito	Extractos	Promedios (kg)	Significación	
1°	Basfoliar algae	16,8	a	
2°	Algax	14,79	b	
3°	Alga 600	14,36	b	c
4°	Testigo	13,61	c	

Nota. Promedios con la misma letra son estadísticamente iguales (P<0.05)

La tabla 21 presenta los resultados de la prueba de Duncan con un nivel de significancia del 5%. El extracto de algas Basfoliar algae obtuvo el mayor promedio significativo en rendimiento por parcela con 16,8 kg, superando a Bayfolan algae, Alga 600 que obtuvieron promedios de 14,79 kg y 14,36 kg respectivamente en el último lugar se encuentra el testigo que mostró un promedio de 13,61 kg de vaina por parcela.

5.7. Rendimiento comercial (kg ha⁻¹)

La tabla 22 presenta los resultados del análisis de variancia del rendimiento comercial. Se observa que no existe diferencia estadística significativa entre los bloques. Por otro lado, los factores cultivares y extractos de algas resultaron altamente significativos. En cuanto a la interacción de los factores no resultó significativa, los coeficientes de variación fueron del 10,38% y 8,3% para la parcela y subparcela respectivamente.

Tabla 22

Análisis de variancia de rendimiento comercial

F.V.	gl	SC	CM	Fc	p-valor
Bloques	5	9 181 087,4	1 836 217,48	1,73	0,2811 ns
Cultivares (A)	1	115 065 940,1	115 065 940,1	108,39	0,0001 **
Error (a)	5	5 308 078,31	1 061 615,66		
Extractos de algas (B)	3	29 671 651,51	9 890 550,5	14,57	<0,0001 **
A*B	3	5 193 237,35	1 731 079,12	2,55	0,0743 ns
Error (b)	30	20 362 219,64	678 740,65		
Total	47	184 782 214,3			

Nota. CV parcela 10,38% CV subparcela 8,3% ns: No significativo

** Alta significación

Los resultados de la prueba de Duncan en rendimiento comercial para el factor A (Tabla 22) con un nivel de significación del 5%. Se observa que el cultivar Magnum logró un mayor promedio en rendimiento comercial por hectárea, con 11 474,75 kg, superando estadísticamente al cultivar Jade, que obtuvo un promedio en rendimiento comercial de 8 378,17 kg.

Tabla 23

Prueba de Duncan de rendimiento comercial de vainas para el factor cultivares

Orden de merito	Cultivares	Promedio (kg)	Significación
1°	Magnum	11 474,75	a
2°	Jade	8 378,17	b

Nota. Promedios con la misma letra son estadísticamente iguales ($P < 0.05$)

La tabla 24 presenta resultados de la prueba de Duncan rendimiento comercial de vainas para el factor B con una significación del 5%. El extracto de algas Basfoliar algae obtuvo el mayor promedio en rendimiento comercial con 11 197,28 kg ha⁻¹, superando estadísticamente a Bayfolan algae y Algae 600, quienes obtuvieron rendimientos promedios similares de 9 860,56 kg ha⁻¹ y 9 576,39 kg ha⁻¹. En el último lugar se encuentra el testigo que obtuvo un promedio de 9 071,61 kg ha⁻¹ respectivamente.

Tabla 24

Prueba de Duncan de rendimiento comercial de vainas para el factor extractos de algas marinas

Orden de mérito	Extractos	Promedios (kg ha ⁻¹)	Significación	
1°	Basfoliar algae	11 197,28	a	
2°	Algax	9 860,56	b	
3°	Alga 600	9 576,39	b	c
4°	Testigo	9 071,61		c

Nota. Promedios con la misma letra son estadísticamente iguales ($P < 0.05$)

CAPÍTULO VI

DISCUSIÓN

6.1. Altura de planta

Carpio (2019) obtuvo plantas con una altura de 38,3 cm en el cultivar Jade, lo cual es similar a los resultados encontrados en esta investigación. Por otro lado, Benavides (2019) reportó plantas con una altura de 52,26 cm en el cultivar Jade, lo cual supera los resultados encontrados en esta investigación, aunque es similar a los obtenidos para el cultivar Magnum.

