



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE AGROPECUARIA**

**“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO
AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE ACELGA (*Beta
vulgaris* L. *cult. Fordhook Giant*), BAJO DIFERENTES
DISTANCIAS DE SIEMBRA EN LA PARROQUIA
MANGLARALTO-COMUNA SAN PEDRO”**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Requisito parcial para la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Autor: Jonathan Bryan Borbor Beltran

LA LIBERTAD, DICIEMBRE 2024



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE AGROPECUARIA**

**“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO
AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE ACELGA (*Beta
vulgaris* L. *cult. Fordhook Giant*), BAJO DIFERENTES
DISTANCIAS DE SIEMBRA EN LA PARROQUIA
MANGLARALTO-COMUNA SAN PEDRO”**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Requisito parcial para la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Autor/a: Jonathan Bryan Borbor Beltran

Tutor/a: Ing. Mercedes Pola Arzube Mayorga, MSc.

LA LIBERTAD, 2024

TRIBUNAL DE GRADO

Trabajo de Integración Curricular presentado por **JONATHAN BRYAN BORBOR BELTRAN** como requisito parcial para la obtención del grado de Ingeniero Agropecuario de la Carrera de Agropecuaria.

Trabajo de Integración Curricular **APROBADO** el: 10/12/2024



Ing. Verónica Andrade Yucailla, Ph.D.
**DIRECTORA DE CARRERA
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

Ing. Marlon Mena Montoya, Mgtr.
**PROFESOR ESPECIALISTA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Ing. Mercedes Arzube Mayorga, MSc.
**PROFESORA TUTORA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

Ing. Nadia Quevedo Pinos, Ph.D.
**PROFESORA GUÍA DE LA UIC
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Ing. Washington Perero Vera, Mgtr.
**ASISTENTE ADMINISTRATIVO
SECRETARIO**

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mis padres y hermanos por su constante apoyo y motivación durante todo este proceso. Su amor, paciencia y sacrificio han sido un pilar fundamental en mi formación académica y personal. Sin su confianza y aliento, no habría sido posible llegar hasta aquí.

Agradezco a la Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE) por brindarme la oportunidad de ser parte y formarme en sus aulas durante estos ocho semestres de luchas y esfuerzo. Además, a los docentes agradecerles por su dedicación y esmeros compartiendo sus conocimientos, ayudándome a crecer tanto profesional como personalmente.

Asimismo, deseo extender mi gratitud a la Ing. Arzube Mayorga, MSc, mi tutora y guía en esta investigación y además agradecer al Ing. Marlon Mena, Mgtr, por brindarme el apoyo reforzando mis conocimiento durante esta investigación. Su experiencia, conocimiento y dedicación han sido invaluable para mi desarrollo como estudiante y para la realización de este trabajo. Gracias a su orientación, he logrado superar obstáculos y adquirir nuevas habilidades en el área de la investigación.

A todas estas personas, les agradezco de corazón por su valioso aporte, comprensión y paciencia a lo largo de este proceso. Sin su presencia y apoyo, esta tesis no habría sido posible. Estoy infinitamente agradecido y orgulloso de contar con ustedes en mi vida.

¡Gracias nuevamente por ser parte de este logro!

DEDICATORIA

En primer lugar, se lo dedico a Dios, por permitirme cumplir una de mis metas, también, cada uno de mis logros es dedicado a la persona que ha sido mi fuente inagotable de inspiración y apoyo a lo largo en mi camino académico y personal como es mi padre, Freddy Rodríguez, quien ha sido mi guía y modelo a seguir. Tus palabras de aliento, tu perseverancia y tu amor incondicional han sido la clave de mi fortaleza. Gracias por enseñarme la importancia del trabajo arduo y por motivarme a buscar siempre la excelencia, también a mi madre, Rosa Beltran, cuyo amor y dedicación inquebrantable me dieron la confianza para enfrentar cualquier desafío. Tu valentía, comprensión y sacrificio en cada etapa de mi vida han sido la luz que me ha guiado en este camino. Gracias por ser mi ejemplo de resiliencia y por siempre creer en mí.

Además, agradezco a mis hermanos, quienes han estado a mi lado, brindándome su apoyo incondicional.

A todos ustedes, les agradezco por su constante presencia, por creer en mí incluso en los momentos más difíciles y por ser el lazo inquebrantable que me sostiene. Esta tesis es el resultado de nuestro esfuerzo colectivo y es un reflejo del amor y la dedicación que me han brindado a lo largo de mi vida.

RESUMEN

El estudio se realizó en la comuna San Pedro, perteneciente a la Parroquia Manglaralto, y tuvo como objetivo evaluar el comportamiento agronómico de la acelga cultivar Fordhook Giant, sometida a diferentes distancias de siembra (0,15 m; 0,25 m; 0,35 m; 0,45 m). En esta investigación se utilizó un diseño cuadrado latino (DCL), debido a que se manipula las distancias de siembras permitiendo controlar la variabilidad de dos factores (humedad del suelo y temperatura) que pueden influir en la respuestas observadas, lo que fue necesario aplicar una técnica de doble bloqueo y crear columnas e hileras. Se evaluaron las variables agronómicas de la longitud y diámetro foliar durante los días 20, 30, 40,50 y 60 después de la siembra y el rendimiento agrícola (t/ha). Los datos fueron sometidos al análisis de varianza para identificar diferencias estadísticas significativa entre los tratamientos con la prueba de Tukey al 5% de probabilidad usando el software INFOSTAT. Los resultados alcanzados en esta investigación determinaron que, en la dinámica del crecimiento, de acuerdo a las características foliares de la acelga, el T₂ (0.50 m x 0.25 m) obtuvo el mayor promedio de longitud de (30.7 cm) y un diámetro de (15.4 cm) en los 60 días después de la siembra (DDS), y en cuanto al rendimiento agrícola (t/ha), el T₂ se consideró el más apropiado en términos de rendimiento combinados y características vegetativas, lo que se traduce en una mejor calidad de las hojas y en producción con (47.60 t/ha), además una mejor rentabilidad en relación al beneficio/costo. Por ende, se concluye que la acelga (*Beta vulgaris*) cultivar Fordhook Giant es factible de producir en la comuna San Pedro, Manglaralto.

Palabras claves: Acelga (*Beta vulgaris*), rendimiento agrícola, distancia de siembra, diseño cuadrado latino.

