UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA

PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE:

INGENIERIA AGRONOMICA

TEMA:

RESPUESTA DEL CULTIVO DE ACELGA (*Beta vulgaris L.*) BAJO DIFERENTES SUSTRATOS, USANDO SOLUCIONES DE ACIDOS HUMICOS Y FITOREGULADORES EN EL CANTON GUAYAQUIL.

AUTORA:

MADELAINE MARCELA MOROCHO GARCÍA

TUTOR:

ING. AGR. CRISTHIAN ANDRES ENCALADA SANMARTIN

GUAYAQUIL, 2022

DEDICATORIA

Dedico este logro a mi madre quien me ha ayudado desde siempre, me ha alentado para culminar todos mis estudios, sin su ayuda emocional y económica no habría podido terminar esta etapa universitaria.

A mis hermanos Moisés y Héctor quienes me han dado apoyo siendo un ejemplo a seguir y siendo una figura ejemplar.

A mis mascotas que estuvieron cuando estudiaba, Clarence. Peter, Candy y Thor que no me dejaban hasta que termine mis deberes como estudiante.

A mis compañeros de estudio, Cristhian Rendon, Kimberly Cordero, Catalina Cáceres, Gender García, Dalton Tomalá quienes me apoyaron y formaron parte de mi vida como estudiante universitario.

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios por haberme dado fuerza, valor y perseverancia para culminar esta etapa importante en mi vida.

A mi madre que siempre me apoyo económicamente y emocionalmente y es el pilar más importante de mi vida.

A mis hermanos, que fueron mi fuente de seguir adelante y demostrándome su esfuerzo alentándome para seguir estudiando y seguir adelante.

A mis mascotas, que fueron un apoyo incondicional durante toda mi vida universitaria.

A mis profesores que a lo largo de esta carrera me enseñaron con dedicación, Ing. Segress Garcia, Ing. Leticia Vivas Ing. Vicente Álvarez, Ing. Eison Valdiviezo.

Por último, a mis compañeros y colegas que estuvieron a mi lado en las aulas y fueron parte de esta carrera.

CERTIFICADO DEL TUTOR

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA

Ing. Agr. María Leticia Vivas Vivas, MSc Vicedecana/Directora de carrera **FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la **TUTORÍA** realizada al trabajo de Titulación "**RESPUESTA DEL CULTIVO DE ACELGA (*Beta vulgaris L.*) BAJO DIFERENTES SUSTRATOS, USANDO SOLUCIONES DE ACIDOS HUMICOS Y FITOREGULADORES EN EL CANTON GUAYAQUIL"** del estudiante **MADELAINE MARCELA MOROCHO GARCIA** indicando que ha cumplido con todos los parámetros establecidosen la norma vigente;

- El trabajo es el resultado de una investigación.
- El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
- El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.
- El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se adjunta el certificado de porcentaje de similitud y la valoración del trabajode titulación con la respectiva calificación.

Dando por concluida esta tutoría de trabajo de titulación **CERTIFICO** para los fines pertinentes, que el estudiante esta apto para continuar con el proceso de revisión final.

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
CRISTHIAN ANDRES
ENCALADA SANMARTIN

ING. AGR. CRISTHIAN ANDRES ENCALADA SANMARTIN

C.C.: 0703065169

FECHA: 13/03/2023

CERTIFICADO PORCENTAJE DE SIMILITUD

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA

Habiendo sido nombrado **Ing. Agr. Cristhian Andrés Encalada Sanmartín** tutor del trabajo de titulación certifico que el presente trabajo de titulación ha sido elaborado por **Madelaine Marcela Morocho Garcia** con C.I. **0958742330**, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de **Ingeniero (a) Agrónomo (a)**.

Se informa que el trabajo de titulación "**RESPUESTA DEL CULTIVO DE ACELGA (*Beta vulgaris*) BAJO DIFERENTES SUSTRATOS, USANDO SOLUCIONES DE ACIDOS HUMICOS Y FITOREGULADORES EN EL CANTON GUAYAQUIL"** ha sido orientado durante todo el periodo de ejecución en el programa anti plagio **TURNITIN** quedando el 7**%** de similitud.

Firmado electrónicamente por:
CRISTHIAN ANDRES
ENCALADA SANMARTIN

ING. AGR. CRISTHIAN ANDRES ENCALADA SANMARTIN
DOCENTE – TUTOR
C.C.: 0703065169.
FECHA: 13/03/23

RESPUESTA DEL CULTIVO DE ACELGA (Beta vulgaris L.) BAJO DIFERENTES SUSTRATOS, USANDO SOLUCIONES DE ACIDOS HUMICOS Y FITOREGULADORES EN EL CANTON GUAYAQUIL

INFORME DE ORIGINALIDAD

7%	7%	0%	1%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.ug.edu.ec Fuente de Internet	6%
2	de.slideshare.net Fuente de Internet	1%

turnitin

Recibo digital

Este recibo confirma quesu trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega:	MADELAINE MARCELA MOROCHO GARCÍA
Título del ejercicio:	TRABAJOS DE TITULACION
Título de la entrega:	RESPUESTA DEL CULTIVO DE ACELGA (Beta vulgaris L.) BAJO ...
Nombre del archivo:	TESIS_MADELAINE_MOROCHO_GARCIA_final1.docx
Tamaño del archivo:	86.61K

FICHA DE REGISTRO PARA EL REPOSITORIO NACIONALDE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
FICHA DE REGISTRO DE TESIS / TRABAJO DE GRADUACIÓN			
TÍTULO Y SUBTÍTULO:	RESPUESTA DE CULTIVO DE ACELGA (*Beta vulgaris L*) BAJO DIFERENTES SUSTRATOS, USANDO SOLUCIONES DE ACIDOS HUMICOS Y FITORREGULADORES EN EL CANTON GUAYAQUIL.		
AUTOR(ES)	MOROCHO GARCIA MADELAINE MARCELA		
TUTOR(ES)/REVISOR(ES)	ING. AGR. CRISTHIAN ANDRES ENCALADA SANMARTIN		
INSTITUCIÓN:	UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL		
UNIDAD/FACULTAD:	CIENCIAS AGRARIAS		
MAESTRÍA/ESPECIALIDAD:			
GRADO OBTENIDO:	INGENIERO (A) AGRONOMO (A)		
FECHA DE PUBLICACIÓN:		**No. DE PÁGINAS:**	
ÁREAS TEMÁTICAS:	AGRONOMÍA		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Hidroponía, acelga, solución nutritiva, sustratos, ácidos húmicos, fitorregulador.		

RESUMEN:

El presente trabajo de investigación se realizó en la época de invierno de 2023, en el cantón guayaquil. Se estudiaron 5 tratamientos siendo el resultado de dos sustratos (arena + cascarilla y piedra pómez) con dos soluciones, una solución nutritiva y una solución nutritiva usando ácidos húmicos y fitohormona (giberelinas), además de tratamiento testigo siendo regada con agua, la hortaliza fue sembrada en contenedores cubiertos con plástico negro, se empleó un diseño de bloques completamente al azar bifactorial 2x2+1 con 3 repeticiones. El cálculo estadístico se realizó el análisis de varianza entre testigo y factoriales. para la comparación de media se utilizó Duncan a 5% de probabilidades. Se examinaron las siguientes variables: altura de planta (cm), longitud de la hoja(cm), ancho de la hoja(cm), Numero de hojas/plantas, Numero de hojas cosechadas, y peso de la planta(gr) y rendimiento (Kg/ha). Los resultados concluyeron que: La piedra pómez fue el mejor sustrato para la producción de acelga, acorde con el análisis de rendimiento el sustrato de piedra pómez presento una producción de 135000 kg/ha.

ADJUNTO PDF	**SI** ☐	**NO** ☐
CONTACTO CON AUTOR/ES:	**Teléfono:** 0961392030	**E-mail:** Madelaine.morochog@ug.edu.ec
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	**Nombre:** UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL	
	Teléfono: (04) 228-7072	
	E-mail: fca@ug.edu.ec	

ANEXO VIII.- CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL REVISOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA

Guayaquil, 14 de marzo del 2023

Ing. Agr. Maria Leticia Vivas Vivas MSc
Vicedecana
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

De mis consideraciones:

Envio a Ud. El informe correspondiente a la **REVISION FINAL** del trabajo de **Titulación RESPUESTA DEL CULTIVO DE ACELGA (BETA VULGARIS L) BAJO DIFERENTES SUSTRATOS, USANDO SOLUCIONES DE ÁCIDOS HÚMICOS Y FITOREGULADORES EN EL CANTÓN GUAYAQUIL** de la estudiante **MOROCHO GARCIA MADELAINE MARCELA,** las gestiones realizadas me permiten indicar que el trabajo fue revisado considerando todos los parámetros establecidos en la normativas vigentes, en el cumplimento de los siguientes aspectos:
Cumplimiento de requisitos de forma:

- El título tiene un máximo de **22** palabras.
- La memoria escrita se ajusta a la escritura establecida.
- El documento se ajusta a las normas de escritura científica seleccionadas por la facultad.
- La investigación es pertinente con la línea y subniveles de investigación de la carrera.
- Los soportes teóricos son de máximo **5** años.
- La propuesta presentada es pertinente.

Cumplimiento con el reglamento de Régimen Académico:

- El trabajo es el resultado de una investigación.
- El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
- El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.
- El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se indica que fue revisado, el certificado de porcentaje de similitud, la valoración del tutor, así como de las páginas preliminares solicitadas, lo cual indica el que el trabajo de investigación cumple con los requisitos exigidos.

Una vez concluida esta revisión, considero que el estudiante está apto para continuar el proceso de titulación. Particular que comunicamos a usted para los fines pertinentes.

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
ERIK PATRICIO QUITO LEON

Ing. Agr. Erik P. Quito León, MSc.
C.C: 0703517649
FECHA: 14/03/2023

DECLARACION DE AUTORIA Y AUTORIZACION Y DE AUTORIZACIÓN DE LICENCIA GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO EXCLUSIVA PARA EL USO NO COMERCIAL DE LA OBRA CON FINES NO ACADÉMICOS

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA

LICENCIA GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO COMERCIAL DE LA OBRA CON FINES NO ACADÉMICOS

Yo, **Madelaine Marcela Morocho García** con C.I. **0958742330**, certifico que los contenidos desarrollados en este trabajo de titulación, cuyo título es **"RESPUESTA DE CULTIVO DE ACELGA (*Beta vulgaris L*) BAJO DIFERENTES SUSTRATOS, USANDO SOLUCIONES DE ACIDOS HUMICOS Y FITORREGULADORES EN EL CANTON GUAYAQUIL."** son de mi absoluta propiedad y responsabilidad, en conformidad al Artículo. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN*, autorizo la utilización de una licencia gratuita intransferible para el uso no comercial de lapresente obra a favor de la Universidad de Guayaquil.

Madelaine Morocho G.