En el estudio realizado por Lara (2016), se reportaron alturas de planta que variaron de 28,2 a 29,5 cm al aplicar el bioestimulante Incentive, lo cual es inferior a los resultados reportados en la presente investigación. Torres (2017), al utilizar Fertimarino, reportó plantas de 43,61 cm, lo cual es superior a los encontrados para el cultivar Jade e inferior en comparación al cultivar Magnum.

Estos hallazgos demuestran la importancia de considerar diferentes factores, como la selección de cultivares y el uso de bioestimulantes como los extractos de algas marinas específicos, para lograr un crecimiento óptimo de las plantas. Es necesario seguir investigando y evaluando

diferentes prácticas agrícolas con el objetivo de mejorar la altura de las plantas de vainita y en consecuencia, maximizar el potencial productivo del cultivo.

6.2. Número de vainas por planta (unid)

De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación, es importante resaltar que se lograron resultados superiores en cuanto al número de vainas por planta en comparación con estudios previos. Por ejemplo, Carpio (2019) reportó un promedio de 16,56 vainas por planta en el cultivar Jade, mientras que Vásquez (2021), al aplicar Aminogol en el cultivar Processor, obtuvo un promedio de 13 vainas por planta, ambos resultados son inferiores a los encontrados en esta investigación.

En contraste, Benavides (2019) reportó un promedio de 27,93 vainas por planta en el cultivar Jade, lo cual supera los resultados encontrados en esta investigación. Estos hallazgos indican que existen diferencias en el número de vainas por planta entre los distintos estudios, lo cual puede deberse a factores como las condiciones de cultivo, las prácticas agronómicas utilizadas y las características específicas de los cultivares evaluados.

Es importante seguir investigando y evaluando factores que puedan influir en el rendimiento de las vainas por planta, como la selección de cultivares adecuados, el uso de técnicas de manejo apropiadas y el empleo

de productos que promuevan el desarrollo y la producción de vainas como son los bioestimulantes entre ellos los extractos de algas marinas. Estos resultados proporcionan información valiosa para mejorar la productividad del cultivo y pueden servir de base para futuras investigaciones en el campo de la agricultura especialmente en el cultivo de vainita.

6.3. Peso unitario de vaina (g)

Los resultados obtenidos en esta investigación científica muestran que los pesos de las vainas son superiores en comparación con los reportados por Gutiérrez (2016). En su estudio, Gutiérrez logró un peso de 10 vainas que varió entre 77 y 86 gramos.

En contraste, en esta investigación se observaron pesos de vainas más altos, lo cual indica que las condiciones de cultivo, las prácticas agronómicas utilizadas, la aplicación de los extractos de algas marinas y las características específicas de los cultivares evaluados pueden haber influido en los resultados obtenidos.

Estos hallazgos resaltan la importancia de considerar múltiples factores en la producción de vainas con pesos significativos. Es fundamental continuar investigando y explorando estrategias que promuevan el desarrollo y la calidad de las vainas, como la selección de cultivares

adecuados, el manejo nutricional y el uso de prácticas agronómicas óptimas.

Los resultados obtenidos en esta investigación proporcionan información valiosa y contribuyen al conocimiento científico en el campo de la agricultura, lo que puede servir de base para futuras investigaciones y mejoras en la producción de vainas de mayor peso.

6.4. Longitud de vaina (cm)

Los resultados obtenidos en relación a la longitud de las vainas son superiores en comparación con estudios previos. Por ejemplo, Carpio (2019) reportó una longitud de 16,6 cm para las vainas del cultivar Jade. En el estudio realizado por Vásquez (2021), al aplicar Aminogol en el cultivar Jade, se obtuvo una longitud de vainas que varió entre 11 y 12 cm, lo cual es inferior a los resultados encontrados en esta investigación para los cultivares Magnum y Jade.

Por otro lado, Gutiérrez (2016) reportó una longitud de vainas que varió entre 16,65 y 17,48 cm, resultados similares a los obtenidos para el cultivar Jade, pero inferiores a los alcanzados por el cultivar Magnum en esta investigación. Torres (2017), al aplicar Biofertmarino en el cultivar Jade, reportó vainas con una longitud que varió entre 15 y 17 cm, resultados

similares a los encontrados para el cultivar Jade en esta investigación, aunque inferiores a los obtenidos por el cultivar Magnum.