ABSTRACT

The study was carried out in the San Pedro commune, belonging to the Manglaralto Parish, and its objective was to evaluate the agronomic behavior of the Fordhook Giant chard cultivar, subjected to different planting distances (0.15 m; 0.25 m; 0.35m; 0.45m). In this research, a Latin square design (DCL) was used, because planting distances are manipulated to control the variability of two factors (soil moisture and temperature) that can influence the observed responses, which made it necessary to apply a double blocking technique and create columns and rows. The agronomic variables of leaf length and diameter were evaluated during days 20, 30, 40, 50 and 60 after planting and agricultural yield (t/ha). The data were subjected to analysis of variance to identify statistically significant differences between treatments with the Tukey test at 5% probability using INFOSTAT software. The results achieved in this research determined that, in the dynamics of growth, according to the leaf characteristics of the chard, the T2 (0.50 m x 0.25 m) obtained the highest average length of (30.7 cm) and a diameter of (15.4 cm) in the 60 days after planting (DDS), and in terms of agricultural yield (t/ha), the T2 was considered the most appropriate in terms of combined yield and vegetative characteristics, which translates into better leaf quality and production (47.60 t/ha), as well as better profitability in relation to benefit/cost. Therefore, it is concluded that the chard (*Beta vulgaris*) cultivar Fordhook Giant is feasible to produce in the San Pedro commune, Manglaralto.

Key words: Chard (*Beta vulgaris*), agriculture yield, planting distance, Latin square design.

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

El presente Trabajo de Integración Curricular titulado “**EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE ACELGA (*Beta vulgaris L. cult. Fordhook Giant*), BAJO DIFERENTES DISTANCIAS DE SIEMBRA EN LA PARROQUIA MANGLARALTO-COMUNA SAN PEDRO**” y elaborado por **Jonathan Bryan Borbor Beltran**, declara que la concepción, análisis y resultados son originales y aportan a la actividad científica educativa agropecuaria.

Transferencia de derechos autorales.

"El contenido del presente Trabajo de Graduación es de mi responsabilidad; el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Universidad Estatal Península de Santa Elena".



Jonathan Bryan Borbor Beltran

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
Problema Científico:	2
Justificación.....	2
Objetivos.....	2
Objetivo General:	2
Objetivos Específicos:	2
Hipótesis	2
CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
1.1 Cultivo de Acelga.....	3
1.1.1 Origen y Distribución Geográfica.....	3
1.1.2 Zonas de producción en Ecuador.....	3
1.2 Clasificación Taxonómica	4
1.3 Descripción de la planta.....	4
1.4 Cultivar.....	5
1.4.1 Fordhook Giant.....	5
1.5 Importancia del cultivo de Acelga	5
1.6 Valor nutricional de la acelga (Beta vulgaris).....	5
1.7 Fertilización.....	6
1.7.1 Compostaje Caprino	6
1.8 Producción.....	7
1.8.1 Producción mundial.....	7
1.8.2 Producción nacional.....	8
1.9 Requerimientos edafoclimáticos.....	9
1.9.1 Latitud y altitud.....	9
1.9.2 Suelos.....	9
1.9.3 Climas.....	9
1.9.4 Temperaturas y humedad relativa.....	10
1.10 Siembra.....	10
1.10.1 Siembra directa	10
1.10.2 Siembra indirecta	10
1.10.3 Época de siembra.....	10

1.11 Manejo agronómico.....	10
1.11.1 Preparación del suelo.....	10
1.11.2 Fertilización del suelo.....	11
1.11.3 Aporque.....	11
1.11.4 Control de arvenses.....	11
1.11.5 Riego.....	12
1.11.6 Cosecha.....	12
1.11.7 Comercialización.....	12
1.12 Principales plagas.....	12
1.12.1 Pulgones.....	12
1.12.2 Caracoles.....	13
1.12.3 Arañas.....	13
CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
2.1 Caracterización del área.....	14
2.1.1 Ubicación del área experimental.....	14
2.1.2 Condiciones meteorológicas.....	14
2.2 Materiales, equipos e insumos.....	15
2.2.1 Materiales de campo.....	15
2.2.2 Equipos.....	15
2.2.3 Insumos.....	15
2.3 Tipo de investigación.....	15
2.4 Diseño experimental.....	16
2.4.1 Análisis estadístico.....	16
2.4.2 Descripción de tratamientos.....	16
2.5 Modelo matemático.....	17
2.5.1 Delineamiento experimental.....	17
2.5.2 Croquis del experimento.....	18
2.6 Conducción o manejo del experimento.....	19
2.6.1 Selección del área de siembra.....	19
2.6.2 Limpieza y adecuación del terreno.....	19
2.6.3 Preparación del terreno.....	19
2.6.4 Aplicación de Compost estiércol de caprino.....	19
2.6.5 Siembra de acelga.....	19
2.6.6 Emergencia de la acelga.....	20

2.6.7	Frecuencia de Riego	20
2.6.8	Control y manejo de arvenses.....	20
2.6.9	Toma de datos.....	20
2.6.10	Cosecha.....	20
2.7	Variables a evaluar.....	21
2.7.1	Longitud foliar	21
2.7.2	Diámetro foliar.....	21
2.7.3	Peso de la planta	21
2.7.4	Rendimiento agrícola (t/ha).....	21
2.7.5	Análisis económico de la relación B/C.....	22
2.8	Análisis de datos estadísticos	22
	CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
3.1	Evolución de la dinámica del crecimiento de la longitud y diámetro en relación con el tiempo.	23
3.1.1	Dinámica de crecimiento de la longitud foliar.....	23
3.1.2	Dinámica del crecimiento del diámetro foliar	24
3.2	Rendimiento agrícola (t/ha).....	26
3.3	Análisis económico de la relación beneficio costo.....	27
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	30
	Conclusiones.....	30
	Recomendaciones.....	31
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32
	ANEXOS	36

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Clasificación taxonómica de la acelga (<i>Beta vulgaris</i>).	4
Tabla 2.	Valor nutricional de la acelga (<i>Beta vulgaris</i>)......	6
Tabla 3.	Análisis de Varianza (ANAVA) en un diseño cuadrado latino 4x4 para la evaluación de los tratamientos en cultivo de acelga.....	16
Tabla 4.	Tratamientos del objeto de estudio en la investigación	17
Tabla 5.	Delineamiento experimental del comportamiento de la acelga.....	17