Madelaine Marcela Morocho García
C.I. 0958742330

*CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN (Registro Oficial n. 899 - Dic./2016) Artículo 114.- De los titulares de derechos de obrascreadas en las instituciones de educación superior y centros educativos.- En el caso de las obras creadas en centros educativos, universidades, escuelas politécnicas, institutos superiores técnicos, tecnológicos, pedagógicos, de artes y los conservatorios superiores, e institutos públicos de investigación como resultado de su actividad académica o de investigación tales como trabajos de titulación, proyectos de investigación o innovación, artículos académicos, u otros análogos, sin perjuicio de que pueda existir relación de dependencia, la titularidad de los derechos patrimoniales corresponderá a los autores. Sin embargo, el establecimiento tendrá una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra con fines académicos.

ANEXO XIII.- RESUMEN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA

RESPUESTA DEL CULTIVO DE ACELGA (*Beta vulgaris* L.) BAJO DIFERENTES SUSTRATOS, USANDO ACIDOS HUMICOS Y FITORREGULADORES EN EL CANTON DE GUAYAQUIL

Autor: Madelaine Marcela Morocho Garcia

Tutor: Ing. Agr. Cristhian Andrés Encalada Sanmartín

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en la época de invierno de 2023, en el cantón guayaquil. Se estudiaron 5 tratamientos siendo el resultado de dos sustratos (arena + cascarilla y piedra pómez) con dos soluciones, una solución nutritiva y una solución nutritiva usando ácidos húmicos y fitohormona (giberelinas), además de tratamiento testigo siendo regada con agua, la hortaliza fue sembrada en contenedores cubiertos con plástico negro, se empleó un diseño de bloques completamente al azar bifactorial 2x2+1 con 3 repeticiones. El cálculo estadístico se realizó el análisis de varianza entre testigo y factoriales. para la comparación de media se utilizó Duncan a 5% de probabilidades. Se examinaron las siguientes variables: altura de planta (cm), longitud de la hoja(cm), ancho de la hoja(cm), Numero de hojas/plantas, Numero de hojas cosechadas, y peso de la planta(gr) y rendimiento (Kg/ha). Los resultados concluyeron que: La piedra pómez fue el mejor sustrato para la producción de acelga, acorde con el análisis de rendimiento el sustrato de piedra pómez presento una producción de 135000 kg/ha.

Palabras claves: sustrato, fitohormona, solución nutritiva, ácidos húmicos

XIV.- RESUMEN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN (INGLES)
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA

RESPONSE OF THE CULTIVATION OF ACELGA (Beta vulgaris L.) UNDER DIFFERENT SUBSTRATES, USING HUMIC ACIDS AND FITORREGULATORS IN THE CANTON OF GUAYAQUIL

Autor: Madelaine Marcela Morocho Garcia

Tutor: Ing. Agr. Cristhian Andrés Encalada Sanmartín

ABSTRACT

The current research work was conducted during in the winter season of 2023, in Guayaquil canton. Five treatments were studied being the result of two substrates (sand + husk and pumice) with two solutions, a nutrient solution and a nutrient solution with humic acids and phytohormone (gibberellins), in addition to the control treatment irrigated with water, the vegetable was planted in containers covered with black plastic, a bifactorial 2x2+1 completely randomized block design with 3 replications was applied. The statistical calculation was made through the analysis of variance between the control and the factorials. As far as the comparison of means, Duncan was applied at 5% probability. The following variables were examined: plant height (cm), leaf length (cm), leaf width (cm), number of leaves per plant, number of harvested leaves, plant weight (g) and yield (kg/ha). To sum up: Pumice was the best substrate for chard production; according to the yield analysis, the pumice substrate yielded 135000 kg/ha.

Keywords: substrates, phytohormone, nutrient solution, humic acids.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN 1

1.1. El problema 2

1.1.1. Planteamiento del problema 2

1.2. Formulación del problema 2

1.3. Justificación e importancia 2

1.4. Objetivos 3

1.4.1. Objetivo general 3

1.4.2. Objetivos específicos 3

II. MARCO TEÓRICO 4

2.1. Hidroponía 4

2.2. Cultivos hidropónicos y el urbanismo 4

2.3. Taxonomía de la acelga 4

2.4. Origen 5

2.5. Descripción botánica 5

2.5.1. Sistema radicular: 5

2.5.2. Hojas: 5

2.5.3. Flores: 6

2.5.4. Fruto: 6

2.6. Variedades comerciales 6

2.7. Requerimientos edafoclimáticos 7

2.7.1. Humedad 7

2.7.2. Luminosidad 7

2.7.3. Temperatura 7
2.7.4. Suelos 7
2.7.5. Siembra 7
2.7.6. Siembra directa 8
2.7.7. Siembra indirecta 8
2.7.8. Aclareo 8
2.7.9. Malas hierbas 8
2.8. Sustratos 8
2.8.1. Tierra de sembrar 9
2.8.2. Arena 9
2.8.3. Piedra Pómez 9
2.8.4. Cascara de arroz 9
2.9. Ácidos húmicos 9
2.10. Fitohormonas 10
2.10.1. Giberelinas 10
2.11. Características que deben tener los sustratos 10
2.11.1. Las propiedades físicas 10
2.11.2. Las propiedades químicas 10
2.12. Las propiedades biológicas 11
2.12.1. Soluciones nutritivas 11
2.12.2. Ph de las soluciones 11
2.12.3. Conductividad eléctrica 11
2.12.4. Temperatura 11
2.12.5. Oxígeno disuelto 12

2.13. Plagas y enfermedades 12
2.14. Cosecha 13
2.15. Valor nutricional de la acelga 13
2.16. Uso de la acelga 13
2.17. Zonas de producción en Ecuador 13
2.18. Ciclo del cultivo 13
2.19. Hipótesis 14
2.20. Variables de Estudio 14
2.20.1. Variables Independientes 14
2.20.2. Variable Dependiente 14
III. MATERIALES Y MÉTODOS 15
3.1. Condiciones climáticas 15
3.2. Materiales 15
3.2.1. Utensilios 15
3.2.2. Herramientas 16
3.2.3. Servicios básicos 16
3.2.4. Equipos 16
3.2.5. Recursos humanos 16
3.3. Metodología 16
3.3.1. Modalidad y tipo de investigación 16
3.3.2. Factores de estudio 17
3.4. Solución nutritiva 18
3.5. Preparación de soluciones 18
3.5.1. Solución nutritiva con ácido húmico y fitorregulador 18

3.6. Tratamientos y diseño experimental 19
3.6.1. Descripción de los tratamientos 19
3.6.2. Detalle de aplicación de AH y FR 19
3.7. Análisis de varianza 20
3.8. Esquema de experimento 20
3.9. Manejo de experimento 21
3.9.1. Semillero 21
3.9.2. Preparación de solución nutritiva 21
3.9.3. Ph de las soluciones 21
3.9.4. Preparación de Sustratos 21
3.9.5. Llenado de cajas 22
3.9.6. Trasplante 22
3.9.7. Control de malezas 22
3.9.8. Control fitosanitario 22
3.9.9. Cosecha 22
3.9.10. Rendimiento 23
3.9.11. Análisis de costos 23
3.9.12. Variables experimentales 23
IV. RESULTADOS Y DISCUSION 24
4.1. Interacción 24
4.1.1. Altura de planta 24
4.1.2. Longitud de la hoja 25
4.1.3. Ancho de la hoja 26
4.1.4. No. de hojas/plantas 27

4.1.5. No. de hojas cosechadas 28
4.1.6. Peso de planta 29
4.1.7. Análisis de rendimiento 30
4.1.8. Análisis de costos 31
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 32
5.1. Conclusiones 32
5.2. Recomendaciones 32
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 33

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 variedades de acelgas 6

Tabla 2 plagas y enfermedades del cultivo 12

Tabla 3 soluciones nutritivas de 5 litros tipo A 18

Tabla 4 soluciones nutritivas de 2 litros tipo B 18

Tabla 5 soluciones nutritivas de 5 litros tipo C 18

Tabla 6 diseño de tratamientos con sus combinaciones 19

Tabla 7 diseño de tratamientos con sus dosis y combinaciones 19

Tabla 8 fuente de variación 20

Tabla 9 Análisis de rendimiento de acelga hidropónica en sustrato 30

Tabla 10 Análisis de costos en acelga hidropónica en sustrato 31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Altura de la planta (cm) de acelga (Beta vulgaris L.) en sustratos y soluciones nutritivas con ácidos húmicos y fitorreguladores**¡Error! Marcador no definido.**

Figura 2 Longitud de la hoja (cm) de acelga (Beta vulgaris L.) en sustratos y soluciones nutritivas con ácidos húmicos y fitorreguladores..... 26

Figura 3 Ancho de la hoja (cm) de acelga (Beta vulgaris L.) en sustratos y soluciones nutritivas con ácidos húmicos y fitorreguladores..... 27

Figura 4 Numero de hojas/plantas de acelga (Beta vulgaris L.) en sustratos y soluciones nutritivas con ácidos húmicos y fitorreguladores..... 28

Figura 5 Numero de hojas cosechadas de acelga (Beta vulgaris L.) en sustratos y soluciones nutritivas con ácidos húmicos y fitorreguladores..... 29

Figura 6 Peso de acelga (Beta vulgaris L.) en sustratos y soluciones nutritivas con ácidos húmicos y fitorreguladores..... 30

ÍNDICE DE TABLAS DE ANEXOS

Tabla A 1 Análisis de la varianza para la variable altura de la planta..... 40

Tabla A 2 Análisis de la varianza para la variable de longitud de la hoja..... 40

Tabla A 3 Análisis de la varianza para la variable de ancho de la hoja..... 40

Tabla A 4 Análisis de la varianza para la variable de ancho No. de hojas/plantas 41

Tabla A 5 Análisis de la varianza para la variable de No. de hojas cosechadas 41

Tabla A 6 Análisis de la varianza para la variable de peso de la planta (gr) 41

Tabla A 7 Análisis de la varianza para la variable de rendimiento kg/ha..... 42

ÍNDICE DE FIGURAS DE ANEXOS

Figura A 1 Acelga hidropónica en sustrato 43

Figura A 2 Medidor de ph 43

Figura A 3 Ácidos húmicos 44

Figura A 4 Fitorregulador (Giberelinas) 44

Figura A 5 Jabón Potásico y Aceite de neem 45

Figura A 6 Plántulas de acelga (*Beta vulgaris L*.) 45

Figura A 7 Vivero para acelga hidropónicas en sustratos 46

I. INTRODUCCIÓN

La acelga es una hortaliza con muchos beneficios nutricionales, es un alimento accesible a todas las personas y cubre las necesidades nutricionales. Además, contiene hierro, fibra y minerales adicionales. El aumento de la producción de hortalizas se debe a la creciente demanda de los consumidores en el mundo, por lo que los agricultores están ampliando el área de producción para satisfacer las necesidades de los consumidores. Pero la agricultura intensiva aumenta el riesgo en la producción, complicando el cuidado de los cultivos por la aparición de plagas y malas hierbas que conducen a bajos rendimientos, reducción de la calidad, debido al uso masivo de productos químicos. Actualmente, las hortalizas son tratadas principalmente con insumos químicos que afectan a la salud y al medio ambiente. Los países desarrollados se enfocan en productos orgánicos utilizando nuevas tecnologías (Chumbipuma Bustinza, 2019).

