



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
EXTENSIÓN LA MANÁ
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES
CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

“EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS FOLIARES Y EDÁFICOS EN DIFERENTES DOSIS EN EL CULTIVO DE ACELGA (*Beta vulgaris*)”

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero/a
Agrónomo/a

AUTORA:

Sigcha Yanchaliquin Guadalupe Rosario

TUTOR:

Ing. Quinatoa Lozada Eduardo MSc.

LA MANÁ-ECUADOR
MARZO-2022

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Sigcha Yanchaliquin Guadalupe Rosario C.C. 0504423104, declaro ser autora del presente Proyecto de Investigación: “EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS FOLIARES Y EDÁFICOS EN DIFERENTES DOSIS EN EL CULTIVO DE ACELGA (*Beta vulgaris*)”, siendo el Ing. Quinatoa Lozada Eduardo MSc. tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles acciones de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.



Sigcha Yanchaliquin Guadalupe Rosario
C.I: 09297548104

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS FOLIARES Y EDÁFICOS EN DIFERENTES DOSIS EN EL CULTIVO DE ACELGA (*Beta vulgaris*)” de Sigcha Yanchaliquin Guadalupe Rosario, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

La Maná, 09 de marzo del 2022



Ing. Quinatoa Lozada Eduardo Fabián MSc.
C.I: 180401183-9
TUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente informe de investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y de Recursos Naturales, por cuanto la postulante: Sigcha Yanchaliquin Guadalupe Rosario, con el título de Proyecto de Investigación: “EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS FOLIARES Y EDÁFICOS EN DIFERENTES DOSIS EN EL CULTIVO DE ACELGA (*Beta vulgaris*)”, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

La Maná, 28 de marzo del 2022

Para constancia firman:



Ing. Espinosa Cunuhay Kleber Augusto MSc.
C.I: 0502612740
PRESIDENTE



Ing. Macías Pettao Ramón Klever MSc.
C.I: 0910743285
LECTOR 1 MIEMBRO



Ing. Pincay Ronquillo Wellington Jean MSc.
C.I: 1206384586
LECTOR 2 SECRETARIO

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme vida cada día, por llenar mis esperanzas de poder ver cumplidas mis metas que con todo corazón me las propuse.

Mis padres y mis hermanos quien me apoyaron incondicionalmente como una persona soportando una ayuda, gracias por su ilimitado apoyando hasta cumplir esta anhelada meta.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi, por abrirme las puertas al conocimiento y permitir llevar a cabo mi formación académica.

A todos mis docentes por sus enseñanzas y momentos compartidos al largo de mi vida estudiantil.

Expresar mi más sincero agradecimiento al Ing. Eduardo Quinatoa, tutor de proyecto, gracias a sus conocimientos, paciencia, apoyo inmenso que fue el pilar principal durante el desarrollo de este trabajo investigativo.

Guadalupe Rosario

DEDICATORIA

Este proyecto está dedicado a Dios, el Ser supremo por ser mi guía que me ha dado la sabiduría, conocimiento, fortaleza y su entusiasmo necesario durante esta etapa de estudio, que me ha permitido culminar con responsabilidad, humildad y sabiduría una etapa más de nuestra vida.

Dedico este proyecto de investigación a mis padres y mis hermanos que con su sacrificio paciencia esfuerzo y el amor, nos permitió llegar a cumplir una meta más, y complacer por ser el ejemplo que nos dio el esfuerzo y la valentía en nuestra vida porque Dios siempre está donde quiera que vaya guiándome.

A todas las personas que de una u otra manera contribuyeron al desarrollo del presente proyecto.

Guadalupe Rosario

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TEMA: “EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS FOLIARES Y EDÁFICOS EN DIFERENTES DOSIS EN EL CULTIVO DE ACELGA (*Beta vulgaris*)”

Autora:

Sigcha Yanchaliquin Guadalupe Rosario

RESUMEN

El presente proyecto de investigación se realizó en el sector Palo Blanco, perteneciente a la parroquia Ramon Campaña del cantón Pangua, con los siguientes objetivos: Caracterizar el desarrollo vegetativo del cultivo de *Beta vulgaris* con la aplicación de abonos orgánicos edáficos y foliares en condiciones de campo, determinar el rendimiento agrícola en el cultivo de acelga en base a la aplicación de abonos orgánicos edáficos y foliares y analizar económicamente los tratamientos en estudio más rentables en la producción de acelga. Se planteo un Diseño de Bloques al Azar, con arreglo factorial de $2 \times 2 + 1$, dos abonos edáficos, más dos abonos orgánicos foliares con dos dosis de aplicación, dando como resultado ocho tratamientos, más un testigo absoluto, con cinco repeticiones por tratamiento, de las cuales se analizaron cuatro unidades experimentales. Las variables que se evaluaron en edades de 15, 30 y 45 días: altura de planta, longitud y ancho de hoja, las variables a la cosecha fueron: número de hojas, longitud y ancho de hoja, peso de hoja y rendimiento tn/ha. Los resultados de la investigación evidenciaron que la mayor altura de planta presento T6 (Roca fosfórica + Extracto de algas 5 cc/L de agua) con 15.58, 21.27 y 27.19 cm en los días evaluados, al finalizar la cosecha los mejores resultados en longitud de hojas se dio con T6 (Roca fosfórica + Extracto de algas 5 cc/L de agua) con valores de 12.17, 18.89 y 26.74 cm en los 30, 60 y 90 días; para el ancho de hojas los mejores resultados se presentaron en T6 (Roca fosfórica + Extracto de algas 5 cc/L de agua), con 6.97, 10.87 y 12.18 cm en las edades evaluadas; mientras el mayor peso de planta a la cosecha se obtuvo con T6 (Roca fosfórica + Extracto de algas 5 cc/L de agua) con datos de 826.14 gramos por planta; los valores más prominentes en longitud y ancho de hoja a la cosecha se obtuvo con T6 (Roca fosfórica + Extracto de algas 5 cc/L de agua) con 36.93 y 16.92 cm respectivamente; en cuanto al rendimiento T6 (Roca fosfórica + Extracto de algas 5 cc/L de agua) alcanzó los 18.47 tn/ha. En el análisis económico los mayores ingresos registro T6 (Roca fosfórica + Extracto de algas 5 cc/L de agua) con USD. 50.35, dando un beneficio costo de USD. 2.12.

Palabras clave: acelga, roca fosfórica, bokashi, extracto de algas, neem.

ABSTRACT

This research project was carried out in the Palo Blanco sector, belonging to the Ramon Campaña parish of the Pangua canton, with the following objectives: Characterize the vegetative development of the *Beta vulgaris* crop with the application of soil and foliar organic fertilizers under field conditions. , determine the agricultural yield in the cultivation of chard based on the application of soil and foliar organic fertilizers and economically analyze the most profitable treatments under study in the production of chard. A Random Block Design was proposed, with a factorial arrangement of $2 \times 2 + 1$, two edaphic fertilizers, plus two foliar organic fertilizers with two application doses, resulting in eight treatments, plus a control, with five repetitions per treatment. of which four experimental units were analyzed. The variables that were evaluated at ages of 15, 30 and 45 days: plant height, leaf length and width, the variables at harvest were: number of leaves, leaf length and width, leaf weight and yield tn/ha. The results of the investigation showed that the highest plant height presented T6 (Phosphoric rock + Algae extract 5 cc/L of water) with 15.58, 21.27 and 27.19 cm in the evaluated days, at the end of the harvest the best results in length of leaves were given with T6 (Phosphoric rock + Algae extract 5 cc/L of water) with values of 12.17, 18.89 and 26.74 cm at 30, 60 and 90 days; for leaf width, the best results were presented in T6 (phosphate rock + algae extract 5 cc/L of water), with 6.97, 10.87 and 12.18 cm in the evaluated ages; while the highest plant weight at harvest was obtained with T6 (phosphate rock + algae extract 5 cc/L of water) with data of 826.14 grams per plant; the most prominent values in leaf length and width at harvest were obtained with T6 (phosphate rock + algae extract 5 cc/L of water) with 36.93 and 16.92 cm, respectively; Regarding the T6 yield (Phosphoric rock + Algae extract 5 cc/L of water) it reached 18.47 tn/ha. In the economic analysis, the highest income was registered T6 (Phosphoric rock + Algae extract 5 cc/L of water) with USD. 50.35, giving a cost benefit of USD. 2.12.

Keywords: chard, phosphate rock, bokashi, seaweed extract, neem.

ÍNDICE GENERAL

| Contenido | Pág. |
|---|-------------|
| PORTADA | i |
| DECLARACIÓN DE AUTORÍA | ii |
| AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN..... | iii |
| APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN..... | iv |
| AGRADECIMIENTO | v |
| DEDICATORIA..... | vi |
| RESUMEN | vii |
| ABSTRACT | viii |
| 1. INFORMACIÓN GENERAL | 1 |
| 2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO | 2 |
| 3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO | 2 |
| 4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO | 4 |
| 5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN: | 4 |
| 6. OBJETIVOS..... | 5 |
| 7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS..... | 6 |
| 8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA..... | 6 |
| 8.1. El cultivo de acelga..... | 6 |
| 8.1.1. Generalidades | 6 |
| 8.1.2. Situación del cultivo de acelga en el Ecuador | 7 |
| 8.1.3. Características morfológicas de la acelga..... | 8 |
| 8.1.4. Variedades comerciales | 9 |
| 8.1.4.1. Amarilla de Lyon..... | 9 |
| 8.1.4.2. Bressane..... | 9 |

| | |
|--|----|
| 8.2. Requerimientos edafoclimáticos..... | 9 |
| 8.2.1. Clima | 9 |
| 8.2.2. Agua | 10 |
| 8.2.3. Temperatura..... | 10 |
| 8.2.4. Fotoperiodo..... | 10 |
| 8.2.5. Humedad relativa..... | 10 |
| 8.2.6. Suelo | 11 |
| 8.2.7. Descripción botánica | 11 |
| 8.2.7.1. Planta | 11 |
| 8.2.7.2. Hojas..... | 11 |
| 8.2.7.3. Flores | 11 |
| 8.3. Manejo agronómico..... | 11 |
| 8.3.1. Preparación del suelo para la siembra | 11 |
| 8.3.2. Labores culturales..... | 12 |
| 8.3.3. Sistema de siembra | 12 |
| 8.4. Abonos orgánicos | 12 |
| 8.4.1. Uso y Efecto | 13 |
| 8.4.2. Bokashi | 14 |
| 8.4.2.1. Funciones del bokashi | 15 |
| 8.4.3. Roca fosfórica..... | 15 |
| 8.4.3.1. Métodos de aplicación..... | 15 |
| 8.4.4. Extractos de algas | 16 |
| 8.4.5. Extracto de Neem | 17 |
| 8.5. Investigaciones realizadas | 18 |
| 9. PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS | 20 |
| 10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL | 20 |

| | |
|---|----|
| 10.1. Ubicación y duración del ensayo..... | 20 |
| 10.2. Tipos de investigación..... | 21 |
| 10.2.1. Descriptiva..... | 21 |
| 10.2.2. Experimental..... | 21 |
| 10.2.3. De campo..... | 21 |
| 10.2.4. Analítica..... | 21 |
| 10.2.5. Bibliográfica..... | 21 |
| 10.3. Condiciones agrometeorológicas..... | 21 |
| 10.4. Materiales y equipos..... | 22 |
| 10.5. Diseño experimental..... | 25 |
| 10.6. Tratamientos en estudio..... | 25 |
| 10.7. Esquema del experimento..... | 25 |
| 10.8. Factores en estudio..... | 26 |
| 10.9. Análisis de varianza..... | 26 |
| 10.10. Manejo del ensayo..... | 27 |
| 10.10.1. Labores preculturales..... | 27 |
| 10.10.2. Siembra..... | 27 |
| 10.10.3. Trasplante..... | 27 |
| 10.10.4. Aplicación de abonos..... | 27 |
| 10.10.5. Labores culturales..... | 28 |
| 10.10.6. Riego..... | 28 |
| 10.10.7. Cosecha..... | 28 |
| 10.11. Variables evaluadas..... | 28 |
| 10.11.1. Altura de la planta (cm)..... | 28 |
| 10.11.2. Longitud y ancho de hoja..... | 28 |
| 10.11.3. Peso de planta a la cosecha (g)..... | 29 |

| | |
|--|----|
| 10.11.4. Número de hojas a la cosecha..... | 29 |
| 10.11.5. Longitud de hoja a la cosecha..... | 29 |
| 10.11.6. Rendimiento t/ha..... | 29 |
| 10.11.7. Análisis económico..... | 29 |
| 11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS | 31 |
| 11.1. Caracterización físico química del suelo | 31 |
| 11.2. Análisis de resultados por tratamiento | 31 |
| 11.3. Interacciones | 39 |
| 11.4. Análisis económico | 46 |
| 12. IMPACTOS | 46 |
| 13. PRESUPUESTO..... | 47 |
| 14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 48 |
| 15. BIBLIOGRAFÍA..... | 49 |
| 16. ANEXOS..... | 51 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Actividades y tareas en relación a los objetivos..... | 6 |
| Tabla 2. Condiciones agrometeorológicas del lugar del experimento..... | 22 |
| Tabla 3. Caracterización de la variedad de acelga..... | 22 |
| Tabla 4. Contenido nutricional del bokashi..... | 23 |
| Tabla 5. Propiedades químicas de la roca fosfórica | 23 |
| Tabla 6. Características del extracto de algas..... | 24 |
| Tabla 7. Contenido físico químico del extracto de neem | 24 |
| Tabla 8. Materiales y equipos..... | 24 |
| Tabla 9. Esquema de tratamientos | 25 |
| Tabla 10. Esquema del experimento..... | 26 |
| Tabla 11. Factores en estudio. | 26 |
| Tabla 12. Esquema de análisis de varianza | 26 |
| Tabla 13. Análisis físico químico del suelo del lugar del ensayo. | 31 |
| Tabla 14. Altura de planta en el efecto de la incorporación de abonos orgánicos foliares y edáficos en diferentes dosis en el cultivo de acelga (<i>Beta vulgaris</i>). | 32 |
| Tabla 15. Longitud de hoja en diferentes edades en el efecto de la incorporación de abonos orgánicos foliares y edáficos en diferentes dosis en el cultivo de acelga (<i>Beta vulgaris</i>)...... | 34 |
| Tabla 16. Ancho de hoja en diferentes edades en el efecto de la incorporación de abonos orgánicos foliares y edáficos en diferentes dosis en el cultivo de acelga (<i>Beta vulgaris</i>)...... | 35 |
| Tabla 17. Longitud de hoja cosechada en el efecto de la incorporación de abonos orgánicos foliares y edáficos en diferentes dosis en el cultivo de acelga (<i>Beta vulgaris</i>). | 36 |
| Tabla 18. Ancho de hoja a la cosecha en el efecto de la incorporación de abonos orgánicos foliares y edáficos en diferentes dosis en el cultivo de acelga (<i>Beta vulgaris</i>). | 37 |
| Tabla 19. Peso de planta cosechada el efecto de la incorporación de abonos orgánicos foliares y edáficos en diferentes dosis en el cultivo de acelga (<i>Beta vulgaris</i>). | 38 |

| | |
|--|----|
| Tabla 20. Rendimiento del cultivo en el efecto de la incorporación de abonos orgánicos foliares y edáficos en diferentes dosis en el cultivo de acelga (<i>Beta vulgaris</i>). | 39 |
| Tabla 21. Análisis económico por tratamiento | 46 |
| Tabla 22. Presupuesto de la investigación..... | 47 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Interacción de altura de planta en las edades evaluadas. | 40 |
| Figura 2. Interacción de la longitud de hojas en las edades evaluadas..... | 41 |
| Figura 3. Interacción del ancho de hojas en las edades evaluadas. | 42 |
| Figura 4. Interacción de la longitud de hoja a la cosecha..... | 43 |
| Figura 5. Interacción del ancho de hoja a la cosecha. | 44 |
| Figura 6. Peso de planta a la cosecha | 44 |
| Figura 7. Rendimiento en toneladas por hectárea..... | 45 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|---|----|
| Anexo 1. Contrato de cesión no exclusiva de derechos de autor | 51 |
| Anexo 2. Reporte de Urkund..... | 54 |
| Anexo 3. Certificado del idioma ingles | 55 |
| Anexo 4. Hoja de vida del docente tutor | 56 |
| Anexo 5. Hoja de vida de las estudiantes investigadoras | 57 |
| Anexo 6. Evidencias fotográficas | 58 |
| Anexo 7. Análisis de suelos..... | 60 |
| Anexo 8. Diseño de parcelas experimentales | 61 |

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto: Efecto de la incorporación de abonos orgánicos foliares y edáficos en diferentes dosis en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris*).

Fecha de inicio: Octubre del 2021

Fecha de finalización: Marzo del 2022

Lugar de ejecución: Recinto Palo Blanco, parroquia Ramon Campaña, cantón Pangua, provincia Cotopaxi.

Unidad Académica que auspicia: Facultad De Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera que auspicia: Ingeniería Agronómica

Proyecto de investigación vinculado: Al sector agrícola

Equipo de Trabajo:

- Sigcha Yanchaliquin Guadalupe Rosario
- Ing. Quinatoa Lozada Eduardo MSc

Área de Conocimiento: Agricultura

Línea de investigación: Desarrollo y seguridad alimentaria

Sub líneas de investigación de la Carrera: Tecnología para la agricultura

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Actualmente la demanda de hortalizas hacia los mercados internacionales se ha incrementado, sobre todo en cultivos manejados con tecnologías amigables al medio ambiente, esta demanda permite que cultivos como la acelga tengan mayor relevancia en los mercados nacionales e internacionales, sobre todo por el consumo en estado fresco que es donde conserva sus propiedades nutricionales. La demanda de esta hortaliza además representa una importante rentabilidad económica para las personas que se dedica a su producción, mejorando su estilo de vida saludable y generando beneficios económicos (Candia & Quiroga, 2018).

Según Cerna, (2020) dentro del grupo de las hortalizas de hoja, la acelga es uno de los más consumidos en la actualidad, esto debido al alto contenido de nutrientes que aporta a las personas que lo consumen, sin embargo, en manejo agronómico de esta hortaliza se lleva de manera tradicional, con la aplicación de productos químicos, debido al efecto residual de estos pueden causar daños a la salud de los consumidores. Las hortalizas de hoja como la acelga son conocidas por su disponibilidad de agua en sus hojas y tallos, esto contribuye a mantener hidratada a las personas que lo consumen. Igualmente contiene una alta concentración de folatos, que corresponden a vitaminas que refuerzan el sistema inmunológico de quienes consumen esta hortaliza, formando anticuerpos e incrementando la producción de glóbulos rojos. Al mismo tiempo tiene propiedades depuradoras, su consumo se recomienda en personas que tienen afecciones renales, enfermedades de la piel y de tipo respiratorio.