Tabla 6. Promedios de la longitud foliar de la acelga (<i>Beta vulgaris</i> L.) en diferentes etapas de crecimiento	24
Tabla 7. Promedios del diámetro foliar de la acelga (<i>Beta vulgaris</i> L.) en diferentes etapas de crecimiento	26
Tabla 8. Análisis del rendimiento agrícola (t/ha) de acelga (<i>Beta vulgaris</i> L. Fordhook Giant) bajo cuatro distancias de siembra (0,15 m; 0,25 m; 0,35 m; 0,45 m)	27
Tabla 9. Costo de producción para el cultivo de acelga (Fordhook Giant) en 1 ha según las diferentes distancia	27
Tabla 10. Análisis económico de la relación beneficio/costo.....	29

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Porcentaje de producción de hortalizas por región (1994-2022).....	7
Figura 2. Países con mayor producción a nivel mundial (1994-2022).....	8
Figura 3. Producción y área cosechada de hortalizas, frescas nep desde (1994-2022).....	8
Figura 4. Proporción de producción de hortalizas nep en Ecuador (2012- 2022).....	9
Figura 5. Ubicación geográfica del área del experimento en la comuna San Pedro.	14
Figura 6. Modelo Estadístico.....	17
Figura 7. Diseño del área y división de tratamiento.....	18

ÍNDICE DE ANEXOS

Tabla 1A. Cuadro del análisis de la varianza (ANAVA) de la longitud foliar a los 20 días
Tabla 2A. Cuadro del análisis de la varianza (ANAVA) de la longitud foliar a los 30 días
Tabla 3A. Cuadro del análisis de la varianza (ANAVA) de la longitud foliar a los 40 días
Tabla 4A. Cuadro del análisis de la varianza (ANAVA) de la longitud foliar a los 50 días
Tabla 5A. Cuadro del análisis de la varianza (ANAVA) de la longitud foliar a los 60 días
Tabla 6A. Cuadro del análisis de la varianza (ANAVA) del diámetro foliar a los 20 días
Tabla 7A. Cuadro del análisis de la varianza (ANAVA) del diámetro foliar a los 30 días
Tabla 8A. Cuadro del análisis de la varianza (ANAVA) del diámetro foliar a los 40 días
Tabla 9A. Cuadro del análisis de la varianza (ANAVA) del diámetro foliar a los 50 días
Tabla 10A. Cuadro del análisis de la varianza (ANAVA) del diámetro foliar a los 60 días
Tabla 11A. Cuadro del análisis de varianza (ANAVA) del rendimiento agrícola (T/ha)

Figura 1A. Recolección de datos para el proceso estadístico en el programa InfoStat

Figura 2A. Procesamiento de datos del rendimiento agrícola en el programa InfoStat

Figura 3A. Selección del área para el desarrollo del experimento

Figura 4A. Limpieza del terreno

Figura 5A. Remoción del suelo y elaboración del surco

Figura 6A. Siembra directa de la semilla de acelga

Figura 7A. Construcción de la malla protectora

Figura 8A. Emergencia de la acelga

Figura 9A. Aporque a las plantas de acelga

Figura 10A. Riego manual en el cultivo de acelga

Figura 11A. Control de arvenses en el cultivo

Figura 12A. Toma de datos de la longitud de las hojas

Figura 13A. Toma de datos del diámetro de las hojas

Figura 14A. Cosecha del cultivo de acelga

Figura 15A. Peso de las plantas

INTRODUCCIÓN

El consumo de vegetales y hortalizas ha crecido en los últimos diez años debido al incremento de las dietas veganas y vegetarianas, lo que implica una disminución del consumo de proteínas y animales, pero ha conseguido un aumento en fibras, vitaminas, minerales y ácidos esenciales para nuestro organismo (Costa *et al.*, 2003).

El cultivo de acelga (*Beta vulgaris* L.) cult. Fordhook Giant, es una planta bianual altamente productiva de la familia Chenopodiaceae, presenta hojas de tonalidad verde con peciolo blancos y robustos. La siembra de esta planta puede llevarse a cabo durante todo el año y también es posible realizar semilleros para posteriormente trasplantar. Se consume en todos las naciones, pero los que sobresalen son: Italia, Francia, Holanda, Bélgica, Alemania y Reino Unido (Pazmiño, 2016).

De acuerdo con Cedeño (2015), manifiesta que la distancia de siembra es crucial y esencial para maximizar el aprovechamiento del área a emplear y conseguir un rendimiento eficiente, además, esto beneficia económicamente al agricultor, además, es esencial aplicar y seleccionar correctamente el abono óptimo antes de la siembra para que sea aprovechable por el cultivo y minimizar los costos.

En el Ecuador las provincias que más se dedican a cultivar estas hortalizas ya sea de forma casera o a gran escala por su clima son: Chimborazo, Tungurahua, Pichincha, Cañar, Loja, Bolívar, Carchi, Guayas y Los Ríos (Bravo and Armendáris, 2014).

El uso de biofertilizantes y abonos orgánicos se los puede implementar en cualquier tipo de cultivo y etapa fisiológica. Son productos más económicos y de buena calidad, que contribuye a la incorporación de materia orgánica para el suelo, activación de la vida microbiana y es más asimilable para la planta (Rodríguez *et al.*, 2016).

En el presente trabajo experimental se evalúa el comportamiento agronómico de acelga cultivar Fordhook Giant en la comuna San Pedro, donde se determina cuál será la distancia óptima en base a la producción obtenida, bajo las diferentes distancias empleadas y la que mejor se adecue al cultivo.

Problema Científico:

¿Cómo influyen el comportamiento del cultivo de acelga en su crecimiento al ser sometidas a diferentes distancias de siembra?

Justificación

Este estudio busca evaluar como la distancias de siembra influyen en el crecimiento y rendimiento de la acelga en la parroquia Manglaralto, comuna San Pedro, para mejorar la producción local, optimizar las prácticas agrícolas y contribuir al conocimiento científico en el campo de la agricultura.

Objetivos

Objetivo General:

- ❖ Evaluar el comportamiento agronómico de acelga (*Beta vulgaris* L.) cult. Fordhook Giant, sometido a diferentes distancias de siembra en la comuna San Pedro.

Objetivos Específicos:

1. Analizar la dinámica del crecimiento en la longitud y diámetro de las hojas en relación con el tiempo.
2. Determinar la distancia de siembra más apropiada para el cultivo de la acelga en función de la producción obtenida.
3. Valorar la influencia de la distancia de siembra sobre la rentabilidad obtenida.

Hipótesis:

La distancia de siembra influirá significativamente en el desarrollo de las plantas de acelga, debido a la competencia por recursos como la luz solar, el agua y los nutrientes.

CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 Cultivo de Acelga

1.1.1 Origen y Distribución Geográfica

La acelga (*Beta vulgaris* L cult. Fordhook Giant.) es una planta originaria del mediterráneo, área que alberga la mayor variedad genética del género beta (Touzet *et al.*, 2018). Esta diversidad ocurre principalmente en las Islas Canarias, Grecia, Italia y así alcanzar Turquía, lugar donde la planta empezó a propagarse en el siglo IV a.C. (Flores, 2020).

En el 600 a.C., los árabes domesticaron el cultivo al descubrir sus propiedades curativas y nutricionales, lo que resultó de gran relevancia para los griegos (Núñez, 2016). Sin embargo, los romanos no le otorgaron importancia debido a que era habitual en sus territorios por su forma rústica. Sin embargo, en el año de 1806 se introdujo en los Estados Unidos debido a su sencillo manejo para su cultivo y el alto valor nutricional que éste brinda. Hoy el día, la acelga es cultivada mundialmente y es valorada tanto por su adaptabilidad en gastronomía como por sus ventajas nutricionales (Delgado, 2016).

1.1.2 Zonas de producción en Ecuador

Según Osnayo y Romero (2015), el Ecuador goza de una ubicación privilegiada debido a la presencia de la Cordillera de los Andes, lo que resulta en una diversidad de climas y una rica biodiversidad, favorables para la producción agrícola, por lo que conlleva a que se pueda cultivar todo tipo de plantas, y esto durante todo el año.

Según Meléndez (2015), indica que nuestro país es muy variado en cuanto a la actividad hortícola, lo que convierte a la acelga en una opción rentables y que se puede cultivar en espacios pequeños. Además, señala que las principales zonas interandinas productoras de acelga en Ecuador son Chimborazo, Tungurahua, Cotopaxi, Pichincha, Imbabura, Azuay, Carchi, Guayas y Los Ríos.

De la misma manera, Acosta (2015) menciona también que, en la actualidad, por la preferencia de los consumidores y por las exigencias del mercado, se han vuelto rentables, razón por la cual es cultivada en las provincias de Manabí y Santa Elena con fines de

abastecimiento comercial a supermercados de las ciudades como Manta, Portoviejo y Guayaquil, empleando un sin número de variedades por su color y forma acorde a las preferencias de los consumidores.

1.2 Clasificación Taxonómica

Según el sistema de la clasificación de Engler, citado por (Rodríguez, 2020), en la Tabla 1, se presenta las siguiente clasificación sistemática del cultivo de acelga.

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la acelga (*Beta vulgaris*).

<i>Taxonomía</i>	<i>Beta vulgaris</i>
■ Reino	Plantae
■ División:	<i>Magnoliophyta</i>
■ Clase:	Magnoliopsida (dicotiledóneas)
■ Subclase:	Caryophyllidae
■ Orden:	Caryophyllales
■ Familia:	Chenopodiaceae
■ Género:	Beta
■ Nombre vulgar:	Acelga
■ Especie:	<i>Beta vulgaris</i> L

1.3 Descripción de la planta

La acelga se distingue como una planta herbácea por sus grandes hojas, su firmeza y sus peciolos de color blanco o cremas, que son muy alargados y carnosos, su color puede variar desde verde claro hasta verde oscuro, depende del cultivo que se emplee, lo que convierte a una planta completamente apta para el consumo (Martínez *et al.*, 2003).

Existen dos variedades principales de acelga:

- a) **Acelgas blancas:** Caracterizadas por peciolos blancos, son las preferidas en la región de La Serena y Arica, son plantas altas, vigorosas y con hojas de color verde oscuro.
- b) **Acelgas verdes:** Derivado del color de sus tallos, son plantas altas, erectas y con hojas de color verde claro. Resisten los rigores del invierno y proporcionan una buena base para la selección genética.

1.4 Cultivar

1.4.1 Fordhook Giant

Este cultivo, conocido por su variedad (Fordhook Giant), es bastante robusto y alto, genera numerosas hojas encrespadas de un tono verde oscuro, sus peciolo son blancos y de gran tamaño, y muestra un tallo ancho de 5 a 6 centímetros de ancho. Se ajusta a las variaciones de temperaturas, su desarrollo es acelerado y aguanta las de temperatura bajas (Giacconi, 2004).

Es uno de los cultivos que se puede cultivar en diversos suelos, aunque prefiere una excelente materia orgánica sueltos y con un adecuado drenaje. Como adicional, es una de las hortalizas que soportan la salinidad (Salamanco, 2015).

1.5 Importancia del cultivo de Acelga

Debido a su cultivo sencillo y su valor nutricional, la acelga es muy apreciada (Rojas, 2013), entre sus beneficios se encuentra el elevado contenido proteico de vitamina A que ayuda a mejorar la visión y la piel; además posee grandes cantidades de magnesio, calcio, potasio, hierro y como si fuera poca fibra, lo que conlleva a un sabor interesante y algo amargo (Mzoughi *et al.*, 2019).

Hoy en día, se produce a nivel mundial, aunque las áreas más destacadas son el Mediterráneo, Estados Unidos, América del Sur y en el norte de la India, siendo Francia, Italia y Holanda los países que la producen (Verde, 2019).

1.6 Valor nutricional de la acelga (*Beta vulgaris*)

La acelga es una de las plantas más ricas en minerales, entre los que se destaca el calcio, potasio, magnesio, hierro y fósforo. Además, contiene una alta concentración de vitamina A, fundamental para la visión y la salud de la piel. En términos de contenido natural, la acelga posee niveles significativos de sodio, el cual es el más alto que se ha registrado en entre las hortalizas (Quimis, 2018).

En la Tabla 2 se puede observar los siguientes valores nutricionales de la acelga en 100g de porción comestible fresca (Salas, 2019).

Tabla 2. Valor nutricional de la acelga (*Beta vulgaris*).

COMPONENTES	VALOR	UNIDAD
Agua	87,06	g
Hidrato de carbono	4,60	g
Fibra	0,80	g
Cenizas	1,60	g
Calcio	110,20	mg
Fósforo	38,00	mg
Hierro	0,79	mg
Sodio	147,00	mg
Potasio	550,00	mg
Vitamina A	576,60	mcg
Stamina	0,06	mg
Riboflavina	0,17	mg
Ácido ascórbico	3,20	mg
Valor energético	25,00	cal

1.7 Fertilización

Según Du Jardín (2015), sostiene que es posible fomentar el crecimiento y desarrollo de las plantas en forma orgánica empleando el uso de fertilizantes hechos con sustancias naturales o microorganismos. Estos compuestos, aplicados a las plantas, mejoran sus características agronómicas y facilitan la absorción y asimilación de los nutrientes.