Los cultivos hortícolas no tradicionales, como la Acelga, que exclusivamente se siembra en la región interandina, por la preferencia de los consumidores y por las exigencias del mercado se han vuelto rentables, por esta razón es cultivada en las provincias de Manabí y Santa Elena con fines de abastecimiento comercial a supermercados de las ciudades de Manta, Portoviejo y Guayaquil, empleando un sin número de variedades por su 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 INIAP-Portoviejo. (Acosta, 2015)

1.1. El problema

1.1.1. Planteamiento del problema

La producción de hortalizas orgánicas en los huertos familiares son proyectos implementados por el gobierno o las organizaciones agrícolas que han trabajado en los últimos años en zonas urbanas del país, sin embargo, la producción de cultivos orgánicos no es suficiente en el campo porque no hay una mayor inversión y por eso estas hortalizas no tiene una mejor calidad. La hidroponía es un método que contribuye a la producción de estas especies con altos rendimientos, calidad y ganancias; La acelga es la hortaliza que mejor se adapta en cultivos hidropónicos preparados con soluciones nutritiva.

1.2. Formulación del problema

¿La aplicación de ácidos húmicos y fitorreguladores de crecimiento en solución nutritiva hidropónica contribuye a la obtención de cosechas de acelga más abundantes y de mayor calidad?

1.3. Justificación e importancia

La acelga es una de las verduras más importantes desde el punto de vista nutricional y crucial para la independencia y la seguridad alimentaria, una especie que se puede cultivar a nivel urbano mediante cultivos hidropónicos para crear productos mejores y más limpios, y es una estrategia de autoabastecimiento de alimentos hortícolas. En Ecuador, las provincias con mayores índices de pobreza en 2019 fueron Quito con un 11,2%, Machala con 10,3%, Guayaquil con el 8,9%, Ambato con 8,4% y Cuenca con un 4,3%. Estos indicadores nos animan a incentivar el uso de huertas hidropónicas de alto rendimiento para evitar la escasez de alimentos e incluso se puede vender parte de las verduras.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Innovar alternativas para la producción de hortalizas urbanas mediante el uso de la hidroponía, incorporando diversos aditivos orgánicos y reguladores de crecimiento.

1.4.2. Objetivos específicos

- Medir las características agronómicas por efecto de la aplicación de soluciones nutritivas.
- Conocer el mejor sustrato para la producción hidropónica de acelga.
- Realizar un análisis de rendimiento y costo de los tratamientos.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Hidroponía

La hidroponía procede del griego Hidro: agua y Ponos: labor es una técnica para el desarrollo del cultivo mediante agua y solución nutritiva. La hidroponía es un método que te permite cultivar plantas sin suelo (Medrano Elias, 2022). Es una herramienta para utilizar el agua de manera razonable en la estación seca aplicando sustancias nutritivas, fertilizantes y minerales. Disminuye la incidencia de enfermedades radiculares y uso de productos químicos, lo que permite producciones de buena calidad y sin residuos químicos (Villacrés Chávez, 2019).

2.2. Cultivos hidropónicos y el urbanismo

La hidroponía ha evolucionado al incluir zonas urbanas clave con espacio limitado (patios, balcones, etc.), para producir debido a las limitaciones de la tierra; el cultivo en poco tiempo se desarrolla, tienen excelente calidad y se mantiene frascos por más tiempo. El método hidropónico en la actualidad es utilizado con mayor frecuencia (Pacheco Chirinos, 2020).

Se describe como hidroponía a la técnica donde las raíces mantiene contacto directo con la solución nutritiva. El método puede utilizar cualquier tipo de recipiente esterilizado como: macetas, tachos, tubos de PVC enteros o partidos por la mitad, paneles de plástico, hasta invernaderos. (Medrano Elias, 2022)

2.3. Taxonomía de la acelga

Según la clasificación taxonómica es la siguiente:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida (dicotiledóneas)

Subclase: Caryophyllidae

Orden: Caryophyllales

Familia: Chenopodiaceae

Género: Beta

Nombre vulgar: Acelga.

Especie: *Beta vulgaris* (Sigcha Yanchaliquin, 2022)

2.4. Origen

La acelga *(Beta Vulgaris L)* es una especie procedente de Europa introducida en las Américas con los españoles y fue comerciada en el Mediterráneo oriental hace 2500 años. En las islas canarias se encontraron los primeros informes sobre esta hortaliza (Gamba et al., 2021).

2.5. Descripción botánica

La acelga es una hortaliza bianual que no forma raíces ni frutos comestibles. (infoagro, 2023)

2.5.1. Sistema radicular:

La raíz es larga y fibrosa (Chumbipuma Bustinza, 2019).

2.5.2. Hojas:

Las hojas de la acelga son grandes en forma de ovalo acorazonado, el peciolo es ancho y largo, de color verde oscuro o claro. Y el peciolo es de color crema o blanco (Alegría Tupa, 2022).

2.5.3. Flores:

Para que florezca, debe pasar por un tiempo determinado de bajas temperaturas. El pedúnculo alcanza una altura media de 1,20 m. La inflorescencia consiste en una panícula larga. Las flores son sésiles y hermafroditas y pueden aparecer solas o en conjuntos de dos o tres. El cáliz es verde, consta de 5 sépalos y 5 pétalos (Rodríguez Cagua, 2020).

2.5.4. Fruto:

Las semillas son pequeñas y están dentro del fruto, generalmente conocida como semilla (en realidad, es una fruta pequeña), que contiene de 3 a 4 semillas (Medrano Elias, 2022).

2.6. Variedades comerciales

Tabla 1 *variedades de acelgas*

Variedades de acelgas
Amarilla de Lyon
Verde con penca blanca bressane
Fordhook de procedencia Holandes.
Acelga cardo
Acelga de chile
Crespa
Lucullus gigante
Acelga rubia

(Héctor-Ardisana et al., 2020).

2.7. Requerimientos edafoclimáticos

2.7.1. Humedad

La acelga son plantas que necesitan agua, especialmente en la etapa de crecimiento. Durante este tiempo, el suelo debe mantenerse húmedo. Las acelgas que han sido podadas por la cosecha se tornan más resistentes a la sequía, aunque pierden calidad en sus hojas. Durante los períodos de calor, las plantas necesitan aún más humedad, pero sin realizar encharcamientos en los surcos porque esta será la entrada para la propagación de enfermedades (Albarracín Sánchez, 2020).

2.7.2. Luminosidad

No requiere de la luz directa, ya que es nocivo a niveles altos, sobre todo si va acompañado de altas temperaturas (Mzoughi et al., 2019).

2.7.3. Temperatura

En la etapa de germinación la temperatura optimas requerida es de 5ºC y en las siguientes etapas de crecimiento las temperaturas optimas que necesita son de 15 y 25º C (Tejada Abad, 2022).

2.7.4. Suelos

La acelga es un cultivo adaptable a distintos tipos de suelo los cuales pueden ser profundos, permeables y arcillosos, tolerantes a sales, cloruros y sulfatos, requieren un pH entre 5,5 y 8; No puede tolerar el suelo ácido (Lazo Mamani, 2019).

2.7.5. Siembra

Existen dos formas para cultivar la acelga de manera directa o por trasplante (Héctor-Ardisana et al., 2020).

2.7.6. Siembra directa

Consiste en colocar de 1 a 2 semillas en huecos pequeños y con distancia esto en el sitio de siembra ya determinado. Posteriormente se realiza el raleo de las plantas, para así garantizar su desarrollo (Gu et al., 2020).

2.7.7. Siembra indirecta

La siembra indirecta se realiza en los semilleros para obtener una mejor germinación. El traslado a campo se puede hacer cuando la planta tenga de 4 a 5 hojas (Albarracín Sánchez, 2020).

2.7.8. Aclareo

El aclareo se realiza con una tijera, no se debe arrancar las plantas de suelo debido a que puede dañar las otras plantas que quedan en el cultivo (Sigcha Yanchaliquin, 2022).

2.7.9. Malas hierbas

Es importante realizar un control de maleza para que el cultivo se desarrolle debidamente y nos permita obtener buenos rendimientos. Los arvenses son hierbas silvestres que compiten por nutrientes y luz solar impidiendo que el cultivo reciba los nutrientes y agua necesaria razón por la cual se debe realizar su debido control manualmente a tiempo (Baca Lujan, 2017).

2.8. Sustratos

El sustrato consiste en un material de procedencia sólida, natural, sintética o residuos, mineral u orgánica, que sea tierra, que, colocado en un recipiente, solo o en una mezcla, ayude al sistema radicular desarrollar, sustentando así la planta (Rodríguez Cagua, 2020).

2.8.1. Tierra de sembrar

Este tipo de suelo se caracteriza por sus partículas minerales y orgánicas que retienen el agua y su alto contenido de materia orgánica (Rodríguez Cagua, 2020).

2.8.2. Arena

La arena es el material más recomendado debido a su capacidad de retención de humedad, su disponibilidad y bajo costo. El tamaño del grano más adecuado está en el rango de 0,5 a 2 mm de diámetro. La arena debe de lavarse antes de utilizarla y el pH oscila entre 4 a 8 (Chumbipuma Bustinza, 2019).

2.8.3. Piedra Pómez

La piedra pómez es de origen volcánico, compuesta por sílice y alúmina con aproximadamente un 70% de (SiO^2) y un 13% de (Al^2O^2). En el sustrato, aumenta la oxigenación y el drenaje (Sigcha Yanchaliquin, 2022).

2.8.4. Cascara de arroz

La cascarilla de arroz tiene un alto contenido de sílice que lo vuelve excelente para las plantas debido a que las vuelve resistente al ataque de los insectos. La cascarilla es la parte que recubre el grano del arroz y su textura es leñosa ideal para usar como sustrato (Villacrés Chávez, 2019).

2.9. Ácidos húmicos

Los ácidos húmicos ayudan a mejorar la consistencia del suelo. Durante la humectación y la síntesis, los microorganismos forman nuevos compuestos químicos de alto peso molecular y color oscuro que forman parte del fitoplancton del suelo. El bioestimulante mejora la nutrición en las plantas además reduce el estrés provocado por deficiencias de nutrientes y agua (Baca Lujan, 2017).

Los ácidos húmicos son combinaciones heterogéneas de una o más sustancias orgánicas, macromoléculas de composición química más compleja, formadas durante la descomposición de residuos vegetales y animales se forman durante la oxidación enzimática de los microorganismos El "ácido húmico comercial" se extrae de la lignina-leonardita (un depósito blando similar carbón, que a menudo se encuentra junto) y la turba (Bautista Marca & Blanco Villacorta, 2018).

2.10. Fitohormonas

Las fitohormonas son sustancias orgánicas, no nutrientes, y cuando se usan en concentraciones pequeñas, las hormonas se producen naturalmente en los tejidos de las plantas y se transportan a otros tejidos que no las producen, donde se activan(Fuentes Cevallos, 2021).