El presente proyecto de investigación se llevó a cabo en el sector de Palo Blanco, perteneciente al cantón Pangua, provincia de Cotopaxi, con el objetivo de evaluar el efecto de la incorporación de abonos orgánicos foliares y edáficos en diferentes dosis en la producción de acelga. Se plantea un Diseño Experimental Completamente al Azar, con arreglo factorial de $2 \times 2 + 1$, siendo el factor A: abonos edáficos orgánicos, factor B: Abonos foliares orgánicos más un testigo absoluto, dando como resultado: cinco tratamientos, con cuatro repeticiones y se evaluarán cuatro unidades experimentales.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

A nivel mundial los alimentos orgánicos tienen una excelente aceptación en los mercados donde se expenden, los consumidores los prefieren por su manejo de manera sana, libre de pesticidas que contaminan tanto el medio ambiente como los efectos residuales que permanecen en las

frutas y verduras producto de este manejo químico. En lo que respecta al cultivo de acelga la producción no solo se centra en el mercado local y nacional, existen empresas que se dedican a la exportación de acelga orgánica a diferentes países del mundo, especialmente al mercado europeo y norteamericano. Sus usos y aplicaciones se dan en el ámbito alimenticio, por sus propiedades antioxidantes y nutricionales, como en la medicina, especialmente como fuente de nutrientes para contribuir en la salud humana, la buena rentabilidad económica ha despertado el interés de los agricultores que se dedicaban a los cultivos tradicionales, quienes se ven interesados en la producción de acelga, sobre todo si se lo realiza de manera orgánica.

En el Ecuador las condiciones climatológicas son las apropiadas para la producción de acelga de manera extensiva, utilizando productos orgánicos que no contaminen la capa arable del suelo y el ecosistema en general. Por ello se pretende sustituir paulatinamente el uso de fertilizantes químicos con insumos orgánicos que son una alternativa con buenos resultados en la producción de hortalizas, incrementando los rendimientos del cultivo, con bajos costos de producción y rentabilidad económica para los agricultores que se dedican a la producción de acelga.

Siendo la provincia de Cotopaxi una provincia netamente agrícola a lo largo de toda su geografía, el cultivo de acelga se convierte en un cultivo importante para que mejoren sus fuentes de ingreso con los buenos rendimientos de este cultivo. El manejo técnico de este cultivo es muy importante, sobre todo en la fertilización, es recomendable realizar aplicaciones de abonos orgánicos que no contaminen el medio ambiente. La combinación de abonos orgánicos edáficos con biofertilizantes de aplicación foliar se ha dado con excelentes resultados, tanto en desarrollo vegetativo como en producción de las hortalizas. Al mismo tiempo es necesario conocer las dosis de abonos a aplicar, para llevar una producción rentable de manera que genere ingresos a las personas que dependen de este cultivo.

La producción de hortalizas en el sector Palo Blanco se da con buenos resultados, sin embargo, la mayoría de agricultores aun realizan el manejo de manera convencional, con el uso indiscriminado de productos químicos, lo cual causa un daño irreparable al suelo y al medio ambiente, al mismo tiempo el alto costo de los fertilizantes químicos incrementa los costos de producción de la acelga, disminuyendo la rentabilidad al agricultor. Mediante la presente investigación se pretende motivar a los agricultores a llevar un manejo orgánico de sus cultivos, para de esta manera producir alimentos sanos para el consumidor, sobre todo en la acelga que es un cultivo de gran consumo, adaptable a las condiciones climatológicas del sector y con buena rentabilidad económicas.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Beneficiarios directos:

Los beneficiarios directos del proyecto de investigación son los agricultores del recito Palo Blanco, quienes mediante el desarrollo de la investigación podrán constatar los beneficios de la aplicación de abonos orgánicos en la producción de acelga.

Beneficiarios indirectos:

Los beneficiarios indirectos comprenden a los moradores de los recintos aledaños, del mismo modo los docentes y estudiantes y docentes participantes del área de agronomía con los resultados de la investigación realizada.

5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:

En la actualidad la acelga es una de las hortalizas más consumidas, sus formas de preparación, aporte nutricional a la salud de las personas y su sabor característico la posiciona como una de las principales hortalizas presentes en la alimentación de las personas. En el Ecuador según datos del INEC, (2020) la producción de acelga se centra en la región interandina, las cuales destacan por presentar grandes extensiones destinadas a la producción de esta hortaliza, sin embargo el manejo técnico de este cultivo, en la fertilización sigue llevándose de manera tradicional con productos químicos que más allá de deteriorar el medio ambiente son un riesgo para los consumidores, debido a su efecto residual en los alimentos, el uso indiscriminado de estos fertilizantes químicos ha llevado al deterioro de la capa arable del suelo disminuyendo la capacidad fértil de estos suelos.

Según el Sistema de Información Pública Agropecuaria (SIPA, 2020), la horticultura ecuatoriana está concentrada básicamente en la sierra, tanto por sus condiciones edáficas, climáticas y sociales, como por las técnicas y manejo del cultivo, por lo general la producción de acelga está concentrada en la producción doméstica, es decir cultivados en pequeñas extensiones en huertos familiares, donde la mano de obra es netamente familiar, en ocasiones cuando existe una sobreproducción el excedente se vende en mercados locales. La falta de incentivo por parte de entidades públicas, escasas o nulas capacitaciones sobre su manejo técnico y factores como el desconocimiento, originan que los agricultores no se dediquen a la producción masiva de esta hortaliza, sumado a los altos costos de los fertilizantes tradicionales

son un problema, a para el desarrollo en gran escala de este cultivo. Por ello la importancia del presente proyecto se da como una medida para dar a conocer sobre los beneficios del cultivo de acelga en combinación con el manejo técnico, utilizando productos netamente orgánicos.

En base a la problemática Acosta, (2017) menciona que uno de los problemas más evidentes es el poco incentivo que se le da a la producción hortícola, en plantaciones extensivas el manejo que se da a las hortalizas es netamente químico, con dosis elevadas de fertilizantes para incrementar su producción, generando efectos negativos en el suelo. Al mismo tiempo la gran mayoría de los agricultores desconocen de las dosis óptimas de dosificación, ni el tipo de fertilizante a emplear para la producción de la acelga, por lo que los rendimientos agrícolas están condicionadas a la aplicación excesiva de estos productos químicos, los cuales debido a su elevado costo de adquisición incrementan los costos de producción de esta hortaliza.

Con la ejecución del presente proyecto de investigación se pretende incentivar el uso de productos orgánicos en la fertilización de la acelga, con abonos edáficos y biofertilizantes foliares, dando como resultado productos sanos, resistentes a las condiciones climáticas como; precipitación, clima, y temperatura son limitantes para la producción y el rendimiento del cultivo de acelga, otras hortalizas y cultivos agrícolas en condiciones de campo abierto como alternativa de variación alimentaria para la zona.

6. OBJETIVOS

General

Evaluar el efecto de la incorporación de abonos orgánicos foliares y edáficos en diferentes dosis en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris*). en el sector Palo Blanco, del cantón Pangua.

Específicos

- Caracterizar el desarrollo vegetativo del cultivo de *Beta vulgaris* con la aplicación de abonos orgánicos edáficos y foliares en condiciones de campo.
- Determinar el rendimiento agrícola en el cultivo de acelga en base a la aplicación de abonos orgánicos edáficos y foliares.
- Analizar económicamente los tratamientos en estudio más rentables en la producción de acelga.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.

Tabla 1. Actividades y tareas en relación a los objetivos.

| OBJETIVOS | ACTIVIDADES | RESULTADOS | MEDIOS DE VERIFICACIÓN |
|---|--|---|---|
| *Caracterizar el desarrollo vegetativo del cultivo de <i>Beta vulgaris</i> con la aplicación de abonos orgánicos edáficos y foliares en condiciones de campo. | *Recolección de muestras de suelo. *Aplicación de abonos orgánicos edáficos y foliares. *Evaluación de las variables en estudio. | *Análisis de suelo. *Variables de desarrollo vegetativo *Altura de planta *Longitud y ancho de hoja. *Número de hojas | *Resultados del análisis de suelo. *Datos experimentales. *Análisis estadístico |
| *Determinar el rendimiento agrícola en el cultivo de acelga en base a la aplicación de abonos orgánicos edáficos y foliares. | *Registro de datos a la cosecha. *Análisis estadístico de los datos de producción. | *Variables de producción. *Peso de planta (g) *Rendimientos agrícolas (t/ha) | *Datos de campo. *Variables en estudio. *Análisis estadístico. |
| *Analizar económicamente los tratamientos en estudio más rentables en la producción de acelga | *Cálculo de análisis de rendimiento, relación beneficio costo de cada uno de los tratamientos. | *Análisis de ingresos y costos. *Relación beneficio costo | *Costos de producción. *Análisis económico. |

Elaborado por: Sigcha Guadalupe (2022)

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

8.1. El cultivo de acelga

8.1.1. Generalidades

Los cultivos no tradicionales hortícolas, como la Acelga (*Beta vulgaris*), que en la antigüedad se cultivaba en la región interandina exclusivamente, hoy en día por la preferencia de los consumidores y las exigencias del mercado ha resultado viable, razón por la cual es cultivadas en las provincias Manabí y Santa Elena con fines de abastecimiento comercial a los

supermercados de las ciudades de Manta, Portoviejo y Guayaquil, conformando un sin número de variedades por el color y forma acorde a las preferencias de los consumidores. Los datos acerca de la superficie cultivada es 256 hectáreas con rendimientos de 5.37 Ton/ha, según el (INEC, 2020).

En una planta herbácea bianual que pertenece al Género Beta, de la Familia de las Quenopodiáceas, subespecie Beta vulgaris var cicla (L.) K. Koch., aprovechable por sus propiedades nutricionales, la siembra, producción y comercialización de la acelga (Beta vulgaris L) es un potencial económico que aún no ha sido explotado en nuestro país de manera técnica o extensiva. La producción de esta hortaliza para los mercados locales y nacionales, se puede convertir en un cultivo destinado a la exportación a otros países, todas estas actividades ofrecen oportunidades de desarrollo en este campo, este estudio permitirá tener una visión más amplia sobre esta hortaliza (*Beta vulgaris l*), por motivo de que se podrá implementar programas que faciliten y apoyen el cultivo, la comercialización de la acelga (Bravo, 2015).

La producción de acelga en nuestro país se ve limitada por diferentes factores como el escaso manejo técnico, falta de incentivo por entidades gubernamentales, en cuanto a los precios el valor económico de este cultivo está condicionado a las diferentes épocas del año. En datos estadísticos del (INEC, 2020), se puede constatar que los mayores índices en la venta de acelga se da en los primeros meses del año, esto se podría deber a la época lluviosa y debido a que esta hortaliza se desarrolla de mejor manera en estas épocas del año (Gonzalez, 2015).

En cuanto a la fertilización, en la producción de acelga se realiza de manera tradicional, con el uso de abonos químicos, en muchos casos los agricultores realizan una aplicación indiscriminada de fertilizantes químicos, para lograr una mayor producción, sin embargo, lo que consiguen es saturar el suelo de químicos que tendrán impactos negativos en el suelo. Es por ello que se plantea como método alternativo a la fertilización química el uso de abonos orgánicos, los cuales en algo vendrán a corregir los efectos negativos de los productos sintéticos en la planta y el medio ambiente (Bravo, 2015).

8.1.2. Situación del cultivo de acelga en el Ecuador

De acuerdo a datos del INEC, (2020), La horticultura en el Ecuador se ha desarrollado lentamente desde la década de los años 90, debido a los hábitos alimenticios de cada una de las personas, cambiando indudablemente al mayor consumo de hortalizas, debido a la exportación

de ciertos vegetales como el esparrago, el brócoli y el palmito; después se comenzó con la industrialización de algunos productos hortofrutícolas. La producción de hortalizas en el país es variada, debido a los distintos tipos de hortalizas cultivadas, sobre todo en la gran variedad de hortalizas de una misma especie; esto combinado con los diferentes pisos climáticos del país permiten que se desarrolle todo tipo de cultivos hortícolas.

Las hortalizas ofrecen alternativas aceptables para los pequeños y medianos productores debido a su amplia gama de productos, lo cual permite una mayor seguridad para la comercialización en diferentes mercados. En los últimos años la agricultura orgánica ha cobrado importancia a nivel mundial y nacional, beneficiando a las personas al consumir alimentos sanos y saludables. En el Ecuador es de gran importancia y es bien recibido por todos los productores sabiendo que es una fuente de ingresos económicos y beneficia a la familia (Bravo, 2015).

8.1.3. Características morfológicas de la acelga

Pertenece a la familia Chenopodiaceae, existen alrededor de 1.400 especies de plantas que son propias de las regiones costeras o suelos salinos templados. La acelga pertenece a la especie *Beta vulgaris*, variedad cicla. Está compuesto principalmente por agua y contiene muchos menores de hidratos de carbono y proteína, por lo que es menos energético, aunque es un alimento rico en vitaminas, minerales y fibra. Después de las espinacas, es la verdura más rica en calcio, además contienen una importante cantidad de magnesio (Candia & Quiroga, 2018).

Entre las características y fisiológicas de la planta se destacan las siguientes: es de ciclo bianual de ciclo largo que no forma raíces ni frutos comestibles. El primer año de vida es cuando se cosechan las hojas, cuando son jóvenes y tiernas se encuentran ubicadas al pie de la planta en forma de rosetas, su tallo es ramificado, con raíz fibrosa y profunda que le permite almacenar reservas para generar nuevas hojas después de cada cosecha. Las semillas son pequeñas y se encuentran en el fruto de una pequeña fruta generalmente conocida como semilla (en realidad es un fruto), que contiene de tres a cuatro semillas. Durante su floración se requiere un periodo de bajas temperaturas. Las flores vuelven a crecer hasta una altura de 1,20 m la inflorescencia está compuesta de un racimo. Las flores son sésiles y hermafroditas, crecen solas o en grupos de dos o tres. En cuanto al cáliz se compone de cinco pétalos y sépalos de color verde en la mayoría de especies. Sus hojas constituyen una parte comestible; son grandes, ovalados y en forma de corazón, y su color varía de verde claro a oscuro según la variedad. Posee una peca larga y ancha, de color crema o blanca que se extiende hasta el limbo (Gonzalez, 2015).

8.1.4. Variedades comerciales

8.1.4.1. Amarilla de Lyon

Acosta (2017), describe a esta variedad como una planta de hojas grandes, onduladas, de color amarillo verdoso pálido. La característica de esta variedad son sus hojas relativamente anchas, cuyas hojas también conocidas como penca, sobrepasa los 10 centímetros de ancho, sin embargo, en el tamaño son de características pequeñas con longitudes promedios entre los 14 a 18 centímetros, por lo que no son de interés comercial. Presenta una alta productividad, resistencia a desordenes fisiológicos como la subida de flor, y son apreciadas por su calidad y sabor distinto a otras variedades.

8.1.4.2. Bressane

Acosta E., (2017) describe a esta variedad con hojas verdes oscuro muy onduladas de tipo dentadas en la mayoría de casos. Las pencas son blanquecinas y de ancho considerable, llegando a los 16 centímetros. La planta por lo general presenta un alto vigor, con colores más oscuros al momento de la cosecha, por lo que el espacio donde se siembre debe ser amplio para evitar que las hojas choquen entre sí. La variedad Bressane es una variedad muy cultivada por la estructura de la planta y el tamaño de sus hojas, del mismo modo por su resistencia a condiciones medioambientales desfavorables y alta Tungencia a plagas y enfermedades.

La variedad Bressane es cultivada principalmente en la estación de primavera, aunque su producción puede darse en todo el año en la primavera es donde mejor desarrollo fisiológico tienen, debido al vigor y la resistencia prematura en la floración. Bressane es mucho más vigorosa y desarrollada que otras variedades, a más de esto se adapta a las condiciones climáticas donde se desarrolla el cultivo con rendimientos más altos que cualquier otra variedad, debido a la robustez de su planta, sobre todo en tallos evita que las hojas se quiebren y entren en contacto con el suelo. La coloración de las hojas es incluso más verde que variedades tradicionales, en cuanto a la resistencia a plagas y enfermedades tolera las enfermedades fúngicas (Flores, 2017).

8.2. Requerimientos edafoclimáticos

8.2.1. Clima

La acelga es una planta con una alta productividad en climas medianamente fríos y templados, con estas condiciones la planta se desarrolla de manera óptima, llegando a su máximo de

producción, aunque los cambios de temperatura de manera brusca afectan al cultivo, sobre todo en las primeras etapas del cultivo. Es decir, un cambio repentino de temperatura, de baja a alta, puede desencadenar el inicio de un segundo periodo de crecimiento, cuando la planta está floreciendo (Gonzalez, 2015).

8.2.2. Agua

Debido a su rica superficie foliar, la acelga es un cultivo que necesita una humedad regular para mostrar todo su potencial productivo. La implementación de riego localizado, por micro aspersión, además de facilitar la aplicación del agua, también permite el aporte de minerales durante todo el ciclo del cultivo (Cerna, 2020).

8.2.3. Temperatura

Las plantas se congelan cuando la temperatura es inferior a -5°C y dejan de crecer cuando la temperatura desciende por debajo de los 5°C . Durante el crecimiento vegetativo, la temperatura oscila entre un mínimo de 6°C y un máximo de 27 a 33°C , con un promedio de 15 y 25°C . La temperatura mínima de germinación es entre 5°C y 30 a 35°C de máxima, óptima entre 18 y 22°C (Candia & Quiroga, 2018).

8.2.4. Fotoperiodo

El fotoperiodo necesario para que se dé la acelga no es en cantidades excesivas, de hecho, con 2 a 3 horas luras/día es suficiente para llevar una excelente plantación. No necesita de excesiva luz, porque cuando se encuentra elevada perjudica y si va acompañada de un aumento de la temperatura (Gonzalez, 2015).

8.2.5. Humedad relativa

La humedad relativa oscila entre 60 y 90% para plantas de invernadero. En algunas zonas tropicales y subtropicales crecen bien, más cuando se encuentre en zonas altas y llega a comportarse como perenne debido a la ausencia de invernadero marcado por estas regiones. La siembra directa en el cultivo de la acelga se una normalmente colocando entre 2 a 3 semillas por golpe, espaciadas a 0,35 cm en filas separadas por 0,4 a 0,5 m, ya sea que se encuentre en surco sencillo o doble (Candia & Quiroga, 2018)

8.2.6. Suelo

La acelga es una planta que necesita mucha humedad, sobre todo cuando la planta es joven, durante esta etapa la tierra nunca debe estar seca. Cuando el cultivo de acelga se encuentra más desarrollado puede tolerar relativamente bien la sequía, por lo general prefiere los suelos húmedos. Al llegar el verano, las plantas necesitan mayor humedad. La falta de agua producirá ejemplares con hojas más amargas (Candia & Quiroga, 2018).