Estos hallazgos indican que existen diferencias en la longitud de las vainas entre los estudios, lo cual puede estar influenciado por diversos factores, como las prácticas de manejo, las condiciones ambientales y las características propias de los cultivares evaluados.

6.5. Peso de vaina por planta (g)

Los resultados obtenidos en esta investigación agrícola demuestran que los pesos de las plantas son superiores en comparación con los reportados por Benavides (2019) quien logró pesos de 39 a 47,85 gramos de vainas por planta.

En contraste, en esta investigación se observaron pesos de plantas más altos, lo cual indica que las condiciones de cultivo, las prácticas agronómicas empleadas y las características específicas de los cultivares evaluados pueden haber influido en los resultados obtenidos.

Estos hallazgos resaltan la importancia de considerar diferentes factores para lograr pesos significativos en las plantas (Espinosa et al., 2020). Es fundamental continuar investigando y explorando estrategias que promuevan un mayor desarrollo y peso de las plantas, como la selección

de cultivares adecuados, el manejo nutricional y el uso de prácticas agronómicas óptimas.

Los resultados obtenidos en esta investigación contribuyen al conocimiento científico en el campo de la agricultura y ofrecen información valiosa para mejorar la productividad de los cultivos como la vainita. Estos hallazgos pueden servir de base para futuras investigaciones y mejoras en la producción de plantas con pesos superiores.

6.6. Rendimiento comercial (kg ha⁻¹)

En base a los resultados obtenidos en esta investigación agrícola, se reporta que los rendimientos alcanzados fueron inferiores en comparación a los estudios anteriores. Por ejemplo, Vásquez (2021) reportó un rendimiento de 16 453 kg por hectárea utilizando la variedad Processor en combinación con un bioestimulante orgánico Aminogol.

Asimismo, Carpio (2019) obtuvo rendimientos de 20,72 toneladas por hectárea al aplicar un 50% de fertilizante químico combinado con un 50% de abono orgánico. Los resultados de Benavides (2019) también superaron los obtenidos en esta investigación, ya que reportó rendimientos del cultivar Jade de 18 272 kg por hectárea al aplicar Golden black + Biozyme.

Gutiérrez (2016) logró un rendimiento de 9,48 toneladas por hectárea utilizando los extractos de algas marinas en el cultivar Jade, lo cual supera los resultados obtenidos en esta investigación para el mismo cultivar. Por otro lado, Torres (2017) reportó rendimientos de 6 783 kg por hectárea, los cuales fueron inferiores a los encontrados en la presente investigación.

Estos hallazgos resaltan la importancia de seguir estudiando nuevos cultivares y productos para mejorar los rendimientos en la vainita. Es necesario considerar la selección de cultivares, el uso de bioestimulantes como los extractos de algas marinas y fertilizantes adecuados, así como la implementación de técnicas y prácticas que promuevan el crecimiento y desarrollo del cultivo de vainita (Espinosa et al., 2020).

CONCLUSIÓN

El extracto de algas Basfoliar algae demostró ser el más efectivo, ya que se obtuvo un mayor rendimiento de vainitas por hectárea con un promedio de 11 197,28 kg en comparación con los extractos Bayfolan algae y Alga 600. En cuanto a los cultivares, Magnum obtuvo el mayor rendimiento con un promedio de 11474,75 kg ha⁻¹.

RECOMENDACIONES

Se recomienda el uso del extracto de algas Basfoliar algae ya que extracto demostró ser efectivo en mejorar el rendimiento de vainitas por hectárea.

Se recomienda seguir las instrucciones de aplicación y dosificación recomendadas por el fabricante.

Se recomienda el cultivar Magnum para obtener un mayor rendimiento en sus cultivos de vainita. Este cultivar mostró un rendimiento promedio de 11 474,75 kg por hectárea, superando al cultivar Jade. Es importante seleccionar cultivares con alto potencial productivo y adaptados a las condiciones locales.