2.10.1. Giberelinas

La giberelina es una hormona de crecimiento que promueve la división y elongación celular, promueve el desarrollo de hojas, frutos y tallos. La giberelina inhibe la floración en los árboles frutales, pero la estimula las plantas anuales. Además, estimula eficazmente la germinación de semillas (Herrera et al., 2021).

2.11. Características que deben tener los sustratos

2.11.1. Las propiedades físicas

Las propiedades físicas de un sustrato incluyen: porosidad, humedad del suelo, textura y densidad relativa, entre otras. El sustrato debe tener porosidad para que la raíz pueda desarrollarse con una oxigenación máxima del 12% (Condori Valeriano, 2020).

2.11.2. Las propiedades químicas

Entre las propiedades químicas del sustrato, las más destacadas son: rendimiento, capacidad de intercambio catiónico, pH, capacidad amortiguadora,

relación C/N. Mantener una buena fertilidad del suelo dependerá de la cantidad de nutrientes que contenga. Los principales nutrientes necesarios para el proceso de cultivo son nitrógeno, fósforo y potasio. Es importante señalar que la planta necesita un pH entre 5,5 y 6,5 ligeramente ácido (Dom&iacute et al., 2018).

2.12. Las propiedades biológicas

Las propiedades biológicas evalúan la estabilidad del material y la presencia de estimulantes o inhibidores del desarrollo vegetal (Betz Ordoñez, 2019).

2.12.1. Soluciones nutritivas

Una solución nutritiva es una mezcla de preparados que contienen elementos hidrosolubles necesarios para el desarrollo de las plantas. Para que sobrevivan las plantas requieren de nutrientes, tales como: los macroelementos (nitrógeno, fosforo, potasio, calcio, Magnesio) y los microelementos (cloro, boro, hierro, manganeso, zinc y molibdeno) (Villacrés Chávez, 2019).

2.12.2. Ph de las soluciones

El pH más adecuado para el medio está entre 5 y 6; en estas circunstancias, la sal se ioniza y/o se disuelve por completo), poniéndolo a disposición del cultivo (Villacrés Chávez, 2019).

2.12.3. Conductividad eléctrica

La conductividad eléctrica necesaria para la solución nutritiva, para el desarrollo normal de las plantas, esta entre 1,5 a 3,0 dS/m de EC (Jimenez-Peña et al., 2021).

2.12.4. Temperatura

La temperatura ambiente es necesaria para el crecimiento de plantas que no requieren suelo. No se recomienda regar en climas fríos debido a la reacción

negativa de la solución nutritiva a las plantas. Los estudios han demostrado que la temperatura adecuada promueve el crecimiento, la absorción de nutrientes, el aumento de la biomasa, la reducción del uso de agua y mayores rendimientos (Ushiña Simbaña, 2020).

2.12.5. Oxígeno disuelto

El oxígeno con agua contribuye a la disolución natural de las sales de nutrientes, el oxígeno interactúa con una temperatura no inferior a 22°C, ya que los procesos fisiológicos como la respiración pueden verse reducidos por las plantas, la capacidad de absorber nutrientes cambia de forma multivariante, disminuyendo el desarrollo (Ushiña Simbaña, 2020).

2.13. Plagas y enfermedades

Tabla 2 *plagas y enfermedades del cultivo*

Insectos Plaga	**Daño**	**Control**
Minadoras de la hoja *(Agromyza sp. Liriomyza sativae)*	Hojas más bajas de la planta	Insecticidas
Tijereta *(Forficula auricularia)*	Hojas	Labores culturales
Gusano alambre *(Agriotis lineatum)*	Raíces de las plantas	Insecticidas
Mosca de la remolacha *(Pegomia betae)*	Hojas (epidermis e interior de los tejidos del limbo)	Insecticidas
Pulgón *(Aphis faba Sop.)*	Envés de la hoja	Insecticidas
Hongos	**Daño**	**Control**
Mildiu de la remolacha *(Peronosporas chastii Fuck.)*	Cambio de color y deformación de las hojas	Pulverizaciones preventivas con Fungicidas
Sclerotinia *(Scleritinia libertiana)*	Podredumbre de la raíz	Fungicidas
Virus	**Daño**	**Control**
Mosaico de la Remolacha Amarilleo de la remolacha Virus I del pepino	Amarilleo, rizado y manchas de color verde pálido u oscuro de las hojas.	Variedades resistentes

(Rodríguez Cagua, 2020)

2.14. Cosecha

El tamaño de la hoja puede ser un indicador de cuando cosechar, el tiempo promedio para realizar el primer corte es entre los 50 y 60 días y después cada corte debe realizarse cada 15 a 20 días (Alegría Tupa, 2022).

2.15. Valor nutricional de la acelga

El cultivo de acelga es rico en vitamina A y contiene sodio natural y minerales de los cuales los que más destacan es el calcio, potasio, el magnesio, hierro y fosforo (Condori Valeriano, 2020).

2.16. Uso de la acelga

La acelga es un vegetal rico en minerales, vitaminas, fibra, ayuda a mejorar la vista y el estado de la piel, contribuye directamente a la salud humana. De la acelga se consumen las hojas de manera frescas o cocidas (en caldo o ensalada). En la antigüedad, la acelga se utilizaba como hipoglucemiante, antiinflamatorio y hepatoprotector. La acelga se puede cultivar durante todo el año debido a su adaptabilidad al clima (Alegría Tupa, 2022).

2.17. Zonas de producción en Ecuador

En el Ecuador las principales regiones productoras del cultivo de acelga son: Tungurahua, Pichincha, Imbabura, Cotopaxi, Chimborazo, Carchi, Azuay, Los Ríos y el Guayas. La acelga se puede cultivar en áreas pequeñas lo que la convierte en un cultivo rentable para los agricultores (Hidalgo et al., 2018).

2.18. Ciclo del cultivo

La acelga se puede cultivar en cualquier mes del año siempre que se rieguen, pero si se quiere una cosecha mayor se deben sembrar antes del invierno (Lazo Mamani, 2019).

2.19. Hipótesis

1. El cultivo de acelga (*Beta vulgaris L*.) presenta mejores características agronómicas mediante la aplicación de diferente sustrato con soluciones de ácidos húmicos y fitorreguladores.
2. El uso de fitorreguladores mejora las características agronómicas del cultivo de acelga (*Beta vulgaris* L.).
3. El uso de y ácidos húmicos mejorará las características agronómicas del cultivo de acelga (*Beta vulgaris* L.)

2.20. Variables de Estudio

2.20.1. Variables Independientes

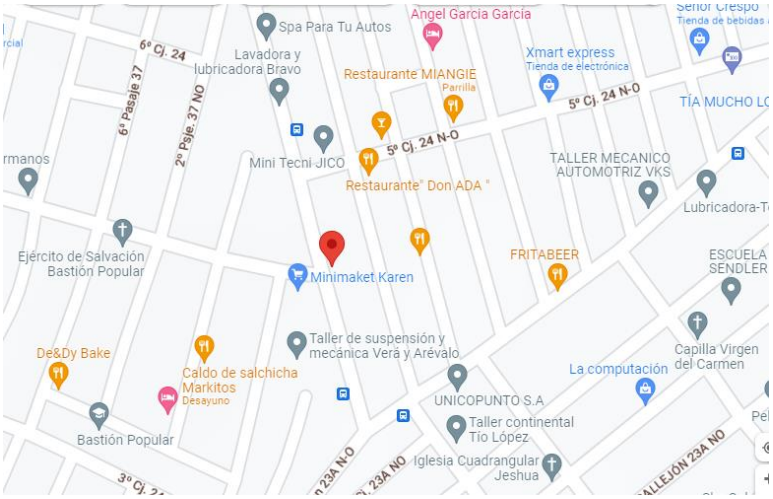
Dosis de diferente sustrato de ácidos húmicos y fitorreguladores.

2.20.2. Variable Dependiente

- Altura de planta (cm)
- Longitud de hoja
- Ancho de hoja
- No. de hojas/plantas
- No. de hojas cosechadas
- Peso de la planta

III. MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en época de invierno de 2023, en la avenida 37 NO Dr. Gustavo Cornejo Montalvo de Guayaquil, localizada geográficamente Longitud: -79.9204130, 2° 05′ 57.5″ Sur, 79° 55′ 13.5″ Oeste, con altitud 4 msnm.



Ubicación de experimento hidropónico

3.1. Condiciones climáticas

- Temperatura promedio: 25°C
- Pluviosidad promedio: 917 mm
- Humedad relativa: 83%
- Heliofania (Horas): 1979.5

3.2. Materiales

3.2.1. Utensilios

Bandeja germinadora, soluciones nutritivas, fitorregulador, ácido húmico, sustratos, plástico negro, sacos de arena, saco de tamo de arroz, saco de tierra de sembrar.

3.2.2. Herramientas

Serrucho, clavos, tablas de madera, tachuelas, plástico negro, bloques de piedra pómez

3.2.3. Servicios básicos

Agua potable

3.2.4. Equipos

Balanza, regadora, Ph metro, Cámara.

3.2.5. Recursos humanos

Estudiante y tutor.

3.3. Metodología

3.3.1. Modalidad y tipo de investigación

La metodología a emplear será experimental y consiste en plantar acelga en un sistema de cajones, éstos serán cubiertos por plástico negro en su interior se agregarán los sustratos inertes mayormente disponibles en los mercados.

La solución nutritiva se realizó en casa con los gramos correcto bajo supervisión de Ingeniero Eison Valdiezo, la misma consta de 3 soluciones madres.

Se construyó el vivero en un área de 6 m x 3 m, se utilizaron 12 metros de malla sarán para cubrir los tratamientos, se construyó 5 cajones con tablas de 100 cm x 100 cm que fueron cubiertas con plástico negro.

Las acelgas (*Beta vulgaris L*.) fueron germinadas durante cuatro semanas y se trasplantaron, alcanzando las 3 a 4 hojas verdaderas.

Se desinfecto la arena con agua y cloro (3ml x litro), la cascarilla estuvo remojada por una semana, después fue mezclada con arena, los bloques de

piedra pómez fueron triturados para llenar los cajones por último se utilizó tierra de sembrar.

Las características que se tomaron en cuenta para la elección de soluciones nutritivas fueron: Los macronutrientes o macroelemento que cumplen ciertas funciones en las plantas: carbono (C), hidrógeno (H), oxígeno (O), nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S). Microelementos, micronutrientes o elementos traza; hierro o fierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn), cobre (Cu), molibdeno (Mo) y boro (B). Se escogió estos fertilizantes que aportan gran relación para el desarrollo de la planta por otro lado, el carbono lo recoge de CO2 de aire, oxigeno e hidrogeno de agua. Las plantas fueron regadas con las soluciones durante 30 días una vez por día dependiendo los días de lluvia, al cosechar se recogió datos correspondientes como lo son: longitud de la planta, longitud de la hoja, anchura de la hoja, numero de la hoja y peso de la planta.