8.2.7. Descripción botánica

8.2.7.1. Planta

Es una planta bianual y es de ciclo largo que no forma raíces ni frutos comestibles, el sistema radicular está compuesto por una gran cantidad de raíces bastante profundas y fibrosas, lo que le da mayor anclaje a la planta, sobre todo en variedades de gran desarrollo fisiológico donde las hojas son de mayor tamaño que otras variedades (Buxmann, 2019)

8.2.7.2. Hojas

Las hojas son comestibles, grande de forma ovalada, parecida a un corazón; tiene peciolo o penca ancha y larga, extendiéndose en todo el limbo; los colores varían, según la variedad, entre el verde oscuro y el verde claro. Los pecíolos son de color crema o blancos según la variedad, con una penca principal con nervaduras que emergen del centro hacia afuera (Cerna, 2020).

8.2.7.3. Flores

La acelga para florecer, pasa por un periodo de temperaturas bajas. El vástago floral logra tener una altura promedio de 1.20 m. La inflorescencia consiste en una panícula larga. Sus flores son sésiles y hermafroditas logran aparecer solas o en grupos de dos o tres. El cáliz es verde, consta de 5 sépalos y 5 pétalos. Fruto: son pequeñas las semillas y están ubicadas en un pequeño fruto al que generalmente se lo conoce como semilla, el cual consta de 3 a 4 semillas (Candia & Quiroga, 2018).

8.3. Manejo agronómico

8.3.1. Preparación del suelo para la siembra

Antes de realizar la siembra, el suelo debe encontrarse debidamente preparado. El aporte de abonos orgánicos es sumamente importante, la cantidad adecuada de 2 a 3 kg/m². En caso de

utilizar abonos orgánicos deben incorporarse de manera homogénea con el suelo previo a la siembra o trasplante, si los suelos presentan deficiencia de materia orgánica o son explotados o con desordenes de textura o estructura se recomienda mezclar con la enmienda a una profundidad entre 30 a 35 centímetros.

8.3.2. Labores culturales

Como parte del mantenimiento se realiza el deshierbe con el objetivo de evitar el crecimiento de malezas que afecten el cultivo, realizando una limpieza manual del campo, beneficia en el proceso de oxigenación y ventilación al suelo y la planta.

8.3.3. Sistema de siembra

La siembra del cultivo de acelga se la puede realizar de dos formas diferentes: para una cosecha rápida, donde la planta se cosecha dos meses de siembra o para el deshoje. En los países industrializados donde utilizan nuevas tecnologías, la acelga consta con una gran demanda y su siembra se realiza directa. La distancia de siembra exacta bajo este sistema es de 5 a 105 cm entre surcos, sembrando en chorrillo seguidamente ralea de 30 a 35 cm entre plantas. La siembra directa necesita 12 kg de semillas por hectárea, la semilla germina entre 4 a 5 días, considerándose el 65% como muy buena tasa de germinación. La manera más común de cultivar acelgas es desarrollando el método de almacigo y trasplante. El tiempo que va desde la siembra hasta el trasplante es de 30 a 40 días (Macias, Montenegro, & Nazareno, 2013).

8.4. Abonos orgánicos

El uso de abonos orgánicos es importante porque es una fuente de vida para las bacterias para mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, que son esenciales para la nutrición de las plantas. Contribuirá a promover una metodología adecuada para determinar el desarrollo morfológico de las plantas con una buena aplicación de abonos orgánicos. Los fertilizantes orgánicos se obtienen directa o indirectamente durante el proceso de descomposición de la materia orgánica cuyo origen es animal o vegetal y se caracteriza por presentar menos de 5% de nutrientes primarios en la descomposición. Además, los abonos orgánicos también contienen macro y micronutrientes, sustancias húmicas, enzimas, aminoácidos y bioestimulante para ayudar a complementar los nutrientes de las plantas, estimular el crecimiento, el enraizamiento y la floración para lograr el mejor rendimiento y calidad del producto. Por esta razón los abonos orgánicos son más reconocido como una fuente

indispensable de fertilizante para mejorar la fertilidad del suelo. La producción de hortalizas con la aplicación de mejoras orgánicas, es una de las prácticas que se ha extendido por todo el mundo, debido a la contaminación ambiente, es una forma efectiva de reciclaje para recolectar los desechos orgánicos de la actividad agropecuaria, así como el uso de abonos orgánicos, necesariamente reducir el uso de fertilizantes químicos evitando la degradación del suelo y pérdidas de nutrientes (Castillo, Arana, & Nuñez, 2020). La necesidad de reducir la dependencia de los productos químicos fabricados por el hombre en diferentes culturas obliga a buscar alternativas fiables y sostenibles para los diferentes cultivos. En la agricultura ecológica, los abonos orgánicos se valoran y utilizan cada vez más en la agricultura intensiva. En este tipo de agricultura el manejo del suelo es importante y está relacionado con la mejora de las propiedades físicas, químicas y biológicas, en este sentido este tipo de fertilizantes juega un papel fundamental (Mosquera, 2020).

8.4.1. Uso y Efecto

La principal importancia del uso de fertilizantes orgánicos es que son una fuente de vida para las bacterias del suelo y son esenciales para la nutrición de las plantas. Los abonos orgánicos permiten descomponer los nutrientes en el suelo y permite que las plantas los absorban mejor, promoviendo un crecimiento óptimo para las plantas. Los fertilizantes orgánicos no solo aumentan el estado nutricional del suelo, sino que también mejoran la condición física (estructural), aumentando la absorción de agua y la capacidad del suelo para retener la humedad. El efecto es duradero y prolongado, que pueden usar regularmente sin dejar secuelas en el suelo y ahorra mucho. Estos productos no solo son beneficiosos para la tierra sino también desde el punto de vista económico: un saco de abono químico cuesta hasta 10 veces más que el precio que se adquiere un abono orgánico (Castillo, Arana, & Nuñez, 2020).

Los abonos de inicio son los abonos que se obtienen de la descomposición y mineralización el material orgánico (estiércol, desechos de cocina, pastos incorporados al suelo en estado verde, etc.) los cuales son usados para recuperar suelos agrícolas con el propósito de incrementar la presencia de microorganismos en el suelo, debido a la gran concentración de energía y microorganismo que contribuyen al desarrollo fisiológico, sin embargo, los contenidos de microelementos suelen ser bajos.

El uso de fertilizantes orgánicos, para cualquier tipo de cultivo, es cada vez más frecuente en nuestro medio por dos motivos: los fertilizantes orgánicos que se producen son de mayor

calidad y a menor precio, en comparación de los fertilizantes químicos que se adquieren en el mercado. El contenido de nutrientes de la materia orgánica es una función de la concentración en los residuos empleados. En realidad, estos productos afectan al suelo de tres formas: físicas, químicas y biológicas (Herran, 2019).

8.4.2. Bokashi

El bokashi es descendiente de Japón. Significa materia orgánica que se fermenta e implica combinar una amplia gama de materiales, orgánicos e inorgánicos, en ciertas proporciones, y ciertos aditivos para acelerar el proceso de producción. Todos los nutrientes que proporciona el bokashi ayudan a estimular el crecimiento y desarrollo de las plantas. De igual manera el compost tiene un gran efecto acumulativo y gradual, favoreciendo la fertilidad y vitalidad del suelo, de esa manera obteniendo una mejor capacidad de retención de humedad y plantas más sanas con mejores rendimientos (Peralta, Freitas, & Silva, 2019).

El bokashi es fertilizante orgánico que trabaja como un activador de rizobacterias que favorece el crecimiento de las plantas, igualmente sirven como método de protección contra hongos y patógenos que atacan al cultivo, convirtiendo en plantas más resistentes a plagas y enfermedades. También existe la capacidad de aportar microelementos en forma soluble y mejorar el pH, biológicamente favorable para la absorción radicular. De esta manera, bokashi puede prevenir la aparición de enfermedades de las raíces en los cultivos. Cabe señalar que la alta temperatura alcanza durante la fermentación puede eliminar algunos patógenos nocivos presentes en el medio de cultivo (Laborde & Heredia, 2016).

Es un abono orgánico parcialmente fermentado, estable, económico y de fácil preparar. Este abono es producto de la descomposición anaeróbica o aeróbica de materiales de origen vegetal y animal, que es más rápida que el proceso de compostaje, por lo que el producto final se obtiene con mayor rapidez. El principal uso del bokashi es para el mejorar el suelo ya que aumenta la diversidad microbiana y el contenido de materia orgánica. La composición del bokashi puede variar ampliamente y se ha adaptado a las condiciones y materiales existentes en la comunidad o a las que posee cada productor; es decir, la formulación o componentes varía dependiendo de los resultados que se quiera obtener. Lo más importante es el entusiasmo, la creatividad y la disponibilidad de tiempo por parte del fabricante (Mosquera, 2020).

8.4.2.1. Funciones del bokashi

Este proceso también permite que el suelo se autorregule y la inoculación, evitando la aparición de hongos, levaduras, bacterias, etc. Este es un abono de fácil preparación, ya que lleva menos tiempo que otros abonos orgánicos para su fabricación. Asimismo, no requiere excesiva inversión económica ni de infraestructura rural, es decir la materia prima para su elaboración se encuentran disponibles en el mismo lugar donde se elabora. Se puede también adecuar la fórmula, creando variaciones en los ingredientes para que se adapte a las diversas necesidades. Finalmente, si la proporción de fertilizantes orgánicos es constante, existe la posibilidad de experimentar con mejoras graduales y a su vez la eliminación del uso de fertilizantes químicos y sus efectos nocivos sobre las plantas (Castillo, Arana, & Nuñez, 2020).

8.4.3. Roca fosfórica

Las rocas fosfóricas de origen sedimentario son adecuadas para uso directo porque están compuestas por micro cristales ampliamente abiertas y débilmente consolidadas, con un área específica relativamente grande, sin embargo, se requieren ciertas condiciones para su uso. La roca fosfórica es una enmienda cuyo elemento primordial es el fósforo (P_2O_5 30%) que se desarrolla como fertilizante. Asimismo, posee calcio (CaO 43%) y silicio (SiO_2 22%) que corrige la acidez del suelo. El fósforo contiene ácidos nucleicos y fosfolípidos que son fundamentales en los procesos del metabolismo energético. La asimilación de sus componentes es lenta, lo que le permite a la planta utilizar la dosis correcta según sus necesidades. La piedra fosfórica es un producto 100% natural extraído de rocas y terrones. Luego se convierte en polvo para su uso como fertilizante orgánico (Chavez & Bustamante, 2015).

8.4.3.1. Métodos de aplicación

En tierra arada: El método preciso de aplicación a mezclar la Roca Fosfórica en los primeros 15-20 cm del suelo por medio de un método combinado como el arado o la rastra.

En cultivos perennes: Para los cultivos que se encuentran establecidos, la Roca Fosfórica se suministra en la superficie del plato del árbol. Frecuentemente en el suelo el sitio de la fertilización suele ser más ácido debido al efecto residual de los fertilizantes nitrogenados, por ese motivo la aplicación de la Roca Fosfórica en ese sitio es una medida eficaz. Se lo realiza al voleo.

Antes de sembrar la planta: El efecto más práctico es incorporar un poco de roca fosfórica en el hoyo de siembra antes de colocar la planta y un poco más en la rodaja (Herran, 2019).

Entre los beneficios de la roca fosfórica están el efecto acondicionador que tiene en suelos explotados por uso indiscriminado de fertilizantes, o en condiciones de campo adversas como suelos pesados, con bloqueo de nutrientes, que presentan desequilibrio de elementos, se ha demostrado que la roca fosfórica recupera esos suelos por su formulación de alto contenido de microelementos que desintegran y vuelven asimilables estos elementos para la planta (Morillo, 2017).

8.4.4. Extractos de algas

El uso de algas como fertilizante en la agricultura es cada vez más frecuente, los extractos de algas marinas incluyen diferentes formulaciones, así mismo la procedencia de las algas influirán, aunque de menor manera en el producto. La gran mayoría de estos compuestos derivados de algas marinas se pueden aplicar directamente al follaje, aunque también se pueden aplicar mediante riegos dirigidos o fertirriego. Las algas marinas se han probado con éxito en la horticultura, lo que ayuda a aumentar la resistencia a las condiciones ambientales (Yáñez, 2017).

En tanto para Uribe *et al.*, (2018) el extracto de algas marinas es un material natural que ayuda a aumentar el crecimiento vegetativo, el rendimiento y mejorar la calidad de los cultivos. Estos biofertilizantes a base de algas marinas son bioestimulantes totalmente naturales, también se presentan como bioactivos naturales solubles en agua, con propiedades promotoras para la germinación de semilla, incrementando así los rendimientos por hectárea del cultivo donde se aplique. En investigaciones realizadas se ha demostrado que los extractos de algas marinas estimulan la producción de clorofila en plantas que han sido tratadas de manera foliar o edáfica, aunque aplicaciones foliares de extracto de algas se recomienda en cultivos de ciclo corto, mientras para bulbos y tubérculos es preferible la aplicación edáfica.

Los extractos de algas tienen un efecto positivo en la actividad microbiológica del suelo, especialmente en el proceso de respiración y movilización de nitrógeno del suelo, creando así un ambiente propicio para el desarrollo radicular de las plantas. El extracto de algas consiste en polvos solubles anti estrés, 100% concretado de algas marinas, obtenidos por hidrólisis enzimática, sin alterar las condiciones beneficiosas de las algas. En presentaciones granulares

tiene una alta consistencia para combinar con otros bioestimulantes, debido a su función de acondicionador del suelo, con su alto contenido de nutrientes, que da como resultado plantas ampliamente productivas con buenos rendimientos y lo más importante, sin contaminar el medio ambiente (Blunden, 2017).

Los elementos de los extractos de alga *Ascophyllum nodosum*, representan la acción de algunas hormonas vegetales, logran una mejor actividad durante el proceso de la mitosis, produciéndose un mayor número de células, los cuales van a influir directamente en el desarrollo y en el crecimiento de los frutos. Las betaínas, glicinas, oligosacáridos, aminoácidos y vitaminas son agentes osmóticos orgánicos de bajo peso molecular que permiten realizar una corrección de osmótico en la célula reemplazando la pérdida de agua bajo la influencia del estrés hídrico o salino. Estas sustancias osmóticas mantienen las células en movimiento y desencadenan la fotosíntesis y el desarrollo de las raíces para extraer agua de las zonas más profundas del suelo (Prado, 2020).

8.4.5. Extracto de Neem

El neem *Azadirachta indica* A. Juss es una especie de planta de la familia meliácea, originaria de la India y Birmania. Es un árbol que produce flores blancas y sus frutos son drupas que se da en racimos y su color es amarillo cuando alcanza la madurez. Se usa para fines ambientales, ornamentales, para elaboración de jabones, extracción de aceites, para generar gas metano y principalmente, que es la función que atañe a este artículo, como insecticida biológico. El neem también se puede usar como insecticida y fungicida, tiene pocas plagas importantes; los principales son los ortópteros y las hormigas. Esto se debe a que prefieren alimentarse de brotes jóvenes, donde aún no hay suficiente insecticida acumulado para destruir un insecto tan grande y las hormigas defoliadoras no la ingieren directamente, sino que producen su alimento con la fermentación de las hojas en el hormiguero (Blunden, 2017).

La azadiractina es el agente con el mayor efecto para combatir los insectos dentro de todos los compuestos del neem. Ha demostrado ser uno de los reguladores de crecimiento y retardadores de alimentación más potentes jamás utilizados. La actividad anti alimentaria es de corta duración y variable. La primordial cualidad del neem, es el bloqueo hormonal del proceso de metamorfosis de la larva. La Azadiractina no mata a los insectos inmediatamente, sino que repele y destruye su crecimiento y reproducción. Actualmente existen diferentes procesos básicos para la extracción de azadiractina a partir de semillas de neem (Aldaz, 2014).

El extracto de neem se obtiene de una mezcla de extractos de la planta de Neem consideradas medicinal o alergénico. Las plantas que se utilizan en la elaboración cuentan en su composición con una sustancia que nutre la planta y previene la aparición de plagas y enfermedades. Hoy en día, el extracto de Neem se usa con más frecuencia debido al creciente interés en reducir el uso de agroquímicos y proteger el medio ambiente (Acosta E. , 2017).

Uribe *et al.*, (2018) mencionan que el extracto de neem es un producto vegetal bioestimulante que puede cubrir las necesidades específicas de los cultivos hortícolas. Contiene un elemento conocido como triacontanol de origen totalmente natural, así como compuestos de azufre y aminoácidos libres de origen vegetal, y tiene un efecto bioestimulante tanto en uso foliar como en operaciones normales de fertirrigación. Cabe señalar que el efecto insecticida se debe a una sustancia llamada Azadiractina que impide la alimentación del insecto y no lo deja reproducirse o desarrollar metamorfosis completa, demuestra que actúan sobre los insectos como un anti alimentario, inhibidor del crecimiento, prolonga la etapa inmadura que como resultado ocasiona la muerte, reduce la fertilidad y la ovoposición, disminuye los niveles de proteínas y aminoácidos en la hemolinfa e interfiere en la síntesis de quitina.

El extracto de tiene propiedades de insecticida, es por ello que su uso está más orientado al manejo de plagas y enfermedades, sin embargo, el contenido de macro y microelementos usados como fertilizante de aplicación foliar tiene innumerables ventajas, dando una mejor apariencia a los frutos por la ausencia de patógenos que puedan alterar las características organolépticas en los frutos. En la parte vegetativa actúa fortaleciendo la estructura celular de tejidos vegetales reforzando el sistema inmunológico de las plantas, volviéndolas más tolerante a situaciones de estrés abiótico y resistentes a plagas y enfermedades (Mosquera, 2020).

8.5. Investigaciones realizadas

La presente investigación realizada por Bravo, (2015) en la provincia de Esmeraldas en la parroquia Tachina, para determinar el desarrollo y producción de acelga. Los tratamientos utilizados en esta investigación fueron abonos orgánicos humus de lombriz, Bokashi y una combinación de 50% de humus de lombriz con 50% de Bokashi, se implementaron cuatro tratamientos con cinco repeticiones, bajo un Diseño de Bloques Completamente al Azar. Se analizaron las variables: altura de planta, largo y ancho de hojas, peso de planta y análisis económico. El mejor resultado fue para el tratamiento con la combinación del 50% de humus y 50% de bokashi, con alturas de 19.72 cm, longitud de hojas de 17.26 cm, mayor ancho de hojas

con 14.28 cm, En el peso de planta los mejores resultados se dieron con el bokashi con pesos de 769 g de planta cosechada. En los rendimientos por hectárea se obtuvo mejores resultados con bokashi cuyos datos alcanzaron 18.28 tn/ha.