A pesar de que el extracto de algas Basfoliar algae resultó ser el más efectivo en esta investigación, se sugiere probar otros extractos comerciales de algas marinas disponibles en el mercado. Podría haber variaciones en la efectividad de los diferentes extractos según las condiciones específicas del cultivo y el entorno.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- About El-Yazied, A., El-Gizawy, A. M., Ragab, M. I., & Hamed, E. S. (2012). Effect of Seaweed Extract and Compost Treatments on Growth, Yield and Quality of Snap Bean. *Journal of American Science*, 8(6), 1-20. https://www.researchgate.net/publication/273121372_Effect_of_Seaweed_Extract_and_Compost_Treatments_on_Growth_Yield_and_Quality_of_Snap_Bean
- Acosta-Gallegos, J. A., Kelly, J. D., & Gepts, P. (2007). Prebreeding in common bean and use of genetic diversity from wild germplasm. *Crop Science*, 47(SUPPL. DEC.). <https://doi.org/10.2135/cropsci2007.04.0008IPBS>
- Adl, S. M., Simpson, A. G. B., Farmer, M. A., Andersen, R. A., Anderson, O. R., Barta, J. R., Bowser, S. S., Brugerolle, G., Fensome, R. A., Fredericq, S., James, T. Y., Karpov, S., Kugrens, P., Krug, J., Lane, C. E., Lewis, L. A., Lodge, J., Lynn, D. H., Mann, D. G., ... Taylor, M. F. J. R. (2005). The new higher level classification of eukaryotes with emphasis on the taxonomy of protists. *Journal of Eukaryotic Microbiology*, 52(5), 399-451. <https://doi.org/10.1111/j.1550-7408.2005.00053.x>

Ammar, N., Jabnoun-Khiareddine, H., Mejdoub-Trabelsi, B., Nefzi, A., Mahjoub, M. A., & Daami-Remadi, M. (2017). Pythium leak control in potato using aqueous and organic extracts from the brown alga *Sargassum vulgare* (C. Agardh, 1820). *Postharvest Biology and Technology*, 130(April), 81-93. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2017.04.010>

Battacharyya, D., Babgohari, M. Z., Rathor, P., & Prithiviraj, B. (2015). Seaweed extracts as biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae*, 196, 39-48. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.012>

Benavides, J. (2019). Ácidos húmicos y bioestimulantes para el incremento del rendimiento del cultivo de vainita (*Phaseolus Vulgaris* L.) cv. 'jade' en la irrigación majes - Arequipa [Universidad nacional de San Agustín de Arequipa]. En *Universidad nacional de San Agustín de Arequipa*. <http://190.119.145.154/handle/20.500.12773/11342>

Calvo, P., Nelson, L., & Kloepper, J. W. (2014). Agricultural uses of plant biostimulants. En *Plant and Soil* (Vol. 383, Números 1-2, pp. 3-41). Kluwer Academic Publishers. <https://doi.org/10.1007/s11104-014-2131-8>

Camarena, F., Huaranga, A., Mostacero, E., & Patricio, M. (2012).

Tecnologías para el incremento de la producción del frijol vainita (*Phaseolus vulgaris* L.) para la exportación. En *Universidad Nacional Agraria La Molina* (p. 20). Universidad Nacional Agraria La Molina. <http://www.fondoeditorialunalm.com/wp-content/uploads/2020/09/Tecnologias-para-el-incremento-de-la-produccion.pdf>

Canales, B. (1999). Enzimas-algas: Posibilidades de su uso para estimular la producción agrícola y mejorar los suelos. *Terra Latinoamericana*, 17(3), 271-276. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57317312>

Carpio, Y. (2019). Tres variedades de vainita (*Phaseolus vulgaris* L.) con aplicaciones de ácidos húmicos, fúlvicos, crema de algas y nitrato de amonio [Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. En *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa*. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/11271>

Crouch, I. J., & van Staden, J. (1993). Evidence for the presence of plant growth regulators in commercial seaweed products. *Plant Growth Regulation*, 13(1), 21-29. <https://doi.org/10.1007/BF00207588>

Dirección Regional de Agricultura Tacna. (2022). *Anuario estadístico agrícola 2022*. <https://www.drat.gob.pe/anuario-estadistico-agricola-2022.pdf>

du Jardin, P. (2015). Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae*, 196, 3-14. <https://doi.org/10.1016/J.SCIENTA.2015.09.021>

Espinosa, A. A., Hernández, R. M., & González, M. (2020). Extractos bioactivos de algas marinas como bioestimulantes del crecimiento y la protección de las plantas. *Bioteología vegetal*, 20(4), 257-282.