3.3.2. Factores de estudio

Fordhook giant: Es una variedad de acelga que se caracteriza por sus hojas grandes de color verde – amarillo, penca blanca, ancha, no es propensa a dar un tallo y madura a los 50 días, puede ser cosechada a la mitad del tiempo, se puede usar como hortaliza de hojas tiernas. (Magic Garden Seeds, 2021)

Fertilizantes: Nitrato de potasio, nitrato de amonio, fosfato monopotásico, sulfato de magnesio, quelato de hierro, fetrilon combi 1, nitrato de calcio, giberelinas, acido húmico. (Gonzalez Jimenez, 2022)

Sistema hidropónico: En sustrato

3.4. Solución nutritiva

5 litros de solución	
410 g Nitrato de potasio	KNO_3
280 g Nitrato de amonio	NH_4NO_3
155 g Fosfato mono potásico	KH_2PO_4

Tabla 3 *soluciones nutritivas de 5 litros tipo A*

2 litros de solución	
220g Sulfato de magnesio	$MgSO_4$
10g Quelato de hierro	$C_{18}H_{16}N_2O_6NaFe$
12g felitrom combi	Microelementos

Tabla 4 *soluciones nutritivas de 2 litros tipo B*

5 litros de solución	
262g Nitrato de calcio	$Ca\ (NO_3)_2$

Tabla 5 *soluciones nutritivas de 5 litros tipo C*

3.5. Preparación de soluciones

Se preparo cada solución madre en orden y con cada cantidad en litros y gramos solicitados, luego las soluciones madres A, B y C se agitan para preparar las soluciones nutritivas se añadió 5 ml por litro de la solución A, 3 ml de la solución B; y 5 ml por litro de la solución C.

3.5.1. Solución nutritiva con ácido húmico y fitorregulador

Se utilizo ácido húmico en los tratamientos T4 Y T5, añadiendo 2 cc por litro en la solución nutritiva.

Se utilizo giberelin al 10% se disolvió 15 gr por litro, añadiendo 2 cc por litro en los tratamientos T4 y T5.

3.6. Tratamientos y diseño experimental

La investigación fue realizada con el diseño estadístico de bloques completamente al azar bifactorial 2x2+1 con cinco tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos usados en la presente investigación fueron resultados dos soluciones nutritivas, las mismas soluciones nutritivas con ácido húmico y fitorregulador por dos sustratos.

3.6.1. Descripción de los tratamientos

Tabla 6 *diseño de tratamientos con sus combinaciones*

NO. TRATAMIENTO	SOLUCION	SUSTRATO	COMBINACION
1			
2	solución nutritiva	Arena + cascarilla	SN1 - S1
3	solución nutritiva	Piedra pómez	SN1 - S2
4	Solución nutritiva + ácido húmico + fitorregulador	Arena + cascarilla	SN2 - S1
5	Solución nutritiva + ácido húmico + fitorregulador	Piedra pómez	SN2 - S2

Elaboración: Autor

3.6.2. Detalle de aplicación de AH y FR

Tabla 7 *diseño de tratamientos con sus dosis y combinaciones*

NO. TRATAMIENTO	SOLUCION	SUSTRATO	Dosis (cc/L) AH y FR	COMBINACION
1				
2	solución nutritiva	Arena + cascarilla		SN1 - S1
3	solución nutritiva	Piedra Pómez		SN1 - S2
4	Solución nutritiva + ácido húmico + fitorregulador	Arena + cascarilla	0.2	SN2 - S1
5	Solución nutritiva + ácido húmico + fitorregulador	Piedra Pómez	0.2	SN2 - S2

Elaboración: Autor

3.7. Análisis de varianza

En la comparación de medias se realizará mediante la prueba la prueba de Ducan (0.05).

Cuadro 6: Fuente de variación y grados de libertad

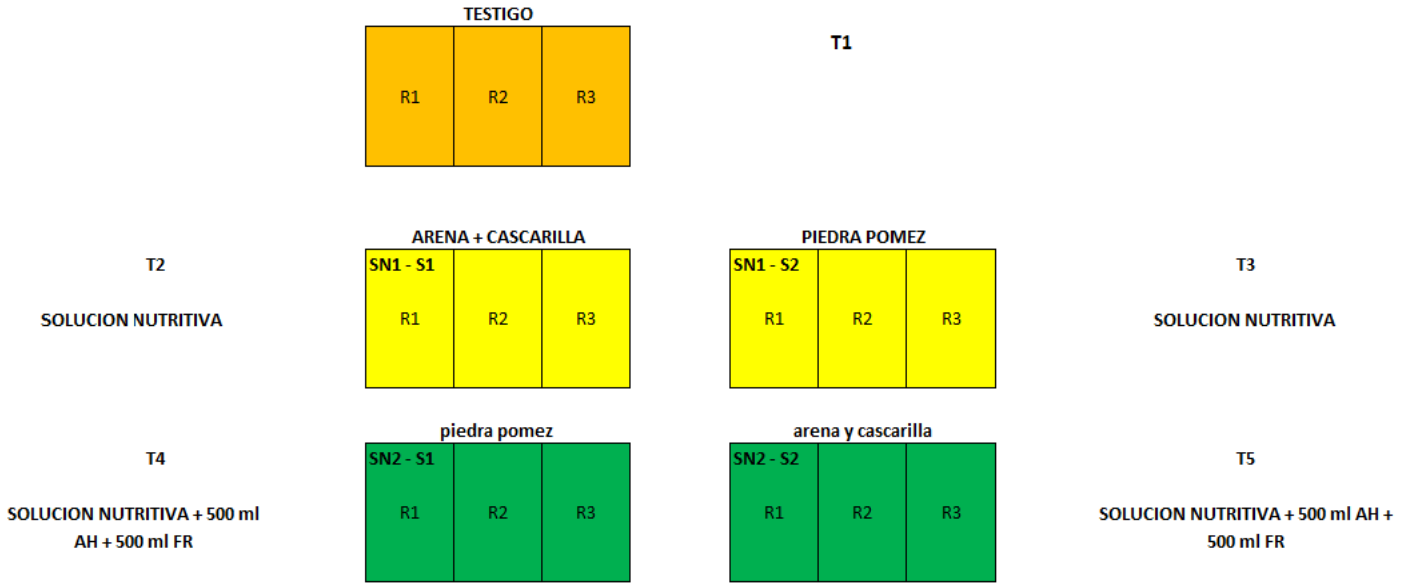
Tabla 8 *fuente de variación*

Fuente de variación		Grados de libertad
Tratamientos	t-1	4
Soluciones	S - 1(2-1)	1
Sustrato	s - 1 (2-1)	1
Sn x S	Sn - s (2-1)	1
Factorial vs testigo		1
Error experimental	t(r-1) s (2)	10
Total		14

Elaboración: Autor

3.8. Esquema de experimento

- ✓ Numero de repeticiones: 3
- ✓ Numero de tratamiento: 5
- ✓ Numero de cajas: 5
- ✓ Largo de caja: 1 m
- ✓ Ancho de caja: 1 m
- ✓ Distancia entre plantas: 20 cm
- ✓ Distancia entre hilera: 20 cm
- ✓ Profundidad: 20 cm
- ✓ Área total de experimento: 3m x 6m



Distribucion de los tratamientos (*Beta vulgaris L.*)

3.9. Manejo de experimento

3.9.1. Semillero

Las semillas de acelga se pusieron a germinar en bandejas germinadoras de 150 cavidades el 20 de noviembre de 2022 con humus, en cada cavidad se colocaron 1 semilla a profundidad de 3 mm y cubiertas con el mismo sustrato.

3.9.2. Preparación de solución nutritiva

Se preparo dos soluciones nutritivas, la primera solución con fertilizantes antes mencionados y la segunda solución con ácido húmico y fitorregulador.

3.9.3. Ph de las soluciones

Esta labor se realizó antes de regar las acelgas y al finalizar el riego.

3.9.4. Preparación de Sustratos

El sustrato de testigo está conformado con una mezcla de hojarasca, arena de rio, humus, tamo de arroz y limo.

El sustrato de tratamiento 2 y 4 se realizó con una mezcla de 60% cascarilla de arroz y 40% de arena de rio.

El sustrato de tratamiento 3 y 5 se usaron bloques de piedra pómez triturados.

3.9.5. Llenado de cajas

Las cajas fueron cubiertas con plástico negro luego se abasteció los sustratos según su tratamiento que correspondiente (20 cm de profundidad y 100 cm de ancho).

3.9.6. Trasplante

El 21 de diciembre de 2022, cuando las plántulas tuvieron 15 días en el semillero, se procedió a realizar el trasplante con previo riego de 24 horas para preparar el sustrato con buena humedad, se realizó de manera manual se depositó la acelga con una distancia de 20 cm x 20 cm.

3.9.7. Control de malezas

Se controlo de manera manual las malezas desde el inicio de trasplante y durante el ciclo del cultivo de acuerdo a la presencia de las misma.

3.9.8. Control fitosanitario

El control fitosanitario fue orgánico utilizando aceite de neem y jabón potásico, 3 ml por litro, se fumigo una vez cada 15 días para prevención.

3.9.9. Cosecha

Esta labor se realizó de manera manual cuando las hojas de las plantas obtuvieron un color verde brilloso, a los 45 días después de la siembra.

3.9.10. Rendimiento

Esta labor se tomó a los 45 días, se contaron las hojas y de acuerdo con el peso obtenidos los datos fueron transformados a kilogramos por hectárea.

3.9.11. Análisis de costos

Se procede a calcular los costos de los materiales, la mano de obra, insumos y sustrato para conocer el precio de la inversión por tratamiento.

3.9.12. Variables experimentales

La recolección de datos se tomó al final del ciclo del cultivo, a los 45 días después de la siembra.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

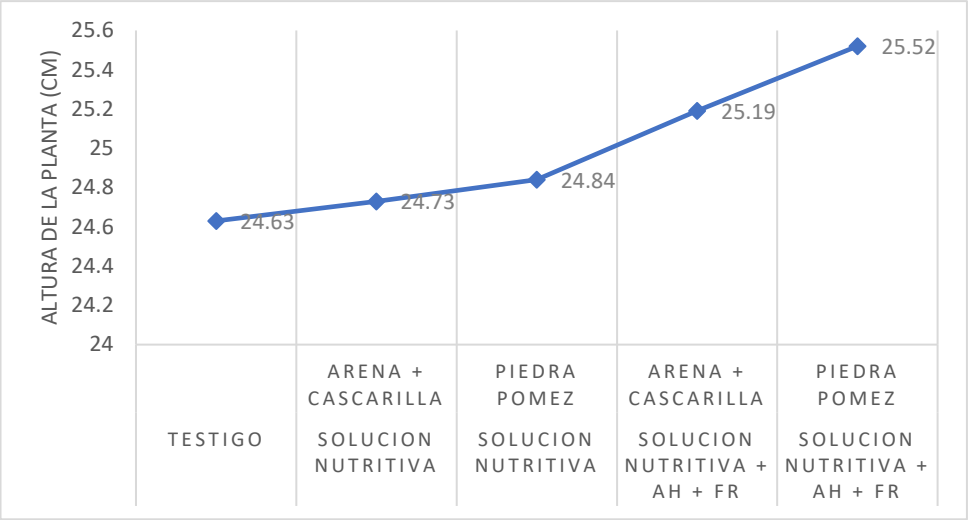
4.1. Interacción

4.1.1. Altura de planta

Para esta variable el análisis de la varianza, se determinó que no existe diferencias significativas para los tratamientos de solución y sustrato, con respecto al tratamiento testigo existe diferencia altamente significativa. El coeficiente de variación tuvo un promedio de 0.35%.