Aldaz, (2014) implementó la investigación titulada Efecto de aceite de Neem en el control de mosca blanca y minador de las hojas en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris L.*) Variedad Bressane. La investigación se realizó para determinar tres dosis del aceite de Neem para el control de mosca blanca y minador de las hojas cultivo de acelga. El mejor tratamiento del aceite de Neem fue la dosis de 4,5 cc/l y la frecuencia de 14 días, que produjo los mejores resultados en el control de mosca blanca con una incidencia de 25 % y minador con una incidencia de 28,13 % en el cultivo de acelga, obteniéndose menor porcentaje de incidencia de las plagas mencionadas, incrementando los niveles de producción, con 0.90 kg/planta, y 7.10 hojas de valor comercial, en cuanto al peso registro plantas con 2409.73 g en el peso total de hoja; siendo el tratamiento apropiada del aceite de Neem para el control de mosca blanca y minador de las hojas en el cultivo de acelga.

La investigación realizada por Acosta, (2015), tuvo lugar en el sector “Las Maravillas”, en el canto Rocafuerte, con el propósito de incentivar una alternativa orgánica a la fertilización en el cultivo de acelga variedad Bressane para mejorar la productividad y rentabilidad. Donde los tratamientos utilizados fueron abonos orgánicos biol y extracto de algas marinas en dosis baja (20 g/litro), media (30 g/litro) y alta (40 ml/litro) y se utilizó el diseño estadístico de Bloques Completos al Azar (DBCA en Arreglo Bifactorial (3x3+1) con tres repeticiones, registrando un total 30 unidades experimentales. En los resultados obtenidos en la variable altura de planta el tratamiento vs el testigo a los 75 días el testigo del agricultor (Urea + Abono Completo) produjo la mayor con valores de 66.93 cm, la combinación del biol y extracto de algas mantuvo los mejores resultados con alturas promedio de 59.60 cm. Para el ancho de hojas en la cosecha se obtuvo mejores resultados con aplicaciones de extracto de algas y biol con hojas de 24.45 cm. En la combinación de humus y extracto de algas se alcanzaron valores de 25.70 cm de ancho de hoja. El mayor número de hojas alcanzó la combinación de biol y algas marinas con 15.43 hojas por planta. En tanto al peso de la planta la combinación de biol y bokashi alcanzo el mayor peso con 0.79 kg/planta, en comparación con el testigo que obtuvo un peso de 0.74 kg/planta. En el análisis económico se concluye que el tratamiento más adecuado es con el abono extracto de algas, en dosis de 40g/litro, presentando beneficio neto de USD. 153, en tanto a los costos variable se obtuvieron mejores valores económicos con el mismo tratamiento con USD. 105.00.

En investigaciones efectuadas por Carrera, (2015), para determinar la dosificación óptima de abonos orgánicos en el cultivo de acelga en la parroquia La Guayas, cantón El Empalme, se plantearon los objetivos: determinar la dosis apropiada de abonos orgánicos en acelga, evaluar el comportamiento agronómico de la acelga en relación a los abonos, analizar las variables morfológicas de la planta. Para el desarrollo de la investigación se estableció un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con tres dosis de bokashi: 2 kg/m³. 3 kg/m² y 5 kg/m², cada uno con cuatro repeticiones. Se tomaron las dosis de abonos orgánicos como tratamientos en diferentes dosis, en donde el tratamiento que mejor altura de planta obtuvo fue el T6 que se aplicó compost 5 kg, alcanzando los 48.38 cm, para el largo de hoja se determinó que con aplicaciones de 5 kg de bokashi se obtuvieron plantas con 16.21 cm de longitud, el mayor ancho de hojas se presentó con la aplicación de 5 kg de bokashi con 11.26 cm. Está comprobado que el bocashi aplicado en dosis de 5 kg/m² es el más recomendado para el cultivo de acelga.

9. PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS

Ho: La aplicación de un abono orgánico edáfico, en combinación con una dosis de bioestimulante foliar incrementara las características morfoagronómicas y productivas de las plantas de acelga.

Ha: La aplicación de un abono orgánico edáfico, en combinación con una dosis de bioestimulante foliar no incrementara las características morfoagronómicas y productivas de las plantas de acelga.

10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

10.1. Ubicación y duración del ensayo

Esta investigación se efectuó en el recinto Palo Blanco, de la parroquia Ramon Campaña, en el cantón Pangua, ubicación geográfica WGS Latitud 1°03'0.01"S, Longitud 79°07'06.2"W. Según datos del (INAMHI, 2021) el sitio del ensayo tiene una altitud promedio de 1075 msnm, cuenta con una precipitación aproximada de 2853 mm anuales, y una temperatura promedio de: 19 - 24 °C. La investigación tuvo una duración de 75 días de trabajo de campo, 15 días de trabajo experimental y 60 días de establecimiento del ensayo.

10.2. Tipos de investigación

10.2.1. Descriptiva

Es descriptiva porque describe los parámetros y condiciones que presenta la planta de acelga, así como la problemática entorno a las dosis aplicadas para la producción de esta hortaliza.

10.2.2. Experimental

La investigación de tipo experimental se basa en la ejecución de un experimento mediante la evaluación de variables en estudio para determinar los resultados que se obtienen posterior a un análisis estadístico.

10.2.3. De campo

Es investigación de campo, porque los sucesos como registro de datos experimentales, análisis de variables y todo el trabajo investigativo se origina en el campo mismo de la investigación.

10.2.4. Analítica

Es de tipo analítica porque parte del análisis de una problemática como es el uso indiscriminado de fertilizantes químicos en la acelga, posterior a la aplicación de los abonos en las diferentes dosis y mediante el análisis de datos se podrá conocer los resultados de la investigación.

10.2.5. Bibliográfica

A partir de la investigación bibliográfica y mediante revisión de artículos de investigación se pudo determinar el tipo de abono que se emplea para la producción de acelga, del mismo modo la investigación bibliográfica permitió establecer las dosis de bioestimulantes en base a resultados obtenidos en investigaciones realizadas.

10.3. Condiciones agrometeorológicas

En cuanto a las condiciones agrometeorológicas del lugar del ensayo se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 2. Condiciones agrometeorológicas del lugar del experimento.

| Parámetros | Promedio |
|----------------------------|-----------------|
| Altitud (m.sn.m.) | 1075 |
| Temperatura (°C) | 19-24 |
| Humedad Relativa (%) | 78 |
| Heliofanía (horas-luz/año) | 11.9 |
| Presión atmosférica (hPa) | 1015 |
| Precipitación (mm/año) | 2853 |
| Topografía | Regular |
| Textura | Franco arenoso |

Fuente: (INAMHI, 2021).

Elaborado por: Sigcha G, (2022).

10.4. Materiales y equipos

El presente proyecto de investigación se utilizaron los siguientes materiales y equipos que se detallan a continuación.

10.4.1. Material vegetativo

Se utilizó como material vegetativo en la presente investigación la acelga variedad Bressane. Laurentino, (2021) menciona que esta variedad se adapta a las zonas frías y templadas, de igual manera por la resistencia a plagas y enfermedades y la alta productividad de esta variedad. Esta variedad es altamente productiva siendo la más utilizada en cultivos extensivos, para la comercialización local o destinada a la exportación.

Tabla 3. Caracterización de la variedad de acelga

| | |
|----------------------------|-------------------------|
| Origen | Mediterráneo |
| Fenología | 50-60 días |
| Adaptación climatológica | 16-24 °C |
| Tipo de siembra | Trasplante |
| Cultivar | Bressane |
| Resistencia a enfermedades | Tolerable a Rhizoctonia |

Elaborado por: Sigcha G, (2022).

10.4.2. Bokashi

El bokashi fue adquirido de manera comercial, se tomó en cuenta el porcentaje de materia orgánica, así como el contenido nutricional del mismo. Según la ficha técnica presenta por (INDIA, 2021), el bokashi presenta las siguientes características:

Tabla 4. Contenido nutricional del bokashi

| | |
|------------------|-------------------|
| Tipo | Enmienda orgánica |
| Materia orgánica | 28% |
| N | 2.18% |
| P | 0.83% |
| K | 0.60% |
| Ca | 2.41% |
| Mg | 0.56% |

Elaborado por: Sigcha G, (2022).

10.4.3. Roca fosfórica

Se utilizó la roca fosfórica como fertilizante y para corregir las deficiencias de microelementos, del mismo modo con aplicaciones de roca fosfórica se pudo mantener en porcentajes adecuados los elementos presentes en el suelo. Además, se utilizó para aportar al suelo con elementos como el calcio y fósforo, sabiendo que la acelga extrae esos elementos en específico para su desarrollo. La roca fosfórica se adquirió de manera comercial, en base a la ficha técnica proporcionada por INDIA, (2021) está compuesta de los siguientes elementos:

Tabla 5. Propiedades químicas de la roca fosfórica

| | |
|-------------------|---------------------------|
| Materia prima | Fosfato de calcio natural |
| Fosfato total | 28% |
| Calcio | 38% |
| Silicio | 14% |
| Carbonato total | 4% |
| Flúor | 7% |
| Potasio | 0.30% |
| Granulometría | 40% en malla 100 |
| Densidad aparente | 1.26 g/cm ³ |

Elaborado por: Sigcha G, (2022).

10.4.4. Extracto de algas

El extracto de algas empleado corresponde a la especie *Ascophyllum nodosum*, al ser compatible con el uso de abonos orgánicos, sin causar fitotoxicidad alguna. La simbiosis entre los microorganismos presentes en el extracto de algas y el suelo es un factor a considerar, ya que esto estimula la emisión de raíces y mejora la absorción de nutrientes. El extracto de algas además al ser aplicado foliarmente estimula el crecimiento de partes vegetales como tallos y hojas, por lo que la aplicación en la acelga es altamente recomendada.

Tabla 6. Características del extracto de algas

| | |
|-----------------------|--------------------------------|
| Tipo | Bioestimulante soluble |
| Composición biológica | <i>Ascophyllum nodosum</i> 15% |
| Solubilidad | 95% |
| Densidad | 1.37 g/l |
| Nitrógeno total | 68% |
| Fosforo | 21% |
| Potasio | 11% |

Elaborado por: Sigcha G, (2022).

10.4.5. Extracto de neem

El extracto de neem se adquirió de manera comercial, si bien es cierto que su uso es mayormente para el manejo de plagas en los cultivos, la aplicación como fertilizante foliar se ha dado con buenos resultados, sobre todo en cultivos de ciclo corto como la acelga.

Tabla 7. Contenido físico químico del extracto de neem

| | |
|-----------------|---------------------------|
| Materia prima | Fosfato de calcio natural |
| Fosfato total | 28% |
| Calcio | 38% |
| Silicio | 14% |
| Carbonato total | 4% |
| Flúor | 7% |
| Potasio | 0.30% |

Elaborado por: Sigcha G, (2022).

10.4.6. Otros materiales y equipos

A continuación, se detalla otros materiales y equipos usados en la investigación.

Tabla 8. Materiales y equipos.

| MATERIALES | UNIDAD | CANTIDAD |
|---------------------------|---------------|-----------------|
| Machetes | Unidad | 3 |
| Bomba de aspersión | Unidad | 1 |
| Estacas | Unidad | 65 |
| Semillas de acelga | Sobre | 4 |
| Abonos orgánicos edáficos | Sacos | 10 |
| Bioestimulantes orgánicos | Litro | 2 |
| Rastrillo | Unidad | 2 |
| Flexómetro | Unidad | 2 |
| Cinta métrica | Unidad | 2 |
| Calibrador | Unidad | 1 |

Elaborado por: Sigcha G, (2022).

10.5. Diseño experimental

El diseño experimental se aplicó el Diseño de Bloques al Azar, con arreglo factorial de $2 \times 2 + 1$, correspondiente a dos abonos edáficos, dos abonos foliares, bajo dos dosis de aplicación, cada tratamiento estuvo constituido por cinco repeticiones de las cuales se seleccionaron cuatro unidades experimentales, para la tabulación de datos de campo se utilizó el paquete informático desarrollado por Microsoft ® Office Excel versión LTSC 2021 y para el análisis estadístico el software de la Universidad de Córdoba, Infostat ®, que permite la interpretación de datos estadísticos a partir de variables generadas, para contrastar los datos se utilizó el método de Tukey al 5% de probabilidad.

10.6. Tratamientos en estudio

Los tratamientos corresponden a la combinación de los factores en estudio, dando 8 tratamientos más un testigo como medio de verificación.

Tabla 9. Esquema de tratamientos

| Trat. | Descripción | Repeticiones | U. E. | Total |
|--------------|--|---------------------|--------------|--------------|
| 1 | Bocashi + Extracto de algas (Dosis 1) | 5 | 4 | 20 |
| 2 | Bocashi + Extracto de algas (Dosis 2) | 5 | 4 | 20 |
| 3 | Bocashi + Extracto de neem (Dosis 1) | 5 | 4 | 20 |
| 4 | Bocashi + Extracto de neem (Dosis 2) | 5 | 4 | 20 |
| 5 | Roca fosfórica + Extracto de algas (Dosis 1) | 5 | 4 | 20 |
| 6 | Roca fosfórica + Extracto de algas (Dosis 2) | 5 | 4 | 20 |
| 7 | Roca fosfórica + Extracto de neem (Dosis 1) | 5 | 4 | 20 |
| 8 | Roca fosfórica + Extracto de neem (Dosis 2) | 5 | 4 | 20 |
| 9 | Testigo | 5 | 4 | 20 |

Elaborado por: Sigcha G, (2022).

10.7. Esquema del experimento

A continuación, se presenta el esquema del experimento para la aplicación de abonos edáficos y foliares en distintas dosis en el cultivo de acelga.

Tabla 10. Esquema del experimento

| Trat. | Código | Descripción |
|--------------|--------------------|--|
| 1 | B + E. A. (D1) | Bocashi + Extracto de algas (Dosis 1) |
| 2 | B + E. A. (D2) | Bocashi + Extracto de algas (Dosis 2) |
| 3 | B + E. N. (D1) | Bocashi + Extracto de neem (Dosis 1) |
| 4 | B + E. N. (D2) | Bocashi + Extracto de neem (Dosis 2) |
| 5 | R. F. + E. A. (D1) | Roca fosfórica + Extracto de algas (Dosis 1) |
| 6 | R. F. + E. A. (D2) | Roca fosfórica + Extracto de algas (Dosis 2) |
| 7 | R. F. + E. N. (D1) | Roca fosfórica + Extracto de neem (Dosis 1) |
| 8 | R. F. + E. N. (D2) | Roca fosfórica + Extracto de neem (Dosis 2) |
| 9 | Testigo | Testigo |

Elaborado por: Sigcha G, (2022).

10.8. Factores en estudio

La investigación estuvo constituida por los siguientes factores: dos factores, siendo el factor A: abonos orgánicos edáficos, distribuidos de la siguiente manera: Factor A: Abonos edáficos en dosis única; Factor B: Abonos foliares bajo dos dosis de aplicación.

Tabla 11. Factores en estudio.

| FACTOR A | FACTOR B |
|--|-----------------------------------|
| Abonos orgánicos edáficos | Abonos orgánicos foliares |
| Bokashi (1 kg/m ²) | Extracto de algas (2.5 cc/L agua) |
| | Extracto de algas (5 cc/L agua) |
| Roca fosfórica (600 g/m ²) | Extracto de Neem (1.5 cc/L agua) |
| | Extracto de Neem (2.5 cc/L agua) |

Elaborado por: Sigcha G, (2022).

10.9. Análisis de varianza

La siguiente tabla muestra el análisis de varianza utilizado en la investigación.

Tabla 12. Esquema de análisis de varianza

| Fuente de Variación | Grados de Libertad | |
|----------------------------|---------------------------|----|
| Repeticiones | (r-1) | 4 |
| Tratamientos | (t-1) | 8 |
| Factor A (Abonos edáficos) | (a-1) | 1 |
| Factor B (Abonos foliares) | (b-1) | 1 |
| Interacción AxB | (a-1) (b-1) | 1 |
| Testigo | | 1 |
| Error experimental | (r-1) (t-1) | 32 |
| Total | (r.t-1) | 44 |

Elaborado por: Sigcha G, (2022).

10.10. Manejo del ensayo

10.10.1. Labores preculturales

Las labores preculturales comprendieron la limpieza del terreno, que se realizó manualmente con herramientas como machetes, posteriormente se procedió a elaborar las parcelas, removiendo el suelo a una profundidad de 15 cm. aproximadamente para que las plántulas tengan un buen desarrollo y anclaje al suelo y los abonos se integren con la capa arable del suelo. Posterior a la remoción del suelo se esperó por 7 días para proceder al trasplante, esto para permitir que el suelo tenga una consistencia uniforme para sembrar las plántulas.

10.10.2. Siembra

La siembra se realizó en bandejas de germinación, se utilizó un sustrato comercial a base de fibra de coco y turba, se mezcló en partes iguales para aprovechar los beneficios de la fibra de coco para retener la humedad y la turba para aprovechar su contenido nutricional. Se colocó una semilla por orificio en las bandejas y se humedeció con atomizadores, el periodo entre la siembra y el trasplante fue de 30 días.

10.10.3. Trasplante

El trasplante se realizó cuando las plántulas presentaron cuatro hojas verdaderas, a las cuatro semanas de edad, el trasplante se realizó con distanciamientos de 40 cm. entre plantas y 50 cm, entre hileras, según recomendación de la ficha técnica de la semilla y tomando en referencia estudios realizados en acelga por (Candia & Quiroga, 2018). Para el trasplante se aprovechó las primeras horas de la mañana, evitando el estrés hídrico de las plántulas, se sembraron en el sitio definitivo, para posteriormente regar manualmente con regaderas.

10.10.4. Aplicación de abonos

Los abonos edáficos se aplicaron a los 15, 30 y 45 días después del trasplante. Las dosis se establecieron de la siguiente manera: Bocashi según la dosificación evaluada por Costa, (2015) determinó que la dosis apropiada para la acelga es de 1 kg/m², para la aplicación de la roca fosfórica se estableció la dosificación acorde a lo evaluado por Rodríguez, (2013), quien determinó que en suelos de similares características al sitio del ensayo se debe aplicar dosis de roca fosfórica de 600 g/m². Las aplicaciones de los abonos foliares se aplicaron acorde a lo establecido por la ficha técnica de cada producto. Por ello se aplicó el extracto de algas en dos

dosis distintas, dosis baja: 2.5 cc/L agua y dosis alta 5 cc/L agua; de igual manera el extracto de neem se mantuvo las dosis recomendadas, siendo dosis baja: 1.5 cc/L agua y dosis alta 2.5 cc/L agua.