Espinoza Barrera, V. J. (2021). *Rendimiento y calidad de siete cultivares de vainita (Phaseolus vulgaris L.) en condiciones de La Molina* [Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4895/espinoza-barrera-victor-jason.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Featonby-Smith, B. C., & Van Staden, J. (1983). The effect of seaweed concentrate on the growth of tomato plants in nematode-infested soil. *Scientia Horticulturae*, 20(2), 137-146. [https://doi.org/10.1016/0304-4238\(83\)90134-6](https://doi.org/10.1016/0304-4238(83)90134-6)

FAO. (2022). *Producción mundial de vainitas (Phaseolus vulgaris) en 2021*. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>

Freytag, G., & Debouck, D. (2003). Taxonomy, Distribution, and Ecology of the Genus *Phaseolus* (Leguminosae–Papilionoideae) in North

America, Mexico, and Central America. En *Economic Botany*.
[https://doi.org/10.1663/0013-0001\(2003\)057\[0421:bredfa\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1663/0013-0001(2003)057[0421:bredfa]2.0.co;2)

Gutiérrez Gavonel, Y. K. (2016). Extractos de algas marinas en el rendimiento y calidad de vainita (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo condiciones de la Molina [Universidad Nacional Agraria La Molina]. En *Universidad Nacional Agraria La Molina*.
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2572>

Hernández-Herrera, R. M., Santacruz-Ruvalcaba, F., Briceño-Domínguez, D. R., Di, D. A., & Hernández-Carmona, G. (2018). Seaweed as potential plant growth stimulants for agriculture in Mexico Las algas como potenciales estimulantes del crecimiento vegetal para la agricultura en México. *Hidrobiológica*, 28(1), 129-140.

Hernández, L., Hernández, N., Soto, F., & Pino, M. de los A. (2010). Estudio fenológico preliminar de seis cultivares de habichuela de la especie *Phaseolus vulgaris* L. *Cultivos Tropicales*, 31(1), 54-61.

Kamel, H. M. (2014). Impact of garlic oil, seaweed extract and imazalil on keeping quality of valencia orange fruits during cold storage. *Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants*, 6(3), 116-125.
<https://doi.org/10.5829/idosi.jhsop.2014.6.3.1145>

Khan, W., Rayirath, U. P., Subramanian, S., Jithesh, M. N., Rayorath, P., Hodges, D. M., Critchley, A. T., Craigie, J. S., Norrie, J., & Prithiviraj, B. (2009). Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. *Journal of Plant Growth Regulation*, 28(4), 386-399. <https://doi.org/10.1007/s00344-009-9103-x>

Kuwada, K., Wamocho, L. S., Utamura, M., Matsushita, I., & Ishii, T. (2006). Effect of red and green algal extracts on hyphal growth of arbuscular mycorrhizal fungi, and on mycorrhizal development and growth of papaya and passionfruit. *Agronomy Journal*, 98(5), 1340-1344. <https://doi.org/10.2134/agronj2005.0354>

Lara, Y. (2016). Efecto del uso de bioestimulantes y dosis en el rendimiento de pallar Baby (*Phaseolus lanatus* L.) en lambayeque [Universidad César Vallejo]. En *Universidad César Vallejo*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/16695>

López-Padrón, I., Martínez-González, L., Pérez-Domínguez, G., Reyes-Guerrero, Y., Núñez-Vázquez, M., & Cabrera-Rodríguez, J. A. (2020). Las algas y sus usos en la agricultura. Una visión actualizada. *Cultivos Tropicales*, 41(2), 10. <http://ediciones.inca.edu.cu>