En la variable altura de planta, analizo la interacción entre los sustratos y las soluciones, mostrando los valores más altos se reportaron en la solución nutritiva con ácidos húmicos y fitorregulador en el sustrato de piedra pómez con 25.52 cm en acelga, por otro lado, el tratamiento de testigo las acelgas presentaron un déficit nutricional debido a que solo se aplicó agua y por esta razón tiene el valor más bajo en altura.

Según estudios realizados por (Arias Medina, 2018), mencionó que obtuvo un valor de 21.45 cm utilizando 500 L de bioestimulante por hectárea, donde mencionó que el bioestimulante a base de ácidos húmicos mantiene una buena relación con el crecimiento y desarrollo, favoreciendo la fotosíntesis celular y la absorción de azúcar, y también aumentan el contenido de vitaminas.



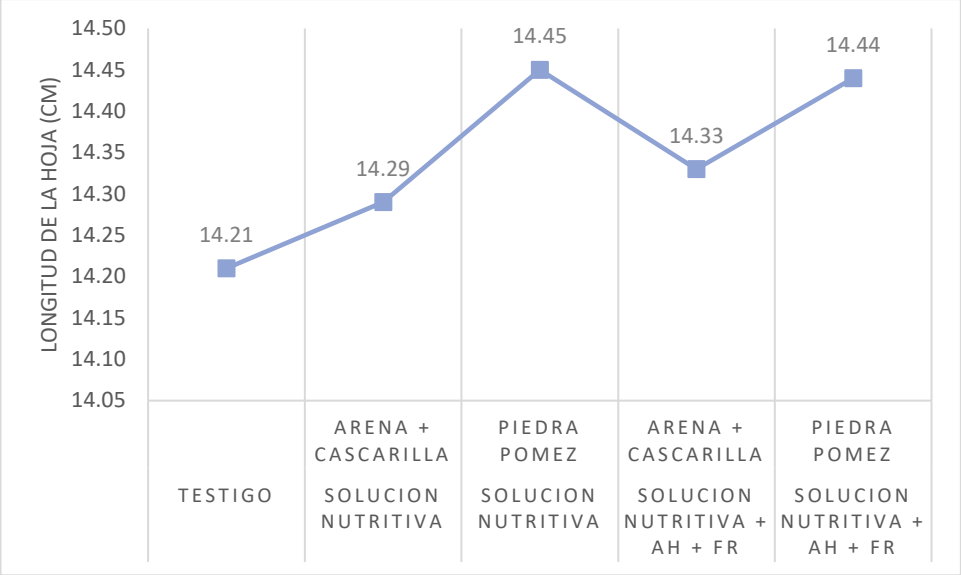
Elaboración: Autor

4.1.2. Longitud de la hoja

Según el análisis de la varianza se determinó que, entre los tratamientos que tuvieron solución y sustratos no presentaron diferencias estadísticas, mientras que entre soluciones y sustratos y el tratamiento de testigo existe diferencias altamente significativas. El coeficiente de variación es de 0.25 %

Se determinó que la variable longitud de hoja obtuvo mejores resultados con la solución nutritiva en sustrato piedra pómez con un valor de 14.45 cm, por otro lado, el tratamiento de testigo de acelgas presentó deficiencia nutricional debido a que solo se le aplico agua y por esta razón tiene el valor más bajo en la longitud de hoja.

Por otro lado (Baca Lujan, 2017), obtuvo 10,82 cm de longitud de hoja, en este caso al aplicar ácidos Húmicos (AH) y ácidos fúlvicos (AF), el cual menciona el autor que los AH Y AF, cumplen un papel importante en la absorción y quelatación, debido a que impide la perdida de elementos por precipitación y su disponibilidad para las plantas.



Elaboración: Autor

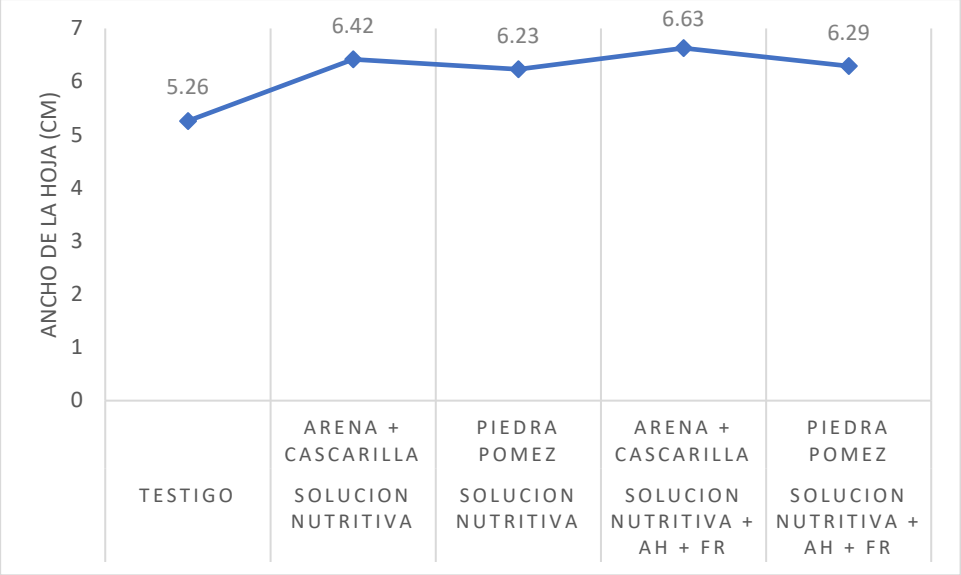
Figura 1 *Longitud de la hoja (cm) de acelga (Beta vulgaris L.) en sustratos y soluciones nutritivas con ácidos húmicos y fitorreguladores*

4.1.3. Ancho de la hoja

El análisis de la varianza describe que, entre los tratamientos que contienen solución y sustratos no presentan diferencias estadísticas, mientras que entre soluciones y sustratos y el tratamiento de testigo existen diferencias altamente significativas. El coeficiente de variación es de 1.62%

En la variable ancho de la hoja, se demostró que, en la solución nutritiva con ácidos húmicos y fitorregulador en el sustrato de arena y cascarilla, se obtuvo un valor alto de 6.63 cm, sin embargo, en el tratamiento de testigo de acelgas se obtuvo el valor más bajo y presenta una deficiencia nutricional debido a que solo se aplicó agua.

De acuerdo con un estudio de (Sigcha Yanchaliquin, 2022) que señala que, en términos de ancho de hoja, logró excelentes resultados al usar extracto de algas fosforado 5cc/L de agua con 6.97cm, resultados similares con este proyecto.



Elaboración: Autor

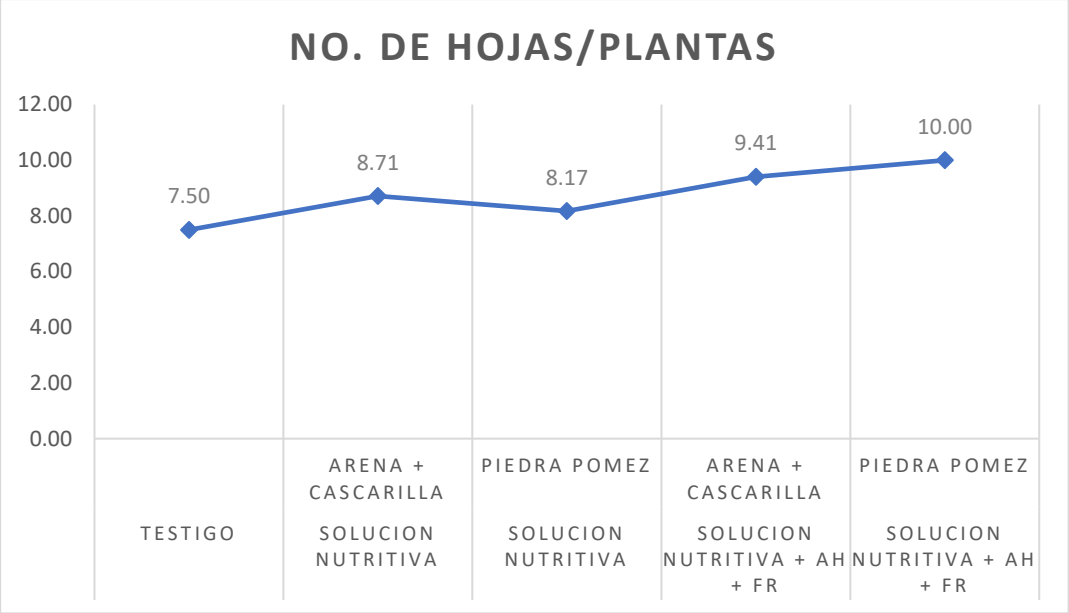
Figura 2 *Ancho de la hoja (cm) de acelga (Beta vulgaris L.) en sustratos y soluciones nutritivas con ácidos húmicos y fitorreguladores*

4.1.4. No. de hojas/plantas

Para esta característica, en el análisis de varianza se demostró que, entre solución y sustrato no existe diferencias significativas, por otro lado, en soluciones y sustratos y el tratamiento de testigo existen diferencias altamente significativas. El coeficiente de variación es de 2.96%

En la variable número de hojas/plantas se reportó en la solución nutritiva con ácido húmicos y fitorregulador en el sustrato de piedra pómez con 10 hojas y en el tratamiento de testigo de acelgas se mostró 7.50 hojas presentaron una deficiencia nutricional debido a que solo se usó agua.

Un estudio de (González Kuba, 2020) reportó que consiguió resultados similares, donde el uso del bioestimulador FitoMas-E resultó en números de plantas entre 8.07 y 10,5.