10.10.5. Labores culturales

Las labores culturales como eliminación de malezas se realizaron de manera manual para no lastimar las plantas de acelga, el perímetro del ensayo se limpió con machetes, el aporque se realizó cuando la planta empezó a inclinarse hacia los lados, se aporco 2 veces en todo el ciclo productivo de la planta.

10.10.6. Riego

Debido a las condiciones agrometeorológicas del sitio del ensayo el riego se realizó periódicamente, cuando las plantas lo requerían en periodos de 3 veces por semana. El riego se efectuó de manera manual con regaderas, en las horas de la mañana.

10.10.7. Cosecha

La cosecha se realizó cuando la planta presento las características propias para su recolección, se tomó en cuenta de igual manera el tiempo recomendado en la ficha técnica de la semilla que recomienda un periodo de 60 días hasta que la variedad Bressane está lista para la cosecha.

10.11. Variables evaluadas

10.11.1. Altura de la planta (cm)

Para el registro de los datos de altura de planta se midió con un flexómetro desde la base del suelo hasta la parte más prominente de la planta en cada una de las cuatro unidades experimentales, los datos recopilados se expresaron en centímetros.

10.11.2. Longitud y ancho de hoja

Esta variable se realizó con la ayuda de un flexómetro, se tomaron los datos del longitud y ancho de hojas de acelga de cada unidad experimental, durante las edades establecidas, los datos fueron registrados en centímetros.

10.11.3. Peso de planta a la cosecha (g)

El peso de la planta permitió calcular los rendimientos y el análisis económico, por ello al momento de la cosecha se tomaron cuatro unidades experimentales para registrar el peso de planta por tratamiento, se realizó el cálculo del promedio del peso por tratamiento, los datos tomaron con una balanza digital y se expresó en gramos.

10.11.4. Número de hojas a la cosecha

El número de hojas permite conocer la cantidad de hojas que se puedan comercializar, para ello se contó las hojas de las cuatro unidades experimentales mediante el conteo al momento de la cosecha siendo registrado en unidades.

10.11.5. Longitud de hoja a la cosecha

La longitud de hojas a la cosecha permite establecer el tamaño real de las plantas una vez que estén listas para la comercialización, en este sentido (Carrera, 2015) sostiene que el valor comercial del cultivo de acelga está condicionada al tamaño de la planta. Esta variable se tomó al momento de la cosecha y fue expresada en centímetros.

10.11.6. Rendimiento t/ha

Para el análisis del rendimiento por hectárea de cada tratamiento se calculó el área útil del experimento por el peso de las acelgas transformado a kilogramos, para poder obtener el rendimiento y se expresó en Tn/ha.

10.11.7. Análisis económico

Para el cálculo del análisis económico se tomaron en cuenta los costos fijos, costos variables y demás parámetros, cuyas formulas se detallan a continuación.

Costos totales

Los costos totales permitieron conocer la inversión total efectuada en el ensayo, para determinar los costos se utilizó la siguiente formula:

$$CT= X+PX$$

CT= Costo total

X= Costos variables

PX= Costos fijos

Ingresos

Se calcularon los ingresos económicos por tratamiento, para determinar este parámetro se utilizó la siguiente formula:

$$IB= Y*PY$$

IB= Ingreso bruto

Y= Producción

PY= Precio del producto

Relación beneficio costo

La relación beneficio costo permitió conocer el beneficio económico obtenido en la investigación, para el cálculo se empleó la siguiente formula:

$$R B/C= BN/CT$$

R B/C= Relación Beneficio/Costo

BN= Beneficio neto

CT= Costos totales

11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

11.1. Caracterización físico química del suelo

En base al análisis de suelo se puede determinar que tiene un alto contenido de materia orgánica con el 5.83%, siendo apto para cualquier cultivo. Los niveles de pH están en 4.64, siendo ligeramente ácidos, mientras el contenido de nitrógeno se encuentra en niveles medios con 31.05, Elementos como el Cu están concentrados en niveles altos con 5.60 ppm, el mismo caso para Fe cuyos índices están en 172.6 ppm. El elemento potasio se ubica con concentraciones medias al presentar 0.35 meq/100ml, mientras que los microelementos como Zn y Mn mantienen niveles medios de concentración con 4.50 y 9.60 ppm. Por lo que se interpreta como un suelo apto para la producción de acelga, pero sus componentes minerales deben complementarse con aplicaciones de fertilizantes orgánicos o mineralizados.

Tabla 13. Análisis físico químico del suelo del lugar del ensayo.

| % | | ppm. | | | | | | | meq/100ml | | | |
|------------|------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|
| M.O. | pH | NH4 | P | S | Cu | B | Fe | Zn | Mn | K | Ca | Mg |
| 5.83 | 4.74 | 31.05 | 7.64 | 7.26 | 5.60 | 0.19 | 172.6 | 4.50 | 9.6 | 0.35 | 4,00 | 0.55 |
| A | Me. | M | B | M | A | B | A | M | M | M | A | M |
| Ac. | | | | | | | | | | | | |

Elaborado por: Sigcha G. (2022).

Fuente: AGROLAB.

11.2. Análisis de resultados por tratamiento

11.2.1. Altura de planta (cm)

La mayor altura de planta a los 15 días se presenta en T6 (Roca fosfórica + Extracto de algas 5 cc/L de agua), con datos de 15.58 cm, mientras en el T7 (Roca fosfórica más extracto de neem en dosis de 1.5 cc/L) mantiene el segundo lugar con 13.26 cm de altura, si bien es cierto que en edades promisorias los abonos orgánicos presentan los mejores resultados, (Bravo, 2015) manifiesta la rápida asimilación de microelementos en acelga, sobre todo cuando se manejó de manera orgánica.

Los resultados a los 30 días muestran al T6 (Roca fosfórica + Extracto de algas 5 cc/L de agua), con los promedios más prominente en cuanto a la altura de planta con 21.27 cm, siendo inferiores a los datos de (Carrera, 2015), quien obtuvo alturas de 32.12 cm en ensayos con aplicaciones de bokashi.

Los datos obtenidos a los 45 días presentan los mejores resultados en altura de planta en el T6 (Roca fosfórica + Extracto de algas 5 cc/L de agua) con 27.19 cm, sin embargo, el tratamiento

T4 (bokashi más extracto de algas en dosis de 2.5 cc/L) presenta datos similares con alturas de 25.27 cm. Finalmente el testigo presenta datos inferiores con 17.28 cm, siendo el inferior en todas las edades.

Es así que la aplicación edáfica de roca fosfórica en combinación con el extracto de algas empieza a estimular el crecimiento de planta desde tempranas edades. Por ello a los 30 días se observa un crecimiento progresivo de la planta con el mismo tratamiento, como lo explica (Bravo, 2015) las hortalizas de hoja concentran sus nutrientes en el follaje, volviéndolas de mayor tamaño con aplicaciones de biofertilizantes. Los datos a los 45 días se muestra el incremento de altura sobre los demás tratamientos, con diferencias estadísticas significativas, por el efecto que mencionan (Candia & Quiroga, 2018) lo cual establecen que a esta edad la planta empieza a finalizar su estado fenológico concentrando los nutrientes en las hojas, por lo que se encuentran aptas para la cosecha.

De igual manera (Carrera, 2015) afirma que el extracto de algas aporta nutrientes al suelo, en cual al entrar en contacto con los microorganismos presentes en este suelo incrementan la actividad microbiana en la rizosfera, mejorando el desarrollo del cultivo, así como su vigor y calidad de las hojas en el caso de la acelga, sin contar con el aporte al sistema defensivo de la planta, volviéndolas más resistentes a enfermedades y a situaciones de estrés abiótico, presencia de agentes patógenos o por desequilibrios nutricionales del suelo, producto del uso indiscriminado de productos químicos.

Tabla 14. Altura de planta en el efecto de la incorporación de abonos orgánicos foliares y edáficos en diferentes dosis en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris*).

| Tratamiento | Altura de planta (cm) | | | | | |
|---|-----------------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|
| | 15 días | | 30 días | | 45 días | |
| T1: Bocashi + Extracto de algas (2.5 cc) | 10.72 | b | 16.72 | b | 25.27 | b |
| T2: Bocashi + Extracto de algas (5 cc) | 11.26 | b | 14.71 | c | 22.38 | b c |
| T3: Bocashi + Extracto de Neem (1.5 cc) | 11.17 | b | 14.23 | c | 21.28 | c |
| T4: Bocashi + Extracto de Neem (2.5 cc) | 10.73 | c | 13.83 | c | 16.44 | c |
| T5: Roca fosfórica+Extracto de algas (2.5 cc) | 13.16 | a b | 17.00 | b | 24.83 | a b |
| T6: Roca fosfórica+Extracto de algas (5 cc) | 15.58 | a | 21.27 | a | 27.19 | a |
| T7: Roca fosfórica+Extracto de Neem (1.5 cc) | 13.26 | b | 19.72 | a b | 22.27 | b |
| T8: Roca fosfórica+Extracto de Neem (2.5 cc) | 10.37 | b | 16.37 | b | 18.39 | c d |
| T9: Testigo | 8.28 | c | 15.50 | d | 17.28 | d |
| C.V. % | 5.12 | | 8.92 | | 6.28 | |

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

Elaborado por: Sigcha G, (2022).

11.2.2. Longitud de hoja (cm)

La variable longitud de hoja T6 (Roca fosfórica + Extracto de algas 5 cc/L de agua) presento mejores resultados con 12.17 cm. a los 15 días, los tratamientos 2 y 3 presentaron valores similares con 11.81 y 11.26 cm, en este caso (Blunden, 2017) menciona que la roca fosfórica puede ser utilizada como enmienda al suelo, por su alto contenido de calcio promueve la elongación celular incrementando la altura de planta, en cuanto al extracto de algas (Carrera, 2015), en su experimento demostró que una de las principales ventajas es la rápida integración con el suelo, por lo que es asimilado de mejor manera por la planta.

La longitud de hojas a los 30 días muestra resultados favorables para el T6 (Roca fosfórica + Extracto de algas 5 cc/L de agua) con 18.89 cm, ubicándose por encima de (Bravo, 2015), quien obtuvo longitudes promedio de 17.26 cm en aplicaciones edáficas de bokashi. Los resultados a los 45 días ubican a T6 (Roca fosfórica + Extracto de algas 5 cc/L de agua), con resultados más prominentes, obteniendo 26.74 cm de largo, en esta edad (Acosta E. , 2017) menciona que dentro de las características de la roca fosfórica es aporte de nutrientes al suelo sobre todo a partir de los 30 días de aplicación.

En el análisis de la longitud de hoja en los 15 días se observa similitud de datos entre tratamientos, a excepción del testigo que presenta cifras relativamente bajas, mientras a los 30 días ya se observan variaciones ubicando a T6 (Roca fosfórica + Extracto de algas 5 cc/L de agua) sobre los demás tratamientos, debido a que según (Acosta E. , 2017) es en esta edad que la acelga demuestra mayor actividad metabólica, sobre todo en elongación de tejidos vegetales.

Las diferencias estadísticas entre tratamientos se deben precisamente a la combinación de abonos edáficos y foliares, es por ello que Acosta, (2017) sostiene que se debe a la acción de la roca fosfórica que integra altos niveles de calcio, además en complemento con los micronutrientes presentes en el extracto de algas potencian el desarrollo de la planta. Del mismo modo la roca fosfórica al ser un complejo de nutrientes, con combinaciones de otros microelementos actúan en toda la fisiología de la planta, estimulando tanto el desarrollo de tallos y hojas, como incrementando significativamente las cosechas y rendimientos.

Tabla 15. Longitud de hoja en diferentes edades en el efecto de la incorporación de abonos orgánicos foliares y edáficos en diferentes dosis en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris*).

| Tratamiento | Longitud de hoja (cm) | | | | | |
|---|-----------------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|
| | 15 días | | 30 días | | 45 días | |
| T1: Bocashi + Extracto de algas (2.5 cc) | 10.66 | b | 13.93 | b | 25.38 | b |
| T2: Bocashi + Extracto de algas (5 cc) | 11.81 | b | 13.18 | b c | 24.28 | b |
| T3: Bocashi + Extracto de Neem (1.5 cc) | 11.26 | b | 12.82 | c | 19.32 | c |
| T4: Bocashi + Extracto de Neem (2.5 cc) | 10.53 | c | 13.22 | c | 18.38 | c |
| T5: Roca fosfórica + Extracto de algas (2.5 cc) | 10.45 | c | 17.28 | a b | 25.28 | a b |
| T6: Roca fosfórica + Extracto de algas (5 cc) | 12.17 | a | 18.89 | a | 26.74 | a |
| T7: Roca fosfórica + Extracto de Neem (1.5 cc) | 10.39 | c | 15.38 | b | 17.33 | c |
| T8: Roca fosfórica + Extracto de Neem (2.5 cc) | 10.27 | c | 15.21 | b | 18.51 | c |
| T9: Testigo | 6.18 | d | 10.22 | d | 16.38 | d |
| C.V. % | 6.38 | | 4.38 | | 5.48 | |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p0.05)

Elaborado por: Sigcha G, (2022).

11.2.3. Ancho de hoja (cm)

En la siguiente tabla se observa que T6 (Roca fosfórica + Extracto de algas 5 cc/L de agua) alcanzó los mayores promedios de ancho de hoja a los 15 días con 6.27 cm, mientras que T1 (Bocashi + Extracto de algas 2.5 cc/L agua) y T5 (Roca fosfórica + Extracto de algas 2.5 cc/L agua) muestran valores similares con 5.92 y 5.54 cm con incorporación de roca fosfórica y bokashi. Los valores a los 30 días muestran al T6 (Roca fosfórica + Extracto de algas 5 cc/L de agua) con mayor promedio de ancho de hoja con 10.87 cm, por lo que de acuerdo a (Bravo, 2015), se puede notar el efecto del extracto de algas en la roca fosfórica contribuyendo a su rápida asimilación por parte de la planta. Los datos obtenidos a los 60 días evidencian que el T6 (Roca fosfórica + Extracto de algas 5 cc/L de agua) incrementó su ancho de hojas con medias de 12.18 cm, del mismo modo el extracto de algas en dosis de 5 cc/L de agua con la aplicación del bokashi cuyos resultados muestran un ancho de hojas de 11.73 cm. los demás tratamientos muestran valores inferiores sin significancia estadística.

Las variaciones estadísticas en torno al ancho de hoja en todas las edades evaluadas, en los 30 días ubican a T6 (Roca fosfórica + Extracto de algas 5 cc/L de agua) con datos superiores a los demás tratamientos, del mismo modo en los 30 y 45 días. Por lo tanto (Acosta E. , 2017) menciona que el extracto de algas contiene fitohormonas necesarias para que el desarrollo de las hortalizas, al ser combinados con fertilizantes edáficos como la roca fosfórica estimula la

división celular en hortalizas que se aprovechan las hojas, aumentando su tamaño y por ende su producción.

Tabla 16. Ancho de hoja en diferentes edades en el efecto de la incorporación de abonos orgánicos foliares y edáficos en diferentes dosis en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris*).

| Tratamiento | Ancho de hoja (cm) | | | | | |
|---|--------------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|
| | 15 días | | 30 días | | 45 días | |
| T1: Bocashi + Extracto de algas (2.5 cc) | 5.92 | b | 7.49 | b | 10.21 | b c |
| T2: Bocashi + Extracto de algas (5 cc) | 6.73 | a b | 10.38 | a b | 11.73 | b |
| T3: Bocashi + Extracto de Neem (1.5 cc) | 4.23 | c | 6.21 | b c | 7.86 | c |
| T4: Bocashi + Extracto de Neem (2.5 cc) | 4.28 | c | 5.27 | c | 8.29 | b c |
| T5: Roca fosfórica + Extracto de algas (2.5 cc) | 5.54 | b | 8.21 | b | 10.32 | b c |
| T6: Roca fosfórica + Extracto de algas (5 cc) | 6.97 | a | 10.87 | a | 12.18 | a |
| T7: Roca fosfórica + Extracto de Neem(1.5 cc) | 4.71 | b c | 7.11 | b c | 8.38 | c |
| T8: Roca fosfórica + Extracto de Neem(2.5 cc) | 4.89 | b c | 7.37 | b | 9.17 | c |
| T9: Testigo | 4.17 | d | 4.67 | d | 6.23 | d |
| C.V. % | 3.83 | | 4.27 | | 6.17 | |

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

Elaborado por: Sigcha G, (2022).

11.2.4. Longitud de hoja a la cosecha (cm)

La longitud de la hoja al momento de la cosecha establece sus mayores promedios con el T6 (Roca fosfórica + Extracto de algas 5 cc/L de agua) obteniendo un largo de hoja de 36.93 cm, superando a (Bravo, 2015) con 32.28 cm, quien afirma que con la aplicación de humus y bokashi, el papel del extracto de algas se da principalmente a nivel foliar, estimulando la elongación celular lo que incrementa el tamaño de las hojas, en el caso puntual de la acelga al ser aplicados foliarmente son más aprovechados por la planta. Las aplicaciones del extracto de algas en ambas dosis sobre el abono bocashi obtuvieron resultados similares con 35.33 y 32.13 cm. de longitud respectivamente.

La similitud de resultados para ciertos tratamientos se debe a lo explicado por (Carrera, 2015) que el extracto de algas al ser aplicado en conjunto con la roca fosfórica incrementa el crecimiento de las partes vegetales de la planta, esto se ve reflejado en el incremento de la longitud de hojas por la división celular y la acción metabólica de estos abonos sobre la planta. (Bravo, 2015) corrobora lo planteado, por lo que menciona que la acción de la roca fosfórica cuando se aplica directamente al suelo mejora el potencial de transformación de elementos minerales en sustancias asimilable para la acelga, además el calcio reduce el desequilibrio de elementos sobre todo en la etapa productiva de las hortalizas, incrementando la absorción por parte de las mismas. Por otro lado, al mejorar el potencial de asimilación de nutrientes, las

aplicaciones de extracto de algas son un complemento para que sea absorbido directamente vía foliar, reduciendo el tiempo de acción de los abonos.