Las ventajas comparativas de distintos métodos de aplicación de fertilizante depende del tipo de suelo, ya que la materia orgánica presente en el suelo es responsable de los cambios físicos que se producen en él, principalmente en su estructura, que incluyen un aumento de la porosidad y la permeabilidad, lo que resulta en una mayor retención de agua. Por ello, es de gran ayuda una fertilización antes de la siembra o en sus fases de crecimiento (Salas, 2019).

1.7.1 Compostaje Caprino

El compost se obtiene a través de los abonos orgánicos, tanto de origen animal y vegetal, que se transforma para ser alimento nutricional en las plantas por el proceso de humificación y mineralización, gracias a los microorganismos que descomponen el material orgánico (Calle, 2017).

Adicionalmente, contiene microorganismos los cuales son antagónicos en gran parte de los agentes patógenos de la planta. Puede ser utilizado tanto en cultivos orgánicos como

inorgánicos, la aplicación de compost orgánico favorece el desarrollo de las plantas mejorando la calidad del suelo, gracias a su riqueza en nitrógeno y fósforo, con valores de aproximadamente 8,70% de N, 7,20% de P y 10,9% de K. Esto indica que su riqueza lo convierten en un abono orgánico de gran valor (Conforme, 2022).

1.8 Producción

1.8.1 Producción mundial

En términos de producción mundial, en Asia encabeza la producción mayor con un 86,2%, mientras que en África le sigue de cerca con un 6,7%. Europa aporta el 4% y las Américas el 2,8%, mientras que Oceanía representa solo un 0,2% tal como se observa en la Figura 1 (FAOSTAT, 2024).

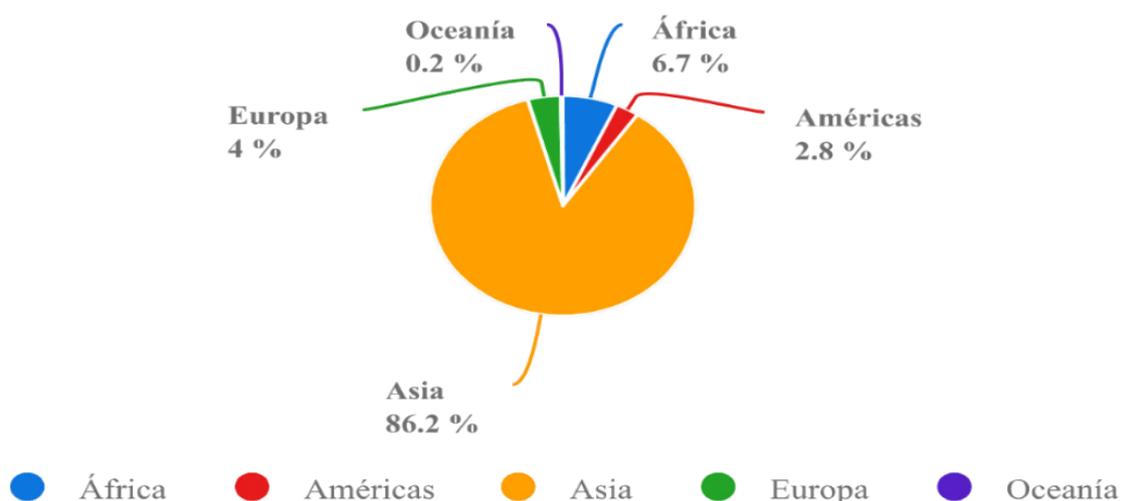


Figura 1. Porcentaje de producción de hortalizas por región (1994-2022)

Fuente: FAOSTAT (2024)

La producción a nivel mundial sobrepasa los 140 millones de toneladas, teniendo más del 69% los siguientes países China, Estados Unidos, Rusia, Uzbekistán y Polonia, como se observa en la Figura 2.

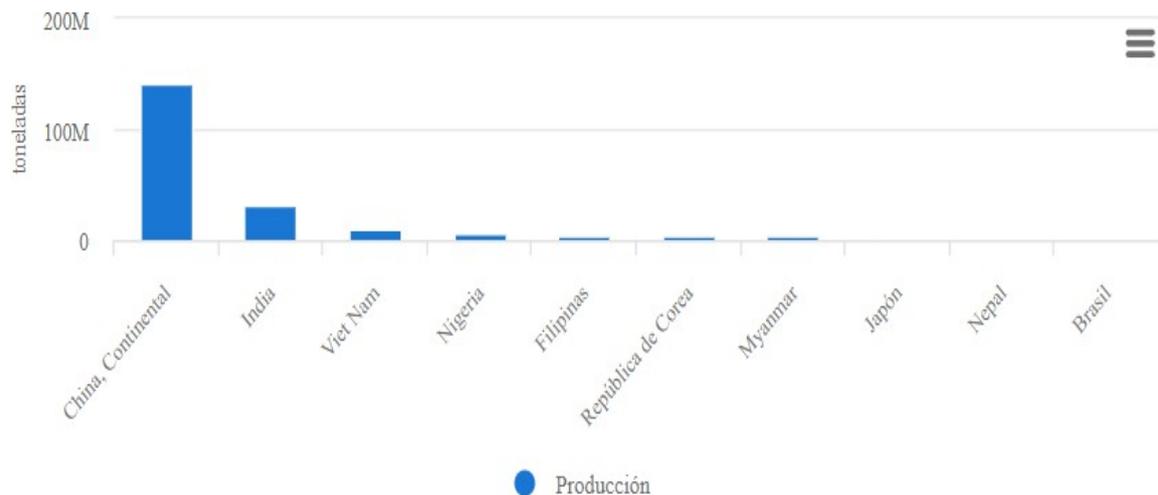


Figura 2. Países con mayor producción a nivel mundial (1994-2022)

Fuente: FAOSTAT (2024)

La producción y cosecha de hortalizas a nivel mundial supera los 211 millones de toneladas, presentando un aumento desde el año 1994 hasta el 2022. La mejor producción y cosecha fue en el año 2022 Figura 3 (FAOSTAT, 2024).