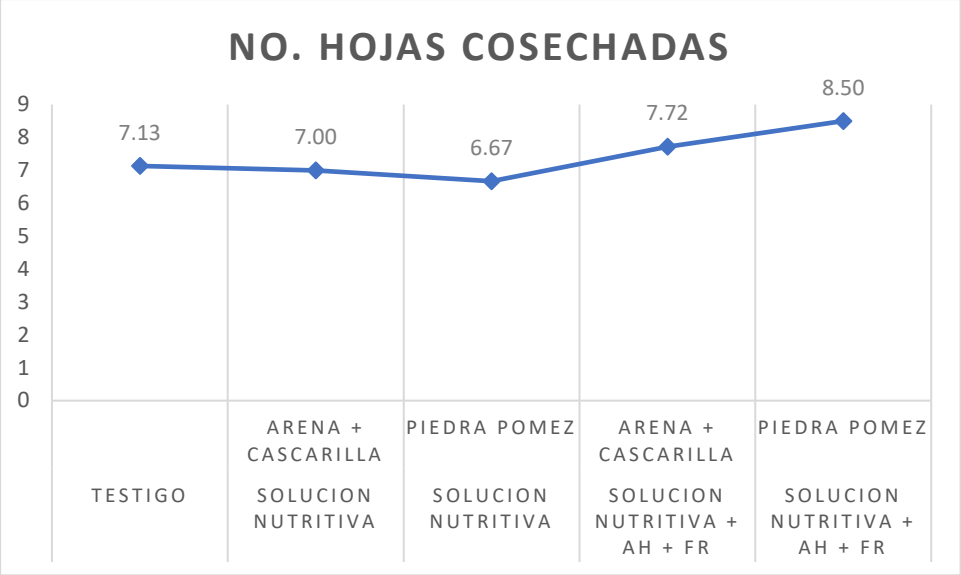
Elaboración: Autor

Figura 3 *Numero de hojas/plantas de acelga (Beta vulgaris L.) en sustratos y soluciones nutritivas con ácidos húmicos y fitorreguladores*

4.1.5. No. de hojas cosechadas

En esta variable, se identificó que no existen diferencias significativas estadísticas entre la solución y sustrato, sin embargo, entre la solución y sustrato y el tratamiento de testigo existe diferencias estadísticas significativas. El coeficiente de variación en esta variable fue de 2.8%

El mayor número de hojas cosechadas de acelgas se obtuvo de la solución nutritiva con ácidos húmicos en el sustrato de piedra pómez con 8.50 hojas, por otro lado, el tratamiento de testigo de acelga demostró un valor de 7.13 hojas. Según la investigación realizada (Tejada Abad, 2022), informó que, al utilizar fertilizantes orgánicos, especialmente los que contienen el elemento nitrógeno, obtuvo hasta 10,43 hojas cosechadas.



Elaboración: Autor

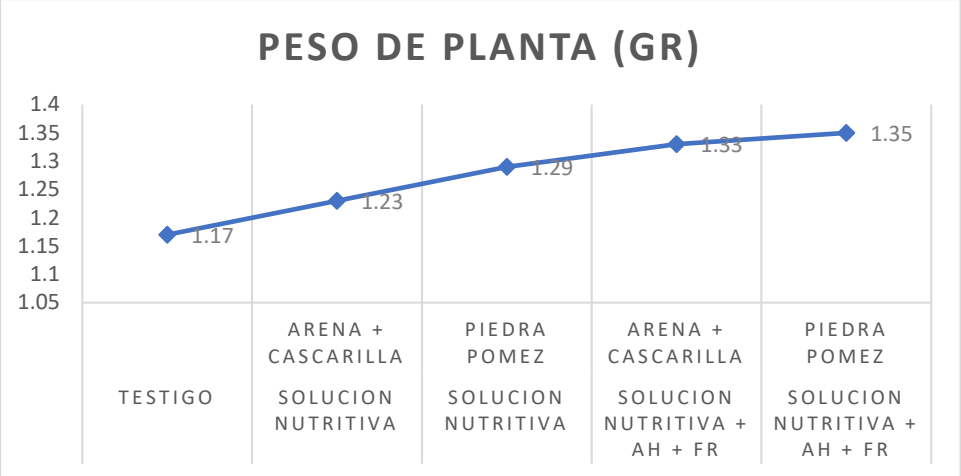
Figura 4 *Numero de hojas cosechadas de acelga (Beta vulgaris L.) en sustratos y soluciones nutritivas con ácidos húmicos y fitorreguladores*

4.1.6. Peso de planta

El análisis estadístico determino que no existe diferencias estadísticas entre las soluciones y sustratos, pero si hay diferencias estadísticas altamente significativas entre las soluciones y sustratos con el tratamiento de testigo. El coeficiente de variación en esta variable es de 2.09%

En la variable de peso de planta, se analizó el valor más alto, se demostró en la solución nutritiva con ácidos húmicos y fitorreguladores en el sustrato de piedra pómez con 1.35 gr, mientras el valor más bajo se mostró en el tratamiento de testigo, debido a que solo se aplicó agua.

(Sigcha Yanchaliquin, 2022) aportando 826,14 g por planta con extracto de algas fosforado 5 cc/L de agua, mencionando que los bioestimulantes son una alternativa a estos métodos ya que son microorganismos o producto benéfico para la planta.



Elaboración: Autor

Figura 5 *Peso de acelga (*Beta vulgaris L.*) en sustratos y soluciones nutritivas con ácidos húmicos y fitorreguladores*

4.1.7. Análisis de rendimiento

Tabla 9 Análisis de rendimiento de acelga hidropónica en sustrato

Tratamientos	Kg	Rendimiento kg/ha
T1(Testigo)	11.17	111700
T2	12.30	123000
T3	12.90	129000
T4	13.30	133000
T5	13.50	135000

El mejor tratamiento en acelga hidropónica fue en el tratamiento 5, en el cual se usó la solución con ácidos húmicos y fitorreguladores en el sustrato de piedra pómez dando 135000kg/ha, por otro lado, el tratamiento con el menor rendimiento fue de testigo que solo se usó agua dando 111700kg/ha, explicando que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos estudiados.

4.1.8. Análisis de costos

Se tomó en consideración los precios de cada uno de los materiales y sustrato con mano de obra para el desarrollo del trabajo de campo, se observa que el tratamiento 5 tiene el mayor costo de inversión con 159.98 U.S.D con una producción de 135000 kg/ha.

Tabla 10 Análisis de costos en acelga hidropónica en sustrato

	T1 (Testigo)	T2	T3	T4	T5
Semilla	$16.00	$16.00	$16.00	$16.00	$16.00
Mano de obra	$40.00	$40.00	$40.00	$40.00	$40.00
Vivero	$68.65	$68.65	$68.65	$68.65	$68.65
Sustrato	$6.00	$3.50	$4.24	$3.50	$4.24
Insecticida	$0.00	$4.84	$4.84	$4.84	$4.84
Fertilizantes	$0.00	$6.00	$6.00	$6.00	$6.00
Ácidos húmicos	$0.00	$0.00	$0.00	$11.50	$11.50
Fitohormona	$0.00	$0.00	$0.00	$3.75	$3.75
Cosecha	$5.00	$5.00	$5.00	$5.00	$5.00
Total	$135.65	$143.99	$144.73	$159.24	$159.98
PRODUCCION Kg	11.17	12.30	12.90	13.30	13.35
PRODUCCION kg/ha	111700	123000	129000	133000	135000

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Según los datos recogidos durante la investigación se puede concluir que:

De acuerdo a las características agronómicas por el uso de fitohormonas y ácidos húmicos se demostró que el mejor tratamiento T5 para la variable altura de la planta fue la solución nutritiva con ácidos húmicos y fitorregulador en el sustrato de piedra pómez.

En el tratamiento 4 se obtuvo un mayor resultado para el ancho de la hoja con 6.63 cm donde se usó la solución nutritiva con ácidos húmicos y fitorreguladores con el sustrato de arena y cascarilla.

Se conoció que el mejor sustrato para elaborar este experimento fue en piedra pómez, en el tratamiento 3 la variable de longitud de la hoja obtuvo el valor 14.45 cm, en el tratamiento 5, con las variables hojas por planta, hojas cosechadas y peso de la planta, se obtuvo 10 hojas por planta, 8.50 hojas cosechadas y un mayor peso de la planta en gramos.

De acuerdo al análisis de costos, el tratamiento 5 obtuvo una inversión 159.98 y presento una producción de 135000 kg/ha.

5.2. Recomendaciones

- Utilizar sustrato de piedra pómez para incrementar el rendimiento.
- Aplicar diferentes bioestimulantes a base de ácidos húmicos con diferentes dosis.
- Hacer combinación de micorrizas + bioestimulantes para obtener otros resultados en el cultivo de acelga.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Albarracín Sánchez, D. M. (2020). Elaboración de biocompostaje y su influencia en cultivos de Lactuca sativa L (Lechuga), Beta vulgaris variedad cicla (Acelga) y Apium graveolens var. Dulce (Apio España). http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/handle/20.500.12744/2885

Alegría Tupa, J. D. (2022). Efecto de Abonos Orgánicos en el Rendimiento del Cultivo de Acelga (Beta vulgaris l.) en Moyocorral—Abancay – 2019. https://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/374

Arias Medina, E. A. (2018). Efecto de cuatro entomopatógenos en el control in vitro del escarabajo defoliador (Disonycha sp.) en el cultivo de arándano (Vaccinium corymbosum L.). Universidad Nacional de Cajamarca. https://doi.org/10/A72-t

Baca Lujan, E. E. (2017). Influencia de los ácidos húmicos y fúlvicos en el crecimiento y desarrollo en betarraga (Beta vulgaris L.) en condiciones de invernadero.

Bautista Marca, R. L., & Blanco Villacorta, M. W. (Asesor). (2018). Efecto de te de humus de lombriz en el cultivo de espinaca (Spinacea oleracea L.) variedad viroflay a diferente frecuencia de aplicacion en Cota Cota La Paz [Thesis]. http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/15473

Betz Ordoñez, M. C. (2019). Evaluación de sustratos para la producción de acelga (Beta vulgaris var. Cicla L.) mediante técnicas organopónicas

urbanas en la escuela taller municipal, ciudad de Guatemala, Guatemala, C.A. [Other, Universidad de San Carlos de Guatemala]. http://www.repositorio.usac.edu.gt/12072/

Chumbipuma Bustinza, J. L. (2019). Densidad de siembra y abonos foliares en la producción orgánica de acelga (Beta vulgaris L. var. Cicla) en La Molina. http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/3961

Condori Valeriano, W. V. (2020). Efecto de cuatro sustratos con dos abonos foliares en rosa verde (Echeveria agavoides Lemaire), en condiciones controladas [Thesis]. http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/25510

Dom&iacute, M. I., nguez-Gamas, Palma-L&oacute, D. J., pez, Salgado-Garc&iacute, S., a, Obrador-Ol&aacute, J.j, N., Ru&iacute, O., & z-Rosado. (2018, diciembre 1). EVALUACION DE SUSTRATOS ORGANICOS PARA LA PRODUCCION DE PLANTULAS DE CANA DE AZUCAR. AGROProductividad. https://link.galegroup.com/apps/doc/A573558312/IFME?sid=lms

Fuentes Cevallos, B. A. (2021). Efecto de fitohormonas enraizantes en plántulas de balsa (Ochroma pyramidale) bajo condiciones de vivero [BachelorThesis, Facultad de Ciencias Agrarias Universidad de Guayaquil]. http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/56313

Gamba, M., Raguindin, P. F., Asllanaj, E., Merlo, F., Glisic, M., Minder, B., Bussler, W., Metzger, B., Kern, H., & Muka, T. (2021). Bioactive

compounds and nutritional composition of Swiss chard (Beta vulgaris L. var. cicla and flavescens): A systematic review. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 61(20), 3465-3480. https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1799326

González Cuba, M. (2020). Evaluación del efecto de diferentes dosis de aplicación del bioestimulante FitoMas-E en el cultivo de Acelga (Beta Vulgaris L), en áreas de una finca perteneciente a la CCS Sabino Pupo [BachelorThesis, Universidad de Holguín, Facultad de Ciencias Naturales y Agropecuarias, Departamento de Ciencias Agropecuarias]. http://repositorio.uho.edu.cu/xmlui/handle/uho/8569

Gu, P., Zhang, Y., Xie, H., Wei, J., Zhang, X., Huang, X., Wang, J., & Lou, X. (2020). Effect of cornstalk biochar on phytoremediation of Cd-contaminated soil by Beta vulgaris var. Cicla L. Ecotoxicology and Environmental Safety, 205, 111144. https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.111144

Héctor-Ardisana, E., Torres-García, A., Fosado-Téllez, O., Peñarrieta-Bravo, S., Solórzano-Bravo, J., Jarre-Mendoza, V., Medranda-Vera, F., Montoya-Bazán, J., Héctor-Ardisana, E., Torres-García, A., Fosado-Téllez, O., Peñarrieta-Bravo, S., Solórzano-Bravo, J., Jarre-Mendoza, V., Medranda-Vera, F., & Montoya-Bazán, J. (2020). Influencia de bioestimulantes sobre el crecimiento y el rendimiento de cultivos de ciclo corto en Manabí, Ecuador. Cultivos Tropicales, 41(4).