Tabla 17. Longitud de hoja cosechada en el efecto de la incorporación de abonos orgánicos foliares y edáficos en diferentes dosis en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris*).

| Longitud de hojas (cm) | | |
|--|--------------|----------|
| Tratamiento | cm. | |
| T1: Bocashi + Extracto de algas (2.5 cc) | 32.13 | b c |
| T2: Bocashi + Extracto de algas (5 cc) | 35.33 | a b |
| T3: Bocashi + Extracto de Neem (1.5 cc) | 26.32 | d |
| T4: Bocashi + Extracto de Neem (2.5 cc) | 27.37 | d |
| T5: Roca fosfórica + Extracto de algas (2.5 cc) | 30.83 | b |
| T6: Roca fosfórica + Extracto de algas (5 cc) | 36.93 | a |
| T7: Roca fosfórica + Extracto de Neem (1.5 cc) | 28.38 | c |
| T8: Roca fosfórica + Extracto de Neem (2.5 cc) | 29.32 | c |
| T9: Testigo | 17.38 | e |
| C.V. % | 7.42 | |

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

Elaborado por: Sigcha G, (2022).

11.2.5. Ancho de hoja a la cosecha (cm)

En la siguiente tabla se analiza el ancho de hojas al momento de la cosecha, en donde se evidencia que los datos más significativos se presentan con el T6 (Roca fosfórica + Extracto de algas 5 cc/L de agua), obteniendo 16.92 cm de ancho, con diferencias estadísticas entre los demás tratamientos, estos resultados son superiores a los obtenidos por (Aldaz, 2014), con la aplicación de aceite de neem alcanzó valores de 8.18 cm. Los resultados de (Bravo, 2015) muestran datos de ancho de hojas similares con 14.28 cm, mediante la incorporación de humus y bokashi. Investigaciones realizadas por (Acosta F., 2015), determinan que el valor comercial de la acelga está en dependencia con el largo y ancho de sus hojas, por lo que los resultados obtenidos en la presente investigación son de buenas características para su comercialización en los mercados.

En cuanto al ancho de hojas es una condición que debe tener la acelga para su comercialización, por ello se establece que el incremento del ancho de hoja de T6 (Roca fosfórica + Extracto de algas 5 cc/L de agua) en relación a los demás tratamientos, se da por la concentración de ambos biofertilizantes, donde su efecto es a corto plazo.

En referencia a esta variable Macías *et al.*, (2013) explican que las combinaciones de roca fosfórica con biofertilizantes con concentraciones de oligoelementos como en el caso del extracto de algas son de mejor aprovechamiento por las hortalizas, sobre todo en especies de

ciclo corto donde la disponibilidad de nutrientes debe ser de manera más rápida que en otras especies.

Tabla 18. Ancho de hoja a la cosecha en el efecto de la incorporación de abonos orgánicos foliares y edáficos en diferentes dosis en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris*).

| Ancho de hoja (cm) | | |
|---|--------------|----------|
| Tratamiento | cm. | |
| T1: Bocashi + Extracto de algas (2.5 cc) | 13,18 | b c |
| T2: Bocashi + Extracto de algas (5 cc) | 15,37 | b |
| T3: Bocashi + Extracto de Neem (1.5 cc) | 11,32 | d |
| T4: Bocashi + Extracto de Neem (2.5 cc) | 11,43 | d |
| T5: Roca fosfórica + Extracto de algas (2.5 cc) | 14,32 | b c |
| T6: Roca fosfórica + Extracto de algas (5 cc) | 16,92 | a |
| T7: Roca fosfórica + Extracto de Neem (1.5 cc) | 12,93 | c |
| T8: Roca fosfórica + Extracto de Neem (2.5 cc) | 13,28 | c |
| T9: Testigo | 8,83 | e |
| C.V. % | 6,38 | |

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Sigcha G, (2022).

11.2.6. Peso de planta a la cosecha (g)

En cuanto a las variables a la cosecha el T6 (Roca fosfórica + Extracto de algas 5 cc/L de agua) presenta datos superiores con 826.14 gramos por planta, siendo superiores a los datos expresados por (Bravo, 2015), al momento de la cosecha alcanzo pesos promedios de 769.38 gramos por planta, sin embargo (Aldaz, 2014) en su trabajo investigativo aplicando extracto de neem con humus presento resultados superiores con un peso de 916.28 gramos. Si bien es cierto que la acelga se comercializa por su tamaño el peso es importante sobre todo cuando se tiene que interpretar la producción por volumen. En tanto T4 (bocashi y extracto de neem 2.5 cc/L agua) presentó valores significativos con 721.06 gramos, mientras el T9 (Testigo) presentó diferencias estadísticas obteniendo los menores resultados en peso con 364.30 gramos. En este punto (Carrera, 2015), manifiesta que la característica principal de los fertilizantes ricos en calcio son reforzar la pared celular, incrementando la concentración de calcio en los parénquimas celulares, esto se ve reflejado en el desarrollo de tejidos lo que provoca el aumento de peso en frutos y hortalizas, del mismo modo (Yáñez, 2017) recalca el papel de los extracto de algas, sobre todo por su concentración de micronutrientes en función de incrementar el desarrollo de hojas de manera natural y amigable con el medio ambiente. El peso de planta en la producción de acelga es un determinante para evaluar el crecimiento y producción de esta hortaliza, por ello como menciona (Acosta E. , 2017) la forma de comercializar esta hortaliza depende del mercado al que sea destinado, si bien es cierto que localmente se comercializa por

unidades o tamaño, para la exportación se lo realiza por peso y determinando la calidad del producto en base al manejo que se realice.

Tabla 19. Peso de planta cosechada el efecto de la incorporación de abonos orgánicos foliares y edáficos en diferentes dosis en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris*).

| Peso de la planta (g) | | |
|---|---------------|----------|
| Tratamiento | | |
| T1: Bocashi + Extracto de algas (2.5 cc) | 641.28 | c |
| T2: Bocashi + Extracto de algas (5 cc) | 763.82 | b |
| T3: Bocashi + Extracto de Neem (1.5 cc) | 583.38 | d |
| T4: Bocashi + Extracto de Neem (2.5 cc) | 721.06 | b c |
| T5: Roca fosfórica + Extracto de algas (2.5 cc) | 682.42 | c |
| T6: Roca fosfórica + Extracto de algas (5 cc) | 826.14 | a |
| T7: Roca fosfórica + Extracto de Neem (1.5 cc) | 634.72 | c |
| T8: Roca fosfórica + Extracto de Neem (2.5 cc) | 642.42 | c |
| T9: Testigo | 364.30 | e |
| C.V. % | 5.28 | |

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

Elaborado por: Sigcha G, (2022).

11.2.7. Rendimiento Tn/ha

Los rendimientos del cultivo ubican a T6 (Roca fosfórica + Extracto de algas 5 cc/L de agua) con resultados superiores 18.47 tn/ha, superando a (Bravo, 2015) 18.28 tn/ha, pero siendo inferiores a (Aldaz, 2014) quien con aplicaciones de aceite de neem alcanzó rendimientos de 19.27 tn/ha. El rendimiento del cultivo depende del tipo de fertilización empleado, así como de las combinaciones que se puedan implementar, como en el caso del presente estudio de combinación de abonos edáficos con biofertilizantes orgánicos. En cuanto al testigo se ubicó por debajo de los demás tratamientos con una producción de 8.39 tn/ha.

En esta variable se establece que el rendimiento de acelga por hectárea está condicionado por los tipos de fertilizante y las dosis de aplicación que se emplee, por ello se nota que la mayor producción se da con T6 (Roca fosfórica + Extracto de algas 5 cc/L de agua), manteniendo una leve diferencia con T4, ambos tratamientos con aplicaciones foliares de extracto de algas, por lo que se comprueba lo establecido por (Yáñez, 2017) sobre la eficiencia de las algas marinas sobre las plantas que activan el sistema inmunológico generando resistencias a plagas y enfermedades, con plantas de mayor calidad fisiológica incrementando su producción. Además, los resultados de la aplicación de extracto de algas están relacionadas con el incremento del vigor de las plantas, mejorando considerablemente la adaptabilidad de las hortalizas al suelo, mejorando las características de las plantas, es por esto que la aplicación de abonos orgánicos foliares es totalmente recomendada en combinaciones con abonos edáficos.

Tabla 20. Rendimiento del cultivo en el efecto de la incorporación de abonos orgánicos foliares y edáficos en diferentes dosis en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris*).

| Rendimiento Tn/ha | | |
|---|--------------|----------|
| Tratamiento | Tn/ha | |
| T1: Bocashi + Extracto de algas (2.5 cc) | 16.31 | c |
| T2: Bocashi + Extracto de algas (5 cc) | 17.82 | b c |
| T3: Bocashi + Extracto de Neem (1.5 cc) | 11.04 | d |
| T4: Bocashi + Extracto de Neem (2.5 cc) | 12.38 | d |
| T5: Roca fosfórica + Extracto de algas (2.5 cc) | 16.39 | b |
| T6: Roca fosfórica + Extracto de algas (5 cc) | 18.47 | a |
| T7: Roca fosfórica + Extracto de Neem (1.5 cc) | 15.39 | c d |
| T8: Roca fosfórica + Extracto de Neem (2.5 cc) | 14.26 | d |
| T9: Testigo | 8.39 | e |
| C.V. % | 7.39 | |

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

Elaborado por: Sigcha G, (2022).

11.3. Interacciones

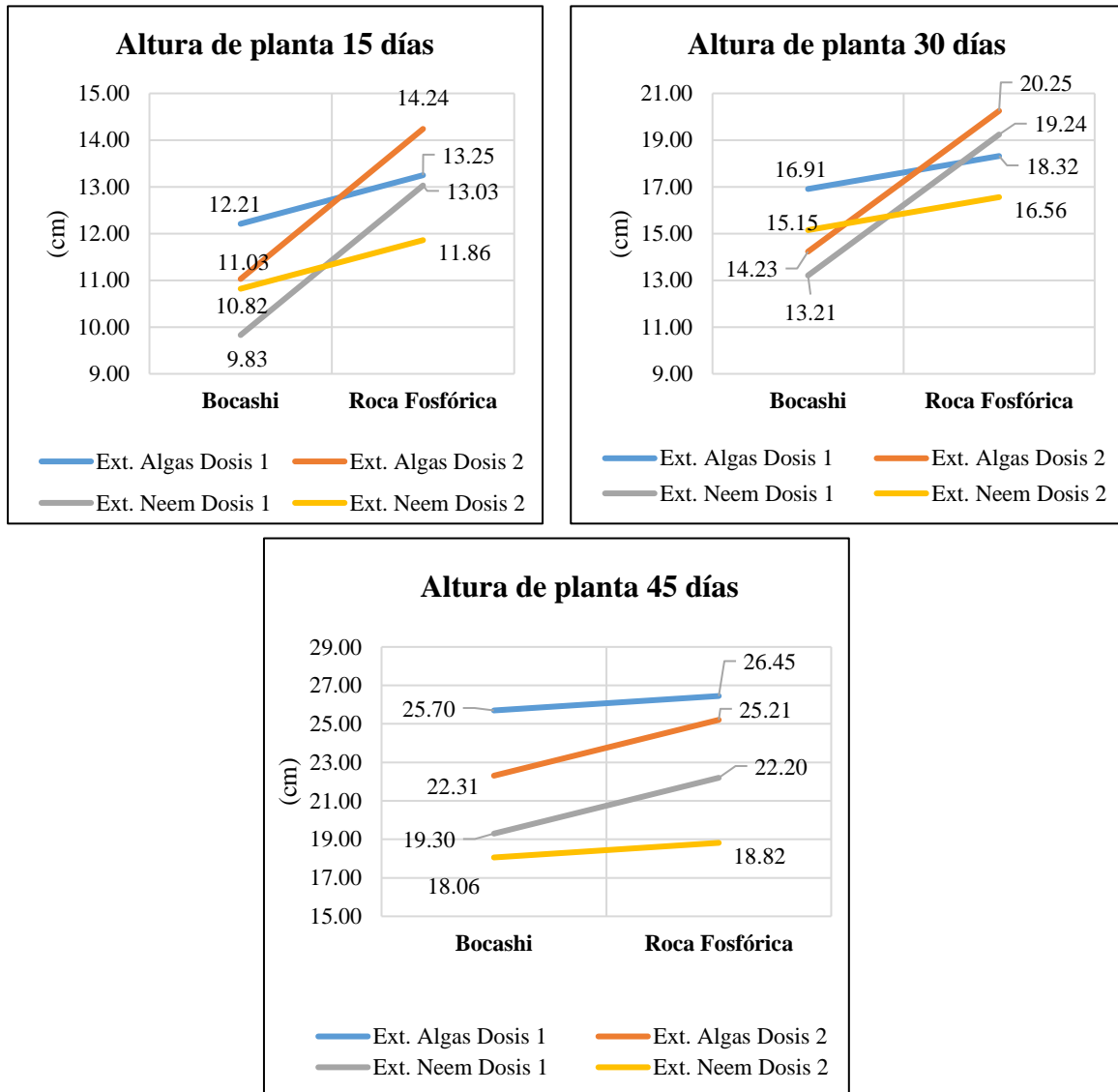
11.3.1. Altura de planta (cm)

La mejor interacción para la altura de planta se observa que en la edad de 15 días las aplicaciones de roca fosfórica en combinación con extracto de algas en dosis de 5 cc/L agua presentan los mejores resultados con 14.24 cm de crecimiento; en los 30 días de evaluación la interacción antes mencionada se ubica con datos más relevantes con alturas promedio de 20.25 cm.

Mientras en los 45 días la aplicación de extracto de algas en dosis de 5 cc/L de agua, en el abono roca fosfórica mantiene los resultados constantes con 26.45 cm de altura. En el análisis a esta edad se observa que la dosis de 2.5 cc/L de extracto de algas presenta valores numéricamente similares con 25.70 cm de altura, lo cual demuestra la eficacia del extracto de algas sobre todo en aplicaciones foliares, aunque en dosis son diferentes entre ambos tratamientos, los resultados no tienen diferencias estadísticas.

En base a estos resultados Acosta, (2017) sostiene que en fertilizaciones edáficas el contenido de calcio de la roca fosfórica estimula el reforzamiento de la pared celular, por lo tanto, las plantas pueden desarrollarse en condiciones climatológicas de alto estrés o desfavorables para la planta. Mientras Uribe *et al.*, (2018) comprobó en investigaciones efectuadas que las algas marinas son perfectas como complemento de la fertilización edáfica.

Figura 1. Interacción de altura de planta en las edades evaluadas.



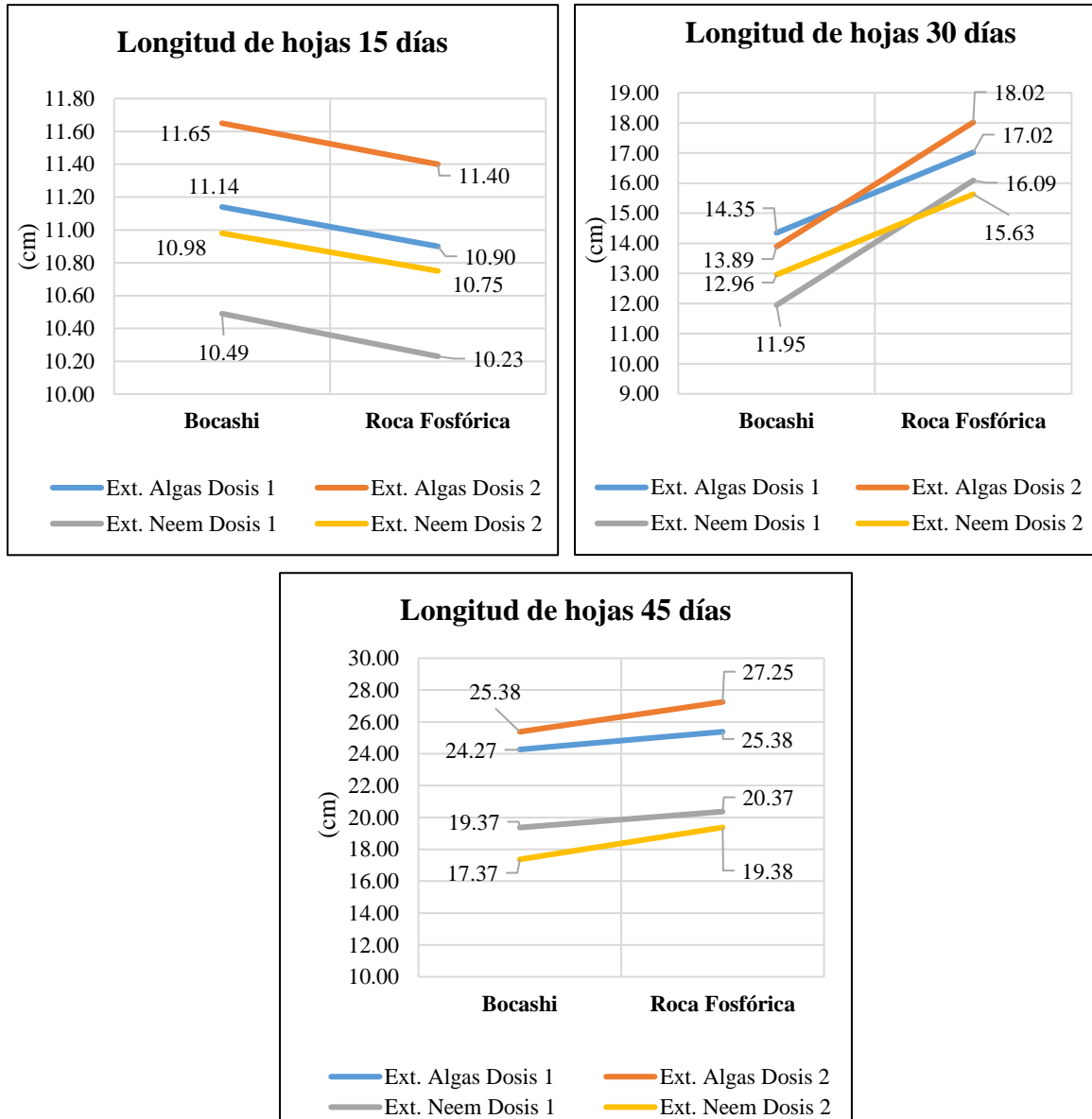
Elaborado por: Sigcha G, (2022).