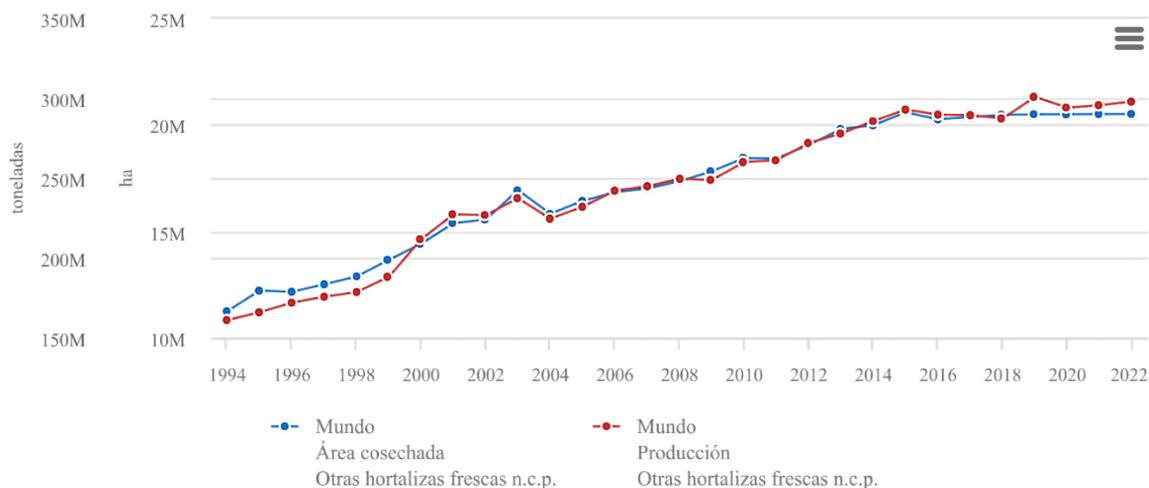


Figura 3. Producción y área cosechada de hortalizas, frescas nep desde (1994-2022).

Fuente: FAOSTAT (2024).

1.8.2 Producción nacional

Según, la producción de hortalizas a nivel nacional ha ido aumentando en el 2012 a 2015 como se muestra en la Figura 4. En el Ecuador la producción también muestra estabilidad en el año 2022 fue de 3.703 toneladas en un área cosechada de 21.843 hectáreas, manteniéndose en un nivel similar al de los años anteriores

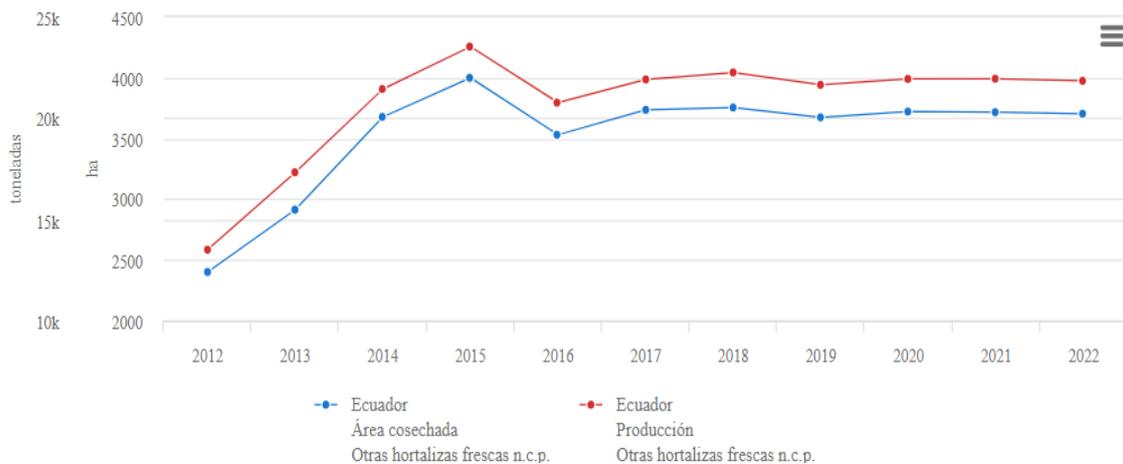


Figura 4. Proporción de producción de hortalizas nep en Ecuador (2012- 2022)

Fuente: FAOSTAT (2024)

1.9 Requerimientos edafoclimáticos

1.9.1 Latitud y altitud

La acelga en el Ecuador se da en las coordenadas geográficas desde 1°28'N y 5°01'S de latitud y 75°11' y 81°00'W de longitud y de acuerdo con su altitud específicamente los cultivo para las hortalizas puede ser diferente, debido a que se puede desarrollar en alturas de 2300 msnm hasta 3838 msnm (FAO, 2015).

1.9.2 Suelos

De acuerdo con Frutícola (2023), el suelo ideal debe ser rico en nutrientes, sobre todo compost y algo de estiércol, la acelga se desarrolla muy bien en casi todo tipo de suelos aunque más crece con mayor eficiencia eficaz en suelos arcillosos, lo que proporciona una producción elevada, mientras que los suelos arenosos la producción se conserva. Así pues, la acelga requiere de suelos ricos en materia orgánica, sueltos y alta capacidad conservar la humedad.

1.9.3 Climas

Según Pérez *et al.* (2018), menciona que la acelga es un cultivo de clima templado con buen desarrollo en temperaturas medias, además, las variaciones bruscas de temperatura pueden propiciar que la planta entre en fase de floración indica también que el limitante de la actividad productiva agrícola es el factor climático, y los factores que impactan a la

producción hortícola está la poca radiación solar la cual afecta el desarrollo vegetativo, el exceso o falta de temperatura y humedad.

1.9.4 Temperaturas y humedad relativa

Según Pérez y Yáñez (2023), La planta de acelga puede soportar una temperatura mínima de 5°C a 6°C y de 27°C a 33°C como máxima, pero la temperatura óptima está entre 15 a 25°C. Además, es medianamente tolerante a las heladas y la humedad relativa alta favorece al cultivo.

1.10 Siembra

1.10.1 Siembra directa

El objetivo de llevar a cabo la siembra es introducir la semilla de acelga en el suelo, esto luego de que se haya realizado la preparación del suelo, para evitar tener problemas en su germinación y esta pueda desarrollarse sin problemas. Esta puede llevarse a cabo de forma directa o mediante trasplante (Jiménez y González, 2017).

1.10.2 Siembra indirecta

Este métodos incluye la preparación en semilleros y destaca por su popularidad. Esta técnica consiste en preparar almácigos o semilleros para la germinación de semillas, obteniendo un mayor porcentaje de germinación y posteriormente, una vez que tengan de cuatro a cinco hojas podrán ser trasladarlas al terreno determinado para su plantación (Valencia, 2024).