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2023). Boletín Estadístico Mensual “EL AGRO EN CIFRAS” - 2022. Recuperado de

<https://www.gob.pe/institucion/midagri/informes-publicaciones/2826318-boletin-estadistico-mensual-el-agro-en-cifras-2022>

Mansori, M., Chernane, H., Latique, S., Benaliat, A., Hsissou, D., & El Kaoua, M. (2015). Seaweed extract effect on water deficit and antioxidative mechanisms in bean plants (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Applied Phycology*, 27(5), 1689-1698. <https://doi.org/10.1007/s10811-014-0455-7>

Norrie, J., & Keathley, J. P. (2006). Benefits of *Ascophyllum nodosum* marine-plant extract applications to «Thompson seedless» grape production. *Acta Horticulturae*, 727, 243-247. <https://doi.org/10.17660/actahortic.2006.727.27>

Paulert, R., Talamini, V., Cassolato, J. E. F., Duarte, M. E. R., Nosedá, M. D., Smania Jr, A., & Stadnik, M. J. (2009). Effects of sulfated polysaccharide and alcoholic extracts from green seaweed *Ulva fasciata* on anthracnose severity and growth of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Plant Diseases and Protection*, 116(4), 263-270. <https://doi.org/10.1007/BF03356321>

Pérez Herrera, P., Esquivel Esquivel, G., Rosales Serna, R., & Acosta-Gallegos, J. A. (2002). Caracterización física, culinaria y nutricional de

frijol del altiplano subhúmedo de México. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, 52(2), 172-180. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222002000200009&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Renuka, N., Guldhe, A., Prasanna, R., Singh, P., & Bux, F. (2018). Microalgae as multi-functional options in modern agriculture: current trends, prospects and challenges. *Biotechnology Advances*, 36(4), 1255-1273. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2018.04.004>

Reyes Juárez, P. E. (2016). Manejo agronómico de Phaseolus Vulgaris L. En condiciones de invernadero en Chope - La Libertad [Universidad Nacional de Trujillo]. En *Universidad Nacional De Trujillo, Facultad De Ciencias Agropecuarias. Escuela Academico Profesional De Agronomia*. <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/3949>

Sharma, H. S. S., Fleming, C., Selby, C., Rao, J. R., & Martin, T. (2014). Plant biostimulants: A review on the processing of macroalgae and use of extracts for crop management to reduce abiotic and biotic stresses. *Journal of Applied Phycology*, 26(1), 465-490. <https://doi.org/10.1007/s10811-013-0101-9>

Sistema Integrado de Estadística Agraria. (2017). Anuario Estadístico de la Producción Agrícola y Ganadera 2016. En *Sistema Integrado de Estadística Agraria* (p. 156). <http://siea.minagri.gob.pe/siea/sites>

/default/files/anu%0Aario-agricolaganadera20162109170.pd

Toledo, J. (2003). Cultivo de la vainita. En *Instituto Nacional de Investigacion Agraria* (p. 78). Instituto Nacional de Investigacion Agraria.

http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/865/1/Toledo-Cultivo_vainita.pdf

Torres, R. S. (2017). Efecto de la aplicación foliar y al suelo del bioestimulante liquido Biofertmarino en el rendimiento de vainita (*Phaseolus vulgaris* L.), distrito de Marcara, provincia de Carhuaz, Ancash [Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo]. En *Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo*.

<http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/1682>

Van Oosten, M. J., Pepe, O., De Pascale, S., Silletti, S., & Maggio, A. (2017). The role of biostimulants and bioeffectors as alleviators of abiotic stress in crop plants. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 4(1), 1-12. <https://doi.org/10.1186/s40538-017-0089-5>

Vásquez, A. (2021). Rendimiento de vainita (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivar Processor con tres dosis y tres momento de aplicacion de aminogol en Cajamarca [Universidad Nacional de Cajamarca]. En *Universidad Nacional de Cajamarca*. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC>

/493

Verkleij, F. N. (1992). Seaweed extracts in agriculture and horticulture: A review. *Biological Agriculture and Horticulture*, 8(4), 309-324. <https://doi.org/10.1080/01448765.1992.9754608>

Víg, R., Dobos, A., Molnár, K., & Nagy, J. (2012). The efficiency of natural foliar fertilizers. *Idojaras*, 116(1), 53-64.