11.3.2. Longitud de hojas (cm)

En la interacción para la longitud de hoja a los 15 días evidencia mejores resultados con el abono bocashi en conjunto de la incorporación de algas marinas en 5ccL/ agua con datos de 11.65 cm de alto, en cuanto a la longitud de hojas en los 30 días se presentó mejor interacción con las aplicaciones de 5 cc/L de agua, cuyos datos muestran 18.02 cm de longitud. En los 60 días de evaluación se pueden observar resultados superiores con la dosis de 5 cc/L de agua de extracto de algas en la fertilización con roca fosfórica obteniendo hojas de 27.25 cm. Las variaciones de longitud muestran que de acuerdo a Uribe *et al.*, (2018), los abonos como el bocashi al ser producto de la fermentación de material vegetal, mantienen la disponibilidad de nutrientes, lo cual favorecen el desarrollo inicial de las plantas. Sin embargo, Acosta, (2017)

menciona que cuando la acelga empieza a adaptarse al suelo la incorporación de roca fosfórica presenta mejores resultados, al ser un fertilizante mineral contiene altos contenidos de elementos aprovechables para la planta.

Figura 2. Interacción de la longitud de hojas en las edades evaluadas.

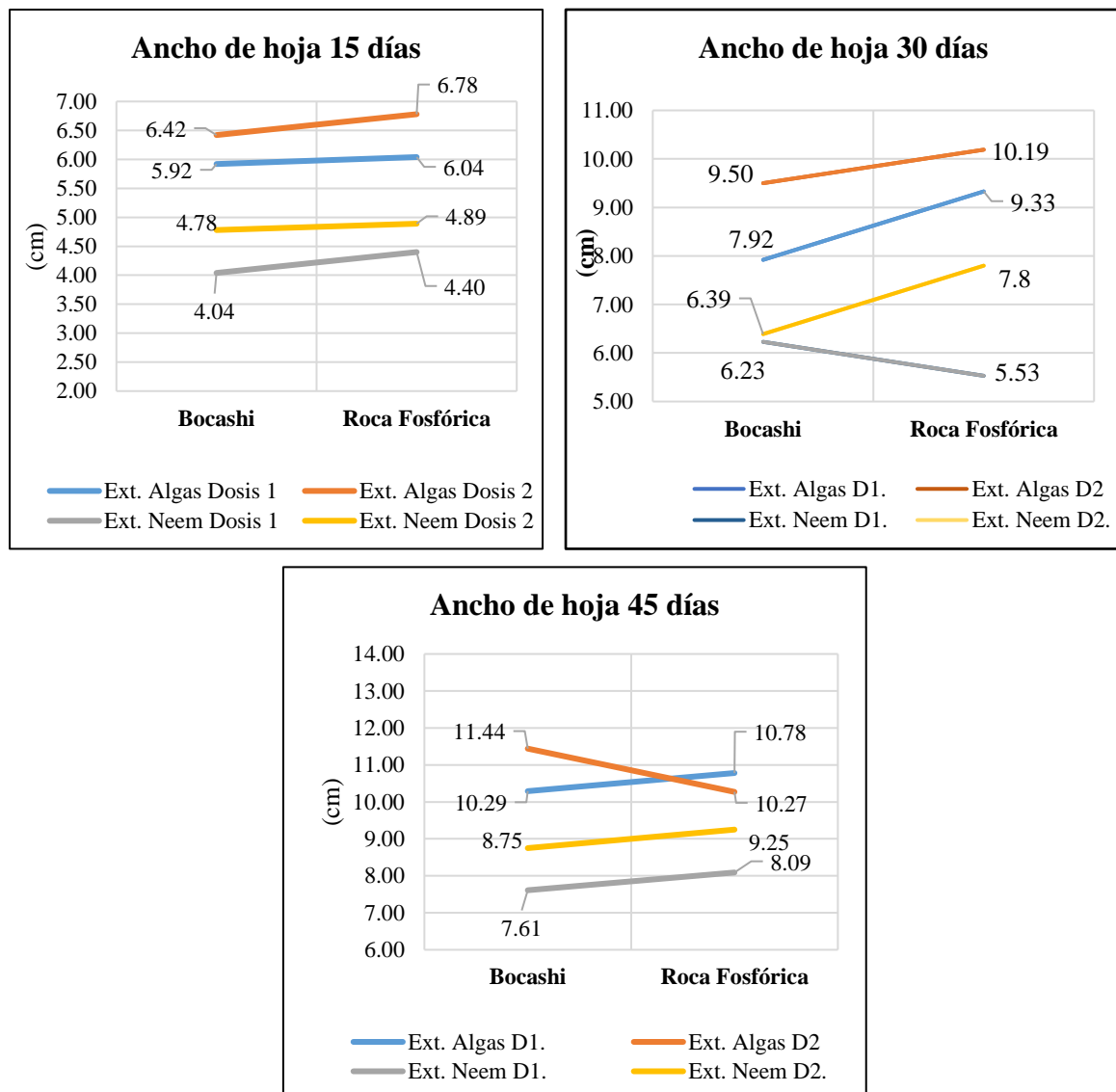


11.3.3. Ancho de hojas (cm)

En la figura 3 se puede observar la interacción entre la roca fosfórica y aplicación de 5 cc/L agua de extracto de algas tiene mayor incremento del ancho de hoja a los 15 días, en tanto que a los 30 días la relación entre las parcelas que se aplicaron roca fosfórica más 5 cc/L de extracto de neem muestran mejor interacción entre ambos factores, con datos de 10.19 cm de ancho de

hoja. Los datos obtenidos a los 45 días ubican la mejor interacción entre el bocashi y las aplicaciones de extracto de algas en dosis de 5 cc/L agua, con 11.44 cm de ancho de hoja. Las diferencias de datos obtenidos en las dos primeras edades con la interacción a los 45 días se deben según lo investigado por (Carrera, 2015) al efecto de equilibrar los elementos disponibles en el suelo que tiene el bocashi, al ser una enmienda orgánica, a más de aportar de nutrientes al suelo equilibra las cantidades disponibles de estos por la planta. Si bien es cierto que las aplicaciones de roca fosfórica según Uribe *et al.*, (2018) complementan los nutrientes, aumentando la disponibilidad de las mismas en los primeros estados de la planta, su efecto estaría condicionado a estas edades iniciales, sobre todo en hortalizas de hoja donde se aprovecha la parte vegetal de las misma.

Figura 3. Interacción del ancho de hojas en las edades evaluadas.

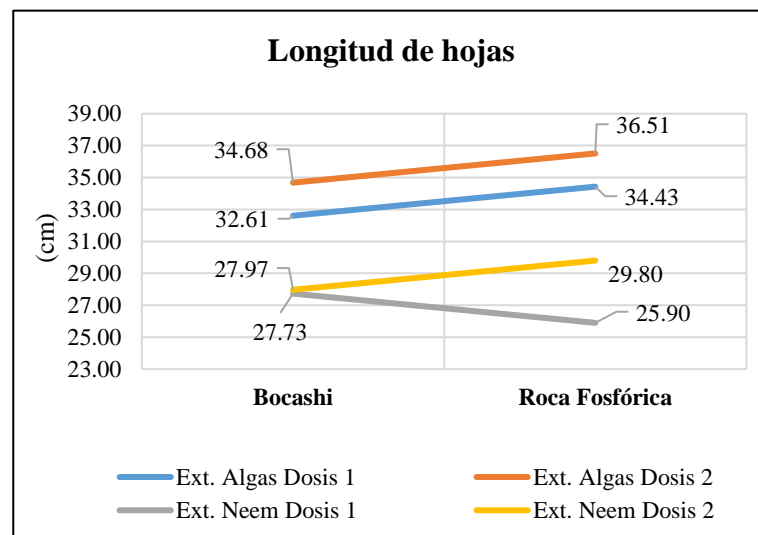


Elaborado por: Sigcha G, (2022).

11.3.4. Longitud de hojas a la cosecha (cm)

En la variable longitud de hojas a la cosecha se observa que las interacciones con mejores resultados se presentan con el extracto de algas en dosis de 5 cc/L agua aplicados sobre la roca fosfórica, con hojas de 36.51 cm de longitud, similares resultados se evidencian con el mismo bioestimulante aplicados sobre el bocashi con longitud de 34.68 cm. De acuerdo a (Morillo, 2017), los bioestimulantes son los responsables de reactivar la división celular, incrementando el metabolismo de las plantas, por lo que su aplicación de manera foliar sobre la planta actúa más rápida en comparación con los abonos edáficos. Así mismo (Gonzalez, 2015) recalca que la roca fosfórica al contener fósforo en mayores concentraciones mejora las características vegetativas de las hortalizas, incrementando el tamaño de sus hojas.

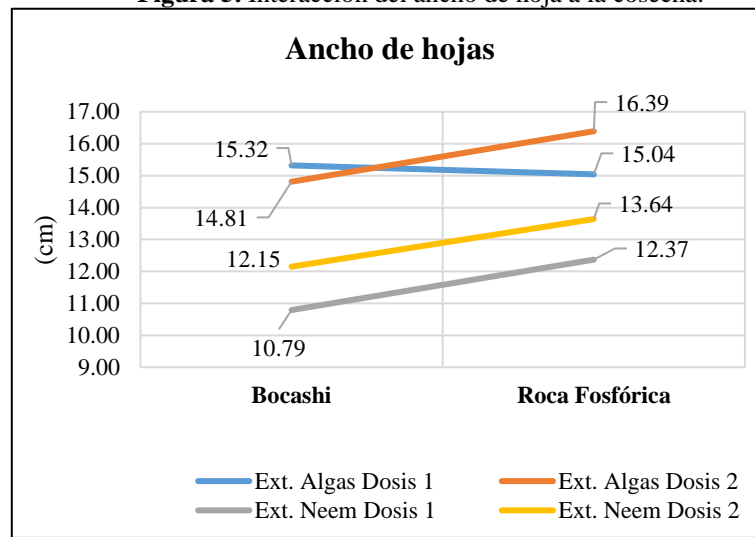
Figura 4. Interacción de la longitud de hoja a la cosecha



Elaborado por: Sigcha G, (2022).

11.3.5. Ancho de hojas a la cosecha (cm)

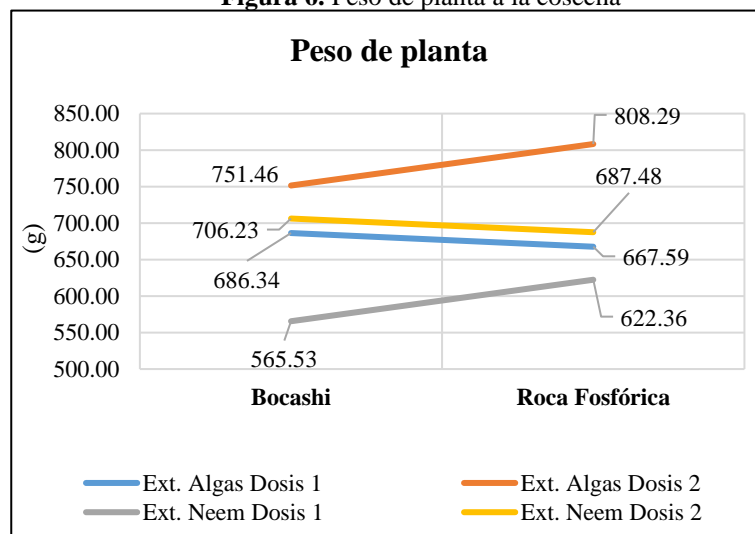
En la figura 5 se observa que la interacción con valores más altos presento las aplicaciones de 5 cc/L de agua de extracto de algas en combinación con incorporaciones de roca fosfórica, con hojas de 16.39 cm de ancho, en tanto al bocashi tuvo la mejor interacción con dosis de 2.5 cc/L de agua con 15.32 cm de ancho. (Yáñez, 2017) Menciona que el extracto de algas a más de contener una gran cantidad de microelementos es una hormona vegetal con efectos rápidos sobre la planta, lo que permite el ensanchamiento de hojas y tallos en hortalizas.

Figura 5. Interacción del ancho de hoja a la cosecha.

Elaborado por: Sigcha G, (2022).

11.3.6. Peso de planta (g)

Para el peso de planta a la cosecha se observa que la mejor interacción se dio con la dosis de 5 cc/L de agua de extracto de algas en combinación con la roca fosfórica, con pesos promedio de 808.26 g por planta. De acuerdo a (Acosta F. , 2015) la roca fosfórica presenta una alta solubilidad al momento de ser aplicada, siendo asimilada de mejor manera por las plantas. En cuanto al extracto de algas, según (Flores, 2017) su uso en las hortalizas tiene resultados a corto tiempo, debido a su composición, integrándose de mejor manera con el suelo y la planta.

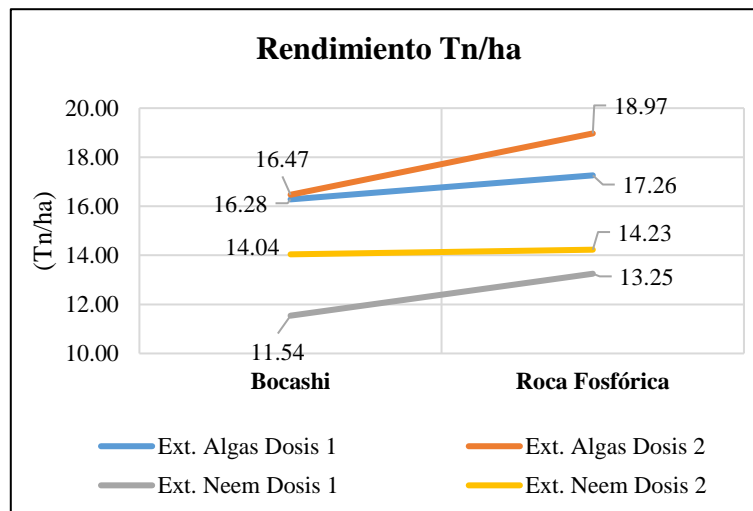
Figura 6. Peso de planta a la cosecha

Elaborado por: Sigcha G, (2022).

11.3.7. Rendimiento Tn/ha

La siguiente figura presenta mejor interacción entre las aplicaciones de extracto de algas en dosis de 5 cc/L de agua aplicadas en conjunto con la roca fosfórica, con resultados de 18.97 Tn/ha, mientras que con la dosis de 2.5 cc/L agua mantiene valores similares en aplicaciones sobre el bocashi con rendimientos promedios de 16.47 y 16.28 tn/ha para ambas dosis. Los resultados relevantes para la dosis alte de extracto de algas según Chávez y Bustamante, (2015) se debe a que el extracto de algas es una combinación de complejos nutricionales que se encargan de potencia a las plantas, sobre todo en condiciones de estrés o por desequilibrios nutricionales. Por otro lado (Acosta E. , 2017) comprobó que el efecto de la aplicación de extracto de algas marinas tiene mayor concentración en hortalizas de hoja, debido a que los cambios metabólicos y fotosintéticos se realizan a nivel de las hojas, por lo tanto, a aplicarse directamente sobre el follaje son asimiladas y aprovechadas de mejor manera por hortalizas de este tipo. De igual manera Morillo, (2017) menciona la importancia de la roca fosfórica como fuente primaria de fosforo, el cual al ser aplicadas en la planta dan como resultado frutos más grandes y en el caso de la acelga incentiva el peso de las hojas.

Figura 7. Rendimiento en toneladas por hectárea



Elaborado por: Sigcha G, (2022).

11.4. Análisis económico

El análisis económico evidencia que el T6 presenta los valores de producción más elevados en comparación con los demás tratamientos, con USD. 76.65, sin embargo, los valores de ingreso bruto USD. 74.35, beneficio neto USD. 50.35 y beneficio/costo USD. 2.12 justifican lo invertido por la mayor producción obtenida por este tratamiento.

Tabla 21. Análisis económico por tratamiento

| Trat. | Costos variables | Costos fijos | Total de costos | Producción | PVP | IB | BN | R B/C |
|-------|------------------|--------------|-----------------|------------|------|-------|-------|-------|
| T1 | 9.25 | 66.03 | 75.28 | 641.28 | 0.09 | 57.72 | 33.72 | 1.40 |
| T2 | 9.76 | 66.03 | 75.79 | 763.82 | 0.09 | 68.74 | 44.74 | 1.86 |
| T3 | 9.32 | 66.03 | 75.35 | 583.38 | 0.09 | 52.50 | 28.50 | 1.19 |
| T4 | 9.67 | 66.03 | 75.70 | 721.06 | 0.09 | 64.90 | 40.90 | 1.70 |
| T5 | 10.11 | 52.03 | 62.14 | 682.42 | 0.09 | 61.42 | 49.42 | 2.12 |
| T6 | 10.62 | 66.03 | 76.65 | 826.14 | 0.09 | 74.35 | 50.35 | 1.60 |
| T7 | 10.18 | 66.03 | 76.21 | 634.72 | 0.09 | 57.12 | 33.12 | 1.38 |
| T8 | 10.53 | 66.03 | 76.56 | 642.42 | 0.09 | 57.82 | 33.82 | 1.41 |
| T0 | 0.00 | 66.03 | 66.03 | 364.30 | 0.09 | 32.79 | 8.79 | 0.37 |

Elaborado por: Sigcha G. (2022).

12. IMPACTOS

Ambientales

El impacto ambiental causado por la incorporación de abonos orgánicos como el bokashi y la roca fosfórica fue positivo, el bokashi mejora las condiciones del suelo por su integración no solo con la planta sino también directamente con el suelo, mientras la roca fosfórica aporta microelementos como el fósforo y calcio recuperando los elementos del suelo que se pierden después de aplicar productos químicos.

Técnicos

Los impactos técnicos se ven reflejados con la ejecución del proyecto, a partir del trabajo de campo pueden observar los beneficios de los productos orgánicos, por lo que muchos agricultores desconocen las bondades de los abonos como el bokashi y la roca fosfórica, que al combinarlos con bioestimulantes son una alternativa a los fertilizantes tradicionales, logrando rendimientos superiores sin contaminar el medio ambiente.

Sociales

El presente proyecto se basa en el trabajo en conjunto con la sociedad, la mayoría de los pequeños y medianos productores de acelga tienen como fuente de trabajo a la familia en general, mediante este proyecto se trata de integrar a la comunidad a producir acelga de manera orgánica, incluso elaborando sus propios abonos orgánicos.

Económicos

En los últimos años la producción de hortalizas se ha incrementado debido a la demanda de consumir alimentos sanos, al implementar el uso de abonos orgánicos estamos produciendo alimentos libres de contaminantes, lo que lo convierte en un producto altamente rentable, además la elaboración de abonos como el bokashi se puede realizar por el mismo productor, reduciendo así los costos de producción en cuanto a abonos se refiere.

13. PRESUPUESTO

En el desarrollo del presente proyecto de investigación se utilizó el siguiente presupuesto.