1.10.3 Época de siembra

Según acuerdo Frutícola (2023), la acelga puede ser sembrada en cualquier momento del año, siempre que se disponga del riego, Sin embargo, si se desea tener una mayor cosecha se recomienda sembrar antes del invierno, por otro lado, el crecimiento temprano de la planta puede resultar en rendimientos altos y mejora del cultivo, aprovechando las condiciones climáticas más favorables.

1.11 Manejo agronómico

1.11.1 Preparación del suelo

Se recomienda preparar el terreno antes de la respectiva siembras, realizando un arado con una profundidad de 20 a 30 cm en el suelo, esto se debe de romper los terrones

grandes, contribuyendo de esta manera a la aireación del suelo, infiltración de agua y al buen desarrollo radicular (Leal *et al.*, 2018).

La nivelación del terreno es también importante ya que de esta manera se puede tener un mejor riego de manera homogénea. Además, con la ayuda tecnológica actual podemos nivelar el terreno de manera más precisa para que el agua circule de manera más uniforme ya sea horizontal o vertical, lo que contribuirá a una mejor eficiencia en el riego (Navarro, 2018).

1.11.2 Fertilización del suelo

Según Cuamacás y Sinche (2014), menciona que una buena fertilización del suelo permite alimentar a los microorganismos del suelo y que estos alimentan a nuestras plantas de forma indirecta los fertilizantes convencionales se los realiza con fuentes inorgánicas teniendo así una buena solubilidad, pero generan el desequilibrio ambiental y los costos de producción no son rentables por el incremento en sus precios. Por lo que en las últimas décadas ha crecido el interés de retornar al uso de fuentes orgánicas para así conservar la vida microbiana del suelo, materia orgánica, lo cual es base fundamental para la sostenibilidad y productividad agrícola.

1.11.3 Aporque

Según Cuamacás y Sinche (2014), el aporque consiste en una actividad relevante que implica remover la tierra para aportar alrededor de la planta dando así una mejor estabilidad, buena penetración del agua y que pueda tener una mayor oxigenación para que las raíces se desarrollen, obteniendo un sistema radicular más fuerte, esta actividad se la realiza en la mañana o en el atardecer ya que si se lleva a cabo cuando la temperatura es elevada puede causar quemaduras

1.11.4 Control de arvenses

Según Dotor y Morillo (2018), un correcto y oportuno control de arvenses en acelga permite tener un mejor resultado en su rendimiento, es normal encontrar diversas especies ya que estas crecen de manera silvestre lo que impiden que el cultivo se desarrolle, debido a que los arvenses al crecer impide que la acelga reciba luz, nutrientes y agua. Por tanto, se recomienda tener el cultivo libre de arvenses para así evitar la dispersión de semillas no deseadas, eliminándolas de manera manual con la ayuda de un azadón.

1.11.5 Riego

De acuerdo con Yampa (2020), citado por Arévalo (2021), indica que para el cultivo de acelga se aconseja un riego diario y más frecuente durante el resto del año. Durante la fase de engrosamiento, es necesario incrementar el riego para lograr una hoja de buena calidad, dado que no es recomendable tener hojas deshidratadas debido a que sus tejidos se atrofian. El concepto es que el terreno este húmedo de manera constante, pero nunca encharcado.

1.11.6 Cosecha

Un indicativo visual de que la acelga está preparada para cosechar es cuando la hojas presentan desarrollos en su madurez fisiológicas, o cuando las hojas alcanzan una longitud de 25 cm, o cuando la planta llega a una altura entre 45-50 cm, otro elemento es el tiempo, pero generalmente se cosecha entre los 45-60 días dependiendo de la época de siembra, y es aconsejable realizar los cortes con cuchillos o navajas correctamente afilados para prevenir el daño al cogollo, también denominado como factor de desarrollo, o si se necesario cortar toda la planta, todo dependerá del propósito para el que se sembrado (Morán, 2017).

1.11.7 Comercialización

La acelga no solo es demandada a nivel nacional, sino que también es exportada a nivel mundial, ya que los consumidores son capaces de conocer cómo fueron cultivados y si cumplieron con los estándares de aseguramiento de la calidad, buscando preservar la salud y el bienestar de los consumidores, ya que los productos orgánicos son los que tienen una mejor aceptación en las distintas plazas, ya sea su uso fresco o medicinal. Esto, gracias a que aporta en la nutrición humana (Cabanilla, 2016).

1.12 Principales plagas

1.12.1 Pulgones

En el cultivo de hortalizas pueden ser dañadas por plagas, tales como pulgones, mosca minadora, las cuncunillas y los moluscos. Esto se da porque los áfidos succionan abundante savia y son transmisores de virus u hongos saprofitos, provocando una baja en el rendimiento y calidad (Delfino *et al.*, 2007).

Para controlar este problema se deben realizar procedimientos preventivos, curativos o erradicadores además también eliminar las malas hierbas que pueden ser hospederas de la plaga, al haber un portador de virus, es importante priorizar prevenir que esto suceda; incluso cuando es un trabajo complicado, se deben tomar medidas (Sánchez, 2024).

1.12.2 Caracoles

Es una de las plagas más significativas en este cultivo, considerado un depredador facultativo y omnívoro, que comienza a devorar partes tiernas de la planta, deduciendo agujeros en las hojas y tallo, lo que es un indicador de su presencia de ellos es por la mucosa y excretas que deja sobre la planta. El uso de químicos a base de metaldehído es la forma más común para su control, pero existen nuevas alternativas a base de extractos botánicos que no afectarían la salud tanto del productor como del consumidor (Torres *et al.*, 2017).

1.12.3 Arañas

Según Mendoza *et al.* (2018), menciona que los perjuicios directos causados por la araña roja se encuentra principalmente en las partes verdes de las plantas, causados por los estiletes y la reabsorción del contenido celular en la nutrición mediante la intersección de un estilete para succionar los jugos, lo que conduce a tallos con baja densidad foliar y hojas enrolladas.

La aplicación de pesticidas es factible; sin embargo, actualmente se están implementando medidas de control biológico (CB) dentro del manejo integrado de plagas, utilizando depredadores o parasitoides debido a su favorable análisis de costo-beneficio, lo que facilita la reducción del uso de pesticidas y respalda una metodología (Viera *et al.*, 2020).

CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Caracterización del área

2.1.1 Ubicación del área experimental

La investigación experimental se desarrolló durante los meses de junio y agosto del 2024 en la Parroquia Manglaralto comuna San Pedro, la cual está ubicado a 40,1 km al noroeste del cantón Santa Elena y a 14,2 km de la cabecera parroquial de Manglaralto, las coordenadas geográficas son 1°94'98.05" S, 80°71'72.84" W, a 70 msnm y una topografía con una inclinación muy leve.