Zewail, R. M. Y. (2014). Effect of seaweed extract and amino acids on growth and productivity and some biocostituents of common bean (*Phaseolus vulgaris* L) PLANTS. *Journal of Plant Production*, 5(8), 1441-1453. <https://doi.org/10.21608/jpp.2014.64669>

ANEXOS

Anexo 1. Costos de producción de la investigación en la fase campo

Descripción	Unidad	Costo parcial (s/.)	Cantidad	Costo total (s/.)
Mano de obra				2 080,00
Limpieza del campo	jornal	80,00	2	160,00
Arado del suelo	jornal	80,00	2	160,00
Mullido y nivelado del suelo	jornal	80,00	2	160,00
Riego	jornal	80,00	5	400,00
Incorporación de materia orgánica y fertilizantes de fondo	jornal	80,00	3	240,00
Aplicación de tratamientos	jornal	80,00	3	240,00
Control de malezas	jornal	80,00	3	240,00
Control fitosanitario	jornal	80,00	3	240,00
cosecha	jornal	80,00	3	240,00
Insumos				901,00
Semilla	kg	45,00	4	180,00
Estiércol	kg	15,00	16	240,00
Dipel	kg	111,00	1	111,00
Basfoliar algae	litro	65,00	1	65,00
Alga 600*	kg	95,00	1	95,00
Algax ®	litro	60,00	1	60,00
Abamectina	litro	80,00	1	80,00
Azoxystrobin +Tebuconazole	kg	70,00	1	70,00
Imidacloprid	kg	45,00	1	45,00
Nitrógeno	kg	6,00	6	36,00
Fósforo	kg	5,00	4	20,00
Materiales				815,00
Lampa	unidad	30,00	1	30,00
Rastrillo	unidad	25,00	1	25,00
Wincha	unidad	35,00	1	35,00
Cordel	unidad	5,00	1	5,00
Bomba mochila	unidad	450,00	1	450,00
Análisis de suelo	unidad	120,00	1	120,00
Transporte		30,00	5	150,00
TOTAL, COSTOS DIRECTOS				3 796,00
Gastos administrativos (10%)				379,60
Imprevistos (5%)				189,80
TOTAL, COSTOS INDIRECTOS				569,40
TOTAL, COSTOS DE PRODUCCIÓN				4 365,40