Tabla 22. Presupuesto de la investigación

| Rubros | Costos USD | | | |
|-------------------------|------------|-------------|----------|---------------|
| | Unidad | P. Unitario | Cantidad | P. Total |
| Insumos | | | | |
| Semillas | Sobre | 14.28 | 2.00 | 28.56 |
| Bandejas de germinación | Unidad | 3.28 | 2.00 | 6.56 |
| Sustrato | Saco | 19.72 | 1.00 | 19.72 |
| Bokashi | Saco 50 kg | 13.50 | 2.00 | 27.00 |
| Roca fosfórica | Saco 25 kg | 21.00 | 2.00 | 42.00 |
| Extracto de algas | Litro | 16.25 | 1.00 | 16.25 |
| Extracto de neem | Litro | 18.23 | 1.00 | 18.23 |
| Bomba de aspersión | Unidad | 18.00 | 1.00 | 18.00 |
| Herramientas | Unidad | 10.00 | 5.00 | 50.00 |
| Equipos | Unidad | 10.00 | 5.00 | 50.00 |
| Balanza de precisión | Unidad | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Labores culturales | Jornal | 15.00 | 10.00 | 150.00 |
| Identificaciones | Unidad | 1.50 | 20.00 | 30.00 |
| Transporte | Jornal | 20.00 | 1.00 | 20.00 |
| Imprevistos | | | | 422.48 |
| Subtotal | | | | 42.25 |
| TOTAL | | | | 477.32 |

Elaborado por: Sigcha G. (2022).

14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- En el desarrollo vegetativo de la planta, los mejores resultados se obtuvieron con aplicaciones de roca fosfórica y extracto de algas en dosis de 5 cc/L de agua, con resultados de como altura 27.19 cm, longitud 36.39 cm y ancho de hojas de 16.92 cm al momento de la cosecha, con la incorporación de roca fosfórica se pudo obtener plantas y hojas de mayor tamaño, lo que hace que sea más comercializable en los mercados.
- Los mejores resultados se presentaron al momento de la cosecha con T6 (Roca fosfórica + Extracto de algas 5 cc/L agua) dando como resultado el incremento de características propias de la planta al momento de la cosecha con plantas más uniformes, de mayor tamaño y con un peso de 826.14 gramos, que lo convierten en plantas óptimas para la comercialización.
- En cuanto al tratamiento económicamente rentable, T6 correspondiente a la incorporación de roca fosfórica más el extracto algas marinas al 5 cc/L agua tuvo mayores ingresos económico para el agricultor con una relación beneficio costo de USD. 2.12, mejorando las características de la planta, siendo el más rentable en la producción de acelga.
- En base a los resultados obtenidos se acepta la hipótesis que versa: La aplicación de un abono orgánico edáfico en combinación con una dosis de bioestimulante foliar incrementara las características morfoagronómicas y productivas en las plantas.

Recomendaciones

- En la producción de acelga se recomienda combinar la aplicación de abonos orgánicos edáficos con bioestimulantes foliares, incrementando sus características vegetativas, sobre todo en el área foliar que es la que se consume de esta especie.
- La incorporación de productos como el extracto de neem tienen sus beneficios, además de ser bioestimulantes orgánicos, puede ser utilizado para el control de insectos plaga, en cuanto a bioestimulantes como el extracto de algas son asimilados de manera más rápida por la planta.
- Se recomienda continuar con investigaciones en acelga, promoviendo su producción de manera orgánica, al ser un cultivo rentable es una excelente alternativa a cultivos tradicionales, sobre todo cuando su manejo es de tipo orgánico.

15. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta , F. (2015). Respuesta del cultivo de acelga (*Beta vulgaris* var. *cicla* L.) a la fertilización orgánica foliar. Tesis de grado, Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Agrarias, Guayaquil.
- Acosta, E. (2017). Respuesta del cultivo de acelga (*Beta vulgaris* var. *cicla* L.) A la fertilización orgánica foliar. *Revista Agrotterra*, 11-15.
- Aldaz, D. (2014). Efecto del aceite de neem en el control de mosca blanca y minador de las hojas en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris* L). Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Ambato.
- Blunden, G. (2017). Cytokinin Activity of Seaweed Extracts. *Marine Natural Products Chemistry*. Plenum Publishing Co, 12.
- Bravo, T. (2015). Comportamiento agronómico de cuatro hortalizas de hoja con tres tipos de abonos orgánicos en el cantón Esmeraldas. Tesis de Grado, Universidad Tecnica Estatal de Quevedo, Unidad de Estudios a Distancia, Esmeraldas.
- Buxmann, E. (2019). Ensayo de Producción de Semillas de Acelga (*Beta Vulgaris* var. *Bressane*) en el Departamento Río Primero. *INTA*, 69-76.
- Candia, L., & Quiroga, M. (2018). Producción de acelga (*Beta vulgaris*) en sistema vertical a diferentes distancias en ambiente protegido. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 11-14.
- Carrera, H. (2015). Comportamiento agronómico del cultivo de acelga (*Beta vulgaris* L) con diferentes abonos orgánicos, en El Empalme año 2014”. Tesis de Grado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Unidad de Estudios a Distancia, Quevedo.
- Castillo, J., Arana, G., & Nuñez, J. (2020). Preparación de Bocashi, un abono orgánico de calidad. *Produccion fruticola*, 6-11.
- Cerna, M. (2020). Cultivo de la acelga. *Revista Tecnología Alimentaria*, 17-19.
- Chavez, R., & Bustamante, F. (2015). Evaluación de tres dosis de roca fosfórica y su efecto sobre las características agronomicas del pasto *brachiaria*. *Produccion organica*, 8-11.
- Costa, T. (2015). Uso de estiércol caprino y bocashi en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris* var. *cicla* Pers). en la parroquia Alamor. Tesis de Grado, Universidad Nacional de Loja, Area de Agropecuaria y Recursos Renovables, Loja.
- Flores, A. (2017). Efecto de frecuencias de poda en dos variedades de acelga (*Beta vulgaris* var. *Cicla* L.) en ambiente protegido. *Horticultura Ecologica*, 17-22.
- Gonzalez, J. (2015). Respuesta del cultivo de acelga (*Beta vulgaris* var. *cicla* L.) a la fertilización orgánica foliar. *Tecnlogia de las hortalizas*, 7-11.

- Herran, F. (2019). Elaboración de un abono orgánico tipo bocashi y su evaluación en la germinación y crecimiento del rábano. *Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud*, 16-21.
- INAMHI. (2021). Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. Obtenido de Red de Estaciones Automaticas Hidrometeorológicas: <http://186.42.174.236/InamhiEmas/#>
- INDIA. (2021). Ficha Técnica de bokashi. INDIA, 4-7.
- INEC. (2020). Datos estadísticos de los principales productos de clima frío. Ecuador en cifras, 18-22.
- Laborde, J., & Heredia, L. (2016). Abono Tipo Bokashi. *Revista CENTA*, 9-11.
- Laurentino, J. (2021). Características de la acelga var. Bressane. Ficha Técnica.
- Lugo, M., & Ramirez, R. (2018). Roca fosfórica y superfosfato triple como fuentes de fósforo para Centrosema en un suelo ácido. *Zootecnia Tropical*, 87-92.
- Macias, S., Montenegro, M., & Nazareno, M. (2013). Caracterización de acelga fresca del contenido de nutrientes en hoja y tallo. *Food Science and Technology*, 10-14.
- Morillo, K. (2017). Roca fosfórica acidulada como fuente de fósforo en un suelo ácido con o sin encalado. *Revista Bioagro*, 8-11.
- Mosquera, B. (2020). Manual para elaborar y aplicar abonos y plaguicidas orgánicos. Fondo para la Protección del Agua, 17-21.
- Peralta, N., Freitas, B., & Silva, R. (2019). Compost, bokashi y microorganismos eficientes. *IDESIA*, 8-17.
- Prado, J. (2020). Componentes esenciales del extracto de algas. *Terra Innovacion*, 15-19.
- Rodriguez, R. (2013). Efecto de diferentes enmiendas orgánicas sobre el rendimiento y la concentración de nitrato en un cultivo ecológico de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) en invernadero. Tesis de Postgrado, Universidad del Sur, Programa Postgrado, Bahi Blanca.
- SIPA. (2020). Sistema de Información Pública Agropecuaria. Obtenido de Información Macroeconómica Agropecuaria: <http://sipa.agricultura.gob.ec/>
- Uribe, M., Mateo, L., Mendoza, C., Amora, E., Gonzalez, D., & Duran, D. (2018). Efecto del alga marina *Sargassum vulgare* C. Agardh en suelo y el desarrollo de plantas de cilantro. *IDESIA*, 14.
- Yáñez, E. (2017). Nuevos biofertilizantes a base de algas marinas. Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Agronomía, Lima.

16. ANEXOS

Anexo 1. Contrato de cesión no exclusiva de derechos de autor

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte: Sigcha Yanchaliquin Guadalupe Rosario C.C. 0504423104, de estado civil soltera y con domicilio en La Mana, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, el PhD. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - LAS CEDENTES es una persona natural estudiante de la carrera de **Ingeniería Agronómica**, titulares de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado: “Efecto de la incorporación de abonos orgánicos foliares y edáficos en diferentes dosis en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris*)” la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico. Febrero 2017 – Marzo 2022.

Aprobación HCA. -

Tutor. - Ing. Quinatoa Lozada Eduardo MSc.

Tema: “Efecto de la incorporación de abonos orgánicos foliares y edáficos en diferentes dosis en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris*)”

CLÁUSULA SEGUNDA. - LA CESIONARIA es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **LAS CEDENTES** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **LAS CEDENTES**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LAS CEDENTES** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LAS CEDENTES** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LAS CEDENTES** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga a los 31 días del mes de marzo del 2022.



Sigcha Yanchaliquin Guadalupe Rosario
LA CEDENTE

PhD. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez
EL CESIONARIO

Anexo 2. Reporte de Urkund**Document Information**

| | |
|--------------------------|---|
| Analyzed document | TESIS-GUADALUPE SIGCHA.pdf (D132959804) |
| Submitted | 2022-04-07T18:22:00.0000000 |
| Submitted by | |
| Submitter email | kleber.espinosa@utc.edu.ec |
| Similarity | 7% |
| Analysis address | kleber.espinosa.utc@analysis.urkund.com |

Anexo 3. Certificado del idioma ingles

CENTRO
DE IDIOMAS***AVAL DE TRADUCCIÓN***

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS FOLIARES Y EDÁFICOS EN DIFERENTES DOSIS EN EL CULTIVO DE ACELGA (*Beta vulgaris*)”**, presentado por: **Sigcha Yanchaliquin Guadalupe Rosario**, egresada de la Carrera de: **Ingeniería Agronómica**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

La Maná, marzo del 2022

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:
JOSE FERNANDO
TOAQUIZA
CHANCUSIG

Mg. Fernando Toaquiza
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC
CI: 0502229677

Anexo 4. Hoja de vida del docente tutor



DATOS PERSONALES

Apellidos y nombres: Quinatoa Lozada Eduardo Fabián

Fecha de nacimiento: 02 de febrero de 1985

Estado civil: soltero

Cédula de ciudadanía: 1804011839

Ciudad de residencia: Cevallos

Dirección de domicilio actual: Cantón Cevallos, Barrio San Fernando

Celular: 0996385776

Correo electrónico: eduardo.quinatoa1839@utc.edu.ec

INSTRUCCIÓN ACADÉMICA

Máster Universitario en Biotecnología Molecular y Celular de Plantas, Universidad Politécnica de Valencia, España.

Ingeniero Agrónomo, Universidad Técnica de Ambato, Ecuador

EXPERIENCIA LABORAL

Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, Docente- Investigador.

Instituto de Biología Molecular y Celular de Plantas IBMCP, Laboratorio de cultivo *in vitro*. Investigador.

Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Agronómica. Investigador

VitroPlantas, Empresa de Biotecnología. Gerente Propietario- Investigador.

CAPACITACIÓN O PARTICIPACIÓN EN EVENTOS CIENTÍFICOS:

Formación de Tutores de Nivelación Especializados en Modalidad en Línea

I Ciclo de conferencias: Biología Molecular aplicado a las Ciencias Agropecuarias

PUBLICACIONES:

Preliminary Phytochemical Screening of Some Andean Plants September- October 2014

<https://www.google.es/webhp?hl=es#hl=es&q=screening+eduardo+quinatoa+marco+castillo+metabolitos>

Anexo 5. Hoja de vida de las estudiantes investigadoras

Sigcha Yanchaliquin Guadalupe Rosario



INFORMACIÓN PERSONAL

Nacionalidad: Ecuatoriana

Cédula de ciudadanía: 0504423104

Fecha de nacimiento: 13 de octubre de 1998

Domicilio: Recinto Palo Blanco

Teléfonos: 0983026902

Correo electrónico: guadalupesigcha1998@gmail.com

ESTUDIOS REALIZADOS

Segundo Nivel: Unidad Educativa “Ciudad de Caracas”

Superior: Universidad Técnica de Cotopaxi

TÍTULOS

- Ciencias “Ciencias Sociales”

IDIOMAS

- Español (nativo)
- Suficiencia en el Idioma Inglés

CURSOS DE CAPACITACIÓN

- **Seminario: “III CONGRESO SOBRE LA MOSCA DE LA FRUTA”**

Dictado: Agrocalidad y Universidad Técnica De Cotopaxi.

Lugar y fecha: La Mana 19, 20, y 21 de junio del 2019

Tiempo: 40 horas

- **Seminario: II Congreso Internacional de Ciencias Agropecuarias para la “Soberanía Alimentaria”**

Dictado: Universidad Estatal Península de SANTA ELENA

Lugar y fecha: Santa Elena 13, 14, y 15 de noviembre del 2019

Tiempo: 40 horas

Anexo 6. Evidencias fotográficas

Fotografía 1. Selección del sitio del ensayo



Fuente: Sigcha G. (2022)

Fotografía 2. Siembra de plántulas de acelga



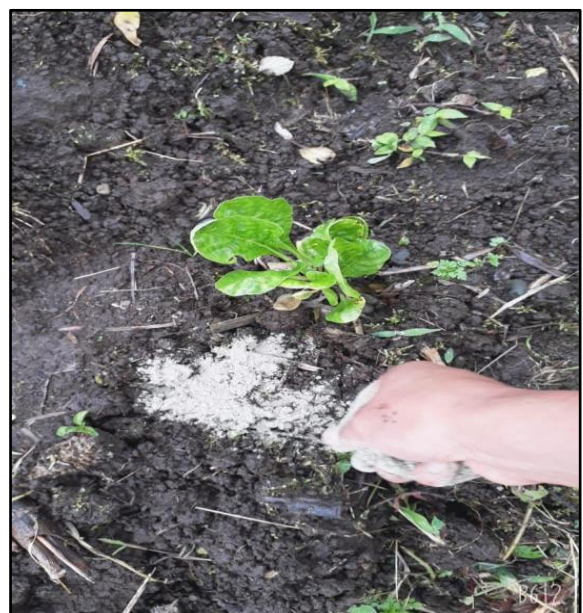
Fuente: Sigcha G. (2022)

Fotografía 3. Aplicación de bioestimulantes



Fuente: Sigcha G. (2022)

Fotografía 4. Aplicación de abonos



Fuente: Sigcha G. (2022)

Fotografía 5. Plantas de acelga a los 30 días



Fuente: Sigcha G. (2022)

Fotografía 6. Registro de datos de campo



Fuente: Sigcha G. (2022)

Fotografía 7. Longitud de hojas a la cosecha



Fuente: Sigcha G. (2022)

Fotografía 8. Ancho de hojas ala cosecha



Fuente: Sigcha G. (2022)

Anexo 7. Análisis de suelos



RESULTADOS: ANÁLISIS DE SUELOS

| Datos del cliente | | Referencia | |
|-------------------|----------------------------|-------------------|------------|
| Cliente: | Sr. SEGUNDO SIGCHA | Número Muestra: | 7853 |
| Propiedad: | | Fecha de ingreso: | 07/10/2021 |
| Cultivo: | ACELGA (<i>Bressane</i>) | Impreso: | 26/10/2021 |
| Identificación | 30 DÍAS | Fecha de Entrega: | 28/10/2021 |

Identificación del lote:

Profundidad:

| pH | C.E | M.O | NH ₄ | P | S | K | Ca | Mg |
|------|------|------|-----------------|------|------|-----------|------|------|
| | ds/m | % | ppm | | | meq/100 g | | |
| 5,42 | 0,12 | 5,38 | 31,05 | 7,64 | 7,26 | 0,35 | 4,00 | 0,55 |
| Ac. | N.S. | A | M | B | B | M | A | M |

| Na | Al+H | Al | Σ bases | TEXTURA (%) | | | Cu | B |
|----------|------|----|---------|----------------|------|---------|------|------|
| meq/100g | | | | Arena | Limo | Arcilla | ppm | |
| | 0,30 | | 4,90 | 58 | 26 | 16 | 5,60 | 0,19 |
| | B | | MB | FRANCO ARENOSO | | | A | B |

| Fe | Zn | Mn | Ca/Mg | Mg/K | (Ca+Mg)/K | pH |
|-------|------|------|-------|------|-----------|-------|
| ppm | | | R1 | R2 | R3 | KCl |
| 172,6 | 4,50 | 9,60 | 7,27 | 1,57 | 13,00 | 4,74 |
| A | M | M | A | B | O | M.Ac. |

INTERPRETACIÓN

| Textura | Elementos | pH | Conductividad eléctrica |
|-------------------------|--------------|------------------------------|--------------------------|
| Fco. = Franco | MB= Muy Bajo | M.Ac. = Muy Ácido | N.S.= No salino |
| Fco.Ar = Franco Arenoso | B = Bajo | Ac. = Ácido | L.S.= Ligeramente salino |
| Arc. = Arcilloso | M = Medio | Me.Ac.= Medianamente Ácido | S. = Salino |
| Ar. = Arenoso | A = Alto | LAc. = Ligeramente Acido | M.S.= Muy Salino |
| Li. = Limoso | O = Óptimo | P. N. = Prácticamente Neutro | |

| Determinación | Metodología | Extractante |
|---------------------------------|-----------------|----------------|
| P, NH ₄ ⁺ | Colorimetría | Olsen |
| K, Ca, Mg | Absorción | Modificado |
| Zn, Cu, Fe, Mn | Atómica | pH 8,5 |
| S | Turbidimetría | Fosfatos de Ca |
| B | Colorimetría | Monobásico |
| Cl | Volumetría | Pasta Saturada |
| M.O. | Walkley y Black | No Aplica |

| Determinación | Metodología | Extractante |
|---------------|-------------------------|--------------------|
| pH | Potenciométrica | Suelo-Agua (1:2,5) |
| CE | Conductimetría | No Aplica |
| Textura | Modificado de Bouyoucus | No Aplica |
| Al | | |
| Al + H | Volumetría | KCl 1N |

Dra. Luz María Martínez
LABORATORISTA



Anexo 8. Diseño de parcelas experimentales