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0258-59362020000400002&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Herrera, L. D. P., Medina, D. P., & Penna, D. K. Q. (2021). Efecto de la aplicación de la hormona Giberelina en el crecimiento y desarrollo del cultivo de Maracuyá (Passiflora edulis) establecido en la vereda Fátima del municipio de La Plata, Huila. Ingeniería y Región, 25, 75-81. https://doi.org/10.25054/22161325.2776

Hidalgo, G., Heredia, S., & Yanez, P. (2018). Estudio de aceptabilidad de acelgas rojas y amarillas (Beta vulgaris variedad cicla) en preparaciones de autor en Ecuador. Espí-ritu Emprendedor TES, 2(1), Art. 1. https://doi.org/10.33970/eetes.v2.n1.2018.37

Jimenez-Peña, N., Volke-Haller, V. H., & Pedraza-Santos, M. E. (2021). SUSTRATO EN SOLUCIONES NUTRITIVAS: CAMBIOS EN PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DURANTE EL DESARROLLO DE Paphiopedilum insigne (WALL. EX LINDL.) PFITZER Y Laelia autumnalis (LEX.) LINDL. (ORCHIDIACEAE). Acta Agrícola y Pecuaria, 7(1), Art. 1. http://aap.uaem.mx/index.php/aap/article/view/159

Lazo Mamani, H. (2019). Producción de dos variedades del cultivo de acelga (Beta vulgaris var. Cilcla L.) bajo la aplicación de tres niveles de compost en ambiente atemperado en Centro Experimental Cota Cota [Thesis]. http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/23812

Macias, C., & Andres, W. (2022). Efecto de soluciones nutritivas en la producción hidropónica bajo el sistema vertical nft en el cultivo de lechuga (Lactuca sativa L.) En el Cantón Milagro [BachelorThesis, UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL - FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS]. http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/63668

Mzoughi, Z., Chahdoura, H., Chakroun, Y., Cámara, M., Fernández-Ruiz, V., Morales, P., Mosbah, H., Flamini, G., Snoussi, M., & Majdoub, H. (2019). Wild edible Swiss chard leaves (Beta vulgaris L. var. cicla): Nutritional, phytochemical composition and biological activities. Food Research International, 119, 612-621. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.10.039

Pacheco Chirinos, B. E. (2020). Efecto de la frecuencia de irrigación hidropónica NFT en dos variedades de acelga (Beta vulgaris var. Cicla L.) en el Centro Experimental de Cota Cota [Thesis]. http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/25753

Rodríguez Cagua, E. N. (2020). Comportamiento agronómico de la Acelga (Beta Vulgaris L.) a la aplicación de Azolla y Anabaena más Microorganismos de Montaña Activados (MICROORGANISMOS DE MONTAÑA ACTIVADOS), en Ricaurte Provincia de los Ríos [BachelorThesis, BABAHOYO:UTB,2020]. http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/8205

Sigcha Yanchaliquin, G. R. (2022). Efecto de la incorporación de abonos orgánicos foliares y edáficos en diferentes dosis en el cultivo de acelga

(Beta vulgaris) [BachelorThesis, Ecuador : La Mana : Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)]. http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/8568

Tejada Abad, K. J. (2022). Producción de Lechuga (Lactuca sativa L.) y Acelga (Beta vulgaris L. var. Cicla) bajo un sistema de jardines verticales. http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/5508

Ushiña Simbaña, C. F. (2020). Evaluación del contenido de minerales en lechuga (Lactuca sativa var. Crispa) crecidas en diferentes soluciones nutritivas de un cultivo hidropónico [BachelorThesis]. http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/18974

Villacrés Chávez, H. I. (2019). Evaluación de tres soluciones nutritivas en la producción de acelga (Beta vulgaris L.) Var Fordhook Giant, en hidroponía a raíz flotante en invernadero. [BachelorThesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/10733

Acosta, F. (2015). *repositorio.ug.edu.ec.* Obtenido de repositorio.ug.edu.ec: http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/8647/1/Acosta%20Proa%c3%b1o%20Felix%20Enrique.pdf

Gonzalez Jimenez, A. (2022). *Repositorio institucional de la Universidad de guayaquil.* Obtenido de Repositorio institucional de la Universidad de guayaquil:

file:///C:/Users/madelen/Downloads/PROYECTO%20DE%20TITULACIO%CC%81N%20ANA%20GONZA%CC%81LEZ%20JIM%C3%89NEZ.pdf

infoagro. (03 de 2023). *infoagro.com*. Obtenido de infoagro.com: https://www.infoagro.com/hortalizas/acelga.htm

Magic Garden Seeds. (2021). *Magicgardenseeds.es*. Obtenido de Magicgardenseeds.es: https://www.magicgardenseeds.es/Es-bueno-saber.../Acelga-'Fordhook-Giant'-(Beta-vulgaris)-A.1118-

Medrano Elias, R. C. (2022). *repositorio institucional unheval .* Obtenido de repositorio institucional unheval : file:///C:/Users/madelen/Downloads/TAG00966M36.pdf

ANEXOS

Tabla A 1 Análisis de la varianza para la variable altura de la planta

Fuente de variación	gl	CM	F	p-valor
SOLUCION	1	0.98	1.81	0.4065 n.s
SUSTRATO	1	0.13	0.24	0.7096 n.s
SOLUCION VS SUSTRATO	1	0.04	0.07	0.8308 n.s
FACTORIAL VS TESTIGO	1	0.54	70.13	<0,0001**
Error	10	0.01		
Total	14			

Coeficiente de variación= 0.35
**= altamente significativo
ns= no significativo
Efectuada la prueba de Duncan a 5% en la variable altura de la planta

Tabla A 2 Análisis de la varianza para la variable de longitud de la hoja

Fuente de variación	gl	CM	F	p-valor
SOLUCION	1	0.00083	0.00	0.9751 n.s
SUSTRATO	1	0.06	0.11	0.7952 n.s
SOLUCION VS SUSTRATO	1	0.0021	0.00	0.9604 n.s
FACTORIAL VS TESTIGO	1	0.07	56.93	<0,0001 **
Error	10	0.0013		
Total	14			

Coeficiente de variación= 0.25
**= altamente significativo
ns= no significativo
Efectuada la prueba de Duncan a 5% en la variable de longitud de la hoja

Tabla A 3 Análisis de la varianza para la variable de ancho de la hoja

Fuente de variación	gl	CM	F	p-valor
SOLUCION	1	0.06	0.11	0.7952 n.s
SUSTRATO	1	0.21	0.39	0.6450 n.s
SOLUCION VS SUSTRATO	1	0.02	0.04	0.8790 n.s
FACTORIAL VS TESTIGO	1	3.08	307.04	<0,0001 **
Error	10	0.01		
Total	14			

Coeficiente de variación= 1.62
**= altamente significativo
ns= no significativo
Efectuada la prueba de Duncan al 5% en la variable de ancho de la hoja

Tabla A 4 Análisis de la varianza para la variable de ancho No. de hojas/plantas

Fuente de variación	gl	CM	F	p-valor
SOLUCION	1	4.81	8.91	0.2058 n.s
SUSTRATO	1	0.0016	0.00	0.9654 n.s
SOLUCION VS SUSTRATO	1	0.96	1.78	0.4097 n.s
FACTORIAL VS TESTIGO	1	5.93	88.03	<0,0001 **
Error	10	0.07		
Total	14			

Coeficiente de variación= 2.96
**= altamente significativo
ns= no significativo

La prueba de Ducan al 5% en la variable de No. de hojas/plantas

Tabla A 5 Análisis de la varianza para la variable de No. de hojas cosechadas

Fuente de variación	Gl	CM	F	p-valor
SOLUCION	1	4.9	9.07	0.2041 n.s
SUSTRATO	1	0.15	0.28	0.6912 n.s
SOLUCION VS SUSTRATO	1	0.92	1.70	0.4162 n.s
FACTORIAL VS TESTIGO	1	0.28	6.42	0.0297 *
Error	10	0.04		
Total	14			

Coeficiente de variación= 2.8
**= altamente significativo
ns= no significativo

La prueba de Ducan al 5% en la variable de No. de hojas cosechadas

Tabla A 6 Análisis de la varianza para la variable de peso de la planta (gr)

Fuente de variación	gl	CM	F	p-valor
SOLUCION	1	0.02	0.04	0.8790 n.s
SUSTRATO	1	0.0044	0.01	0.9427 n.s
SOLUCION VS SUSTRATO	1	0.00068	0.00	0.9774 n.s
FACTORIAL VS TESTIGO	1	0.04	59.63	<0,0001 **
Error	10	0.00071		
Total	14			

Coeficiente de variación= 2.09
**= altamente significativo
ns= no significativo

Tabla A 7 Análisis de la varianza para la variable de rendimiento kg/ha

Fuente de variación	gl	CM	F	p-valor
SOLUCION	1	1160136675	2148401250.00 n.s	0.0000
SUSTRATO	1	278307008	515383348.76 n.s	0.0000
SOLUCION VS SUSTRATO	1	70131675	129873472.22 n.s	0.0001
FACTORIAL VS TESTIGO	1	2549137657	1088.67 **	<0,0001
Error	10	2341518.4		
Total	14			

Coeficiente de variación= 0.48
**= altamente significativo
ns= no significativo

Figura A 1 Acelga hidropónica en sustrato

Figura A 2 Medidor de ph

Figura A 3 Ácidos húmicos

Figura A 4 Fitorregulador (Giberelinas)

Figura A 5 Jabón Potásico y Aceite de neem

Figura A 6 Plántulas de acelga (*Beta vulgaris L.*)

Figura A 7 Vivero para acelga hidropónicas en sustratos