Presupuesto solo para la cantidad de material utilizado

Anexo 2. Registro de variables evaluadas en la investigación

Bloques	Cultivares	Extractos	AP	NVP	PUV	LV	PVP	RP	RT
1	Jade	Bayfolan algae	33,6	25,0	10,2	18,4	255,5	11,3	7533,3
1	Jade	Alga 600	37,8	18,4	8,0	17,0	146,6	11,9	7933,3
1	Jade	Testigo	36,9	17,4	7,2	16,1	125,0	13,4	8933,3
1	Jade	Basfoliar algae	41,7	19,2	8,2	17,5	157,3	14,2	9466,7
1	Magnum	Testigo	51,0	16,2	9,9	19,3	160,4	15,3	10230,0
1	Magnum	Basfoliar algae	54,6	24,4	16,9	20,7	412,3	17,1	11426,0
1	Magnum	Bayfolan algae	53,6	19,6	11,1	19,4	216,9	16,8	11202,0
1	Magnum	Alga 600	46,6	19,0	15,2	20,8	288,8	15,4	10253,3
2	Jade	Basfoliar algae	44,0	28,4	12,1	19,7	343,6	14,1	9400,0
2	Jade	Alga 600	40,3	28,2	11,6	17,8	326,0	11,5	7666,7
2	Jade	Testigo	37,6	18,8	10,7	16,4	200,8	13,2	8766,7
2	Jade	Bayfolan algae	34,0	32,6	11,9	17,9	387,3	10,6	7066,7
2	Magnum	Testigo	50,8	20,8	11,0	20,0	229,6	15,8	10505,3
2	Magnum	Bayfolan algae	54,1	20,4	18,1	20,8	369,5	16,9	11236,0
2	Magnum	Basfoliar algae	59,1	22,2	16,9	21,2	374,1	18,6	12420,7
2	Magnum	Alga 600	59,0	18,8	16,6	20,3	312,6	19,2	12817,3
3	Magnum	Alga 600	58,8	20,6	15,7	21,0	324,1	18,2	12112,7
3	Magnum	Basfoliar algae	64,1	21,8	16,4	20,2	357,9	20,5	13687,3
3	Magnum	Testigo	57,9	13,0	11,6	17,2	150,4	16,4	10964,0
3	Magnum	Bayfolan algae	60,4	21,0	15,8	20,3	332,8	16,2	10772,7
3	Jade	Testigo	36,5	13,2	8,6	16,8	114,0	11,9	7933,3
3	Jade	Basfoliar algae	44,6	17,2	15,7	21,5	269,2	15,3	10200,0
3	Jade	Alga 600	29,2	19,4	8,1	17,3	157,8	9,8	6533,3
3	Jade	Bayfolan algae	36,2	15,8	10,4	18,5	163,8	11,6	7742,7
4	Jade	Alga 600	30,3	17,2	7,4	18,0	127,3	10,5	6966,7
4	Jade	Basfoliar algae	29,0	19,2	9,7	18,0	185,6	13,5	9000,0
4	Jade	Bayfolan algae	34,5	20,6	8,7	18,2	180,0	11,0	7333,3
4	Jade	Testigo	28,9	12,0	7,5	16,3	90,0	8,6	5733,3
4	Magnum	Alga 600	50,9	18,0	12,6	20,2	227,1	15,6	10366,7
4	Magnum	Bayfolan algae	52,2	20,0	14,0	19,5	279,4	18,5	12333,3
4	Magnum	Testigo	46,5	13,4	7,4	18,2	98,6	15,5	10333,3
4	Magnum	Basfoliar algae	49,0	18,8	12,9	21,4	242,7	17,1	11366,7
5	Jade	Alga 600	31,8	18,0	15,8	18,6	283,9	12,6	8366,7
5	Jade	Bayfolan algae	34,8	21,4	9,4	18,7	201,9	14,6	9733,3
5	Jade	Basfoliar algae	31,3	17,8	11,4	18,1	202,9	15,8	10533,3
5	Jade	Testigo	31,6	12,8	9,7	17,3	123,6	11,7	7766,7
5	Magnum	Alga 600	51,4	16,0	13,0	18,8	208,4	19,5	13000,0
5	Magnum	Bayfolan algae	53,0	15,4	12,8	20,2	196,4	18,7	12473,3
5	Magnum	Basfoliar algae	48,9	18,4	15,7	21,8	288,5	19,7	13100,0
5	Magnum	Testigo	51,1	13,6	10,1	18,6	137,8	14,3	9526,7
6	Jade	Testigo	35,3	11,0	6,9	15,1	76,2	12,3	8200,0
6	Jade	Basfoliar algae	43,2	19,6	10,4	19,8	203,9	16,6	11033,3
6	Jade	Alga 600	37,8	16,4	9,5	18,6	156,0	13,0	8666,7
6	Jade	Bayfolan algae	38,2	15,6	10,5	17,7	163,2	12,9	8566,7
6	Magnum	Basfoliar algae	52,4	15,4	16,4	20,9	252,6	19,1	12733,3
6	Magnum	Alga 600	51,2	14,4	12,6	18,4	182,1	15,4	10233,3
6	Magnum	Bayfolan algae	49,3	15,8	13,3	19,2	209,6	18,5	12333,3
6	Magnum	Testigo	45,0	12,2	10,3	15,6	125,3	15,0	9966,7

ANEXO 3. PANEL FOTOGRÁFICO



Fotografía 1. Preparación de terreno



Fotografía 2. Crecimiento y desarrollo vegetativo



Fotografía 3. Vainitas cv. Magnum



Fotografía 4. Vainitas cv. Jade



Fotografía 5. Cosecha de vainita