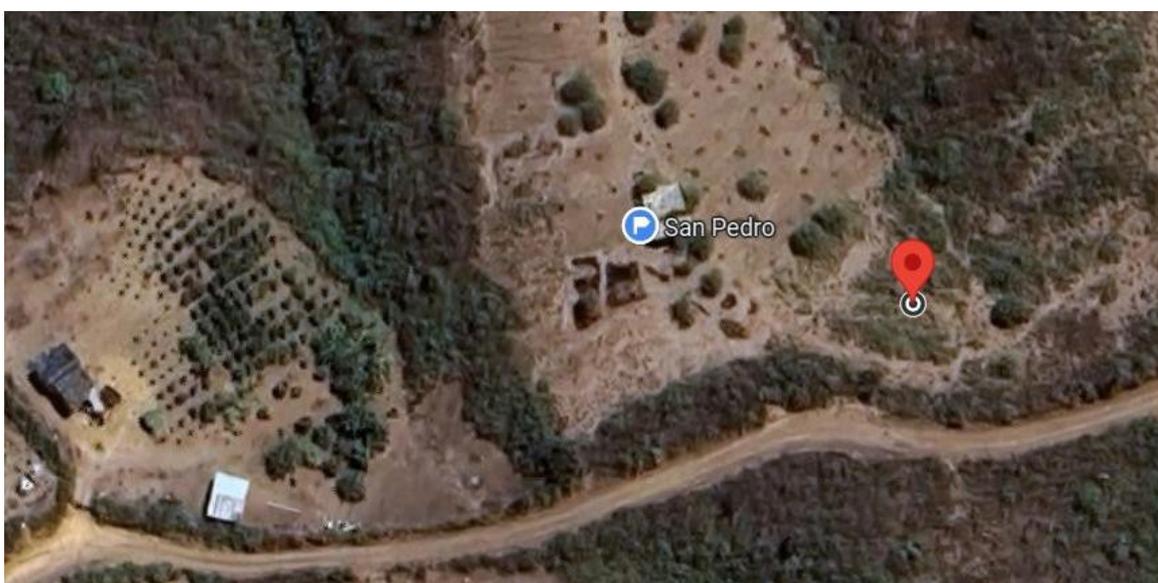


Figura 5. Ubicación geográfica del área del experimento en la comuna San Pedro.

Fuente: Google Maps, (2024)

2.1.2 Condiciones meteorológicas

Las condiciones climática de la zona se caracteriza por tener un clima tropical húmedo-tropical seco, con temperaturas máximas que oscilan de 28 y 30 grados Celsius, y una humedad que pueden oscilar entre el 70 a 90%, mientras que la precipitación es alta en la temporadas de lluvias (enero a abril) y muy bajas en la temporada seca (mayo a diciembre) y la luminosidad de 4 - 6 horas luz/día. La actitud 8 metros sobre el nivel del mar, y la topografía presenta llanuras y pendientes irregulares, influenciada por la cordillera de Colonche.

2.2 Materiales, equipos e insumos

2.2.1 *Materiales de campo*

- Estacas
- Rollo de piola
- Rótulos de madera y Marcadores
- Fumigador plástico de mano
- Machete
- Azadón
- Rastrillo
- Esfero
- Cinta métrica
- Hojas de registro o cuaderno de campo
- Malla protectora
- Sacos
- Botas

2.2.2 *Equipos*

- Cámara fotográfica
- Computadora portátil (Word)
- Balanza
- Software de Análisis de Datos (Excel, InfoStat)

2.2.3 *Insumos*

- Semillas de acelga certificada (*Beta vulgaris L. cult. Fordhook Giant*)
- Compost (Estiércol de caprino)
- Insecticida
- Agua

2.3 Tipo de investigación

Este tipo de investigación es de carácter experimental cuantitativa, la cual fue llevada a campo para analizar la dinámica del crecimiento y rendimiento del cultivo de acelga, específicamente utilizando un diseño cuadrado latino. Esta técnica estadística es utilizada en

experimentos donde se busca controlar la variabilidad de dos factores o variables que pueden influir en la respuesta observada.

Según Marín y García (2019), el diseño se puede utilizar en aquellos experimentos donde hay dos fuentes de variaciones, lo cual es particularmente útil en estudios agronómicos debido a la capacidad que tienen para controlar la variabilidad de dos factores que no se pueden manipular directamente, lo que permite que cada tratamiento se evalúe en diferentes combinaciones de factores de bloqueo, mejorando la precisión de los resultados.

2.4 Diseño experimental

2.4.1 Análisis estadístico

Para el establecimiento del experimento se utilizó el diseño cuadrado latino simple (DCL), debido a que el investigador manipula las distancias de siembra (0,15, 0,25, 0,35, 0,45). En la Tabla 3 se observa el análisis de varianza (ANAVA), diseño que permitió controlar parcialmente la variabilidad en filas y columnas, además se considerando los factores no controlados, como la humedad del suelo y la temperatura que podrían influir en los resultados, por ello, se ubicó las unidades experimentales en columnas e hileras, con 4 repeticiones en cada tratamiento, dando un total de 16 unidades experimentales.

Tabla 3. Análisis de Varianza (ANAVA) en un diseño cuadrado latino 4x4 para la evaluación de los tratamientos en cultivo de acelga

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculado
Tratamientos	$(4 - 1) = 3$	SC_{Trat}	CM_{Trat}	$CM_{\text{Trat}} / CM_{\text{Error}}$
Filas	$(4 - 1) = 3$	SC_{Fila}	CM_{Fila}	$CM_{\text{Fila}} / CM_{\text{Error}}$
Columnas	$(4 - 1) = 3$	SC_{Col}	CM_{Col}	$CM_{\text{Col}} / CM_{\text{Error}}$
Error	$(4 - 1) \times (4 - 2) = 6$	SC_{Error}	CM_{Error}	
Total	$(4^2) - 1 = 15$	SC_{Total}		

Nota: Las sumas de cuadrado y valores de F calculado deben analizarse en función al nivel de significancia estadísticas de ($p < 0,05$) para determinar el efecto de los tratamientos.

2.4.2 Descripción de tratamientos

A continuación, en la Tabla 4 se observa la estructura de los 4 tratamientos, los cuales representan las diferentes distancias de siembra a las que se evaluarán:

Tabla 4. Tratamientos del objeto de estudio en la investigación

Tratamientos	Distancia entre hileras en cm	Distancia entre plantas en cm
T ₁	0.50 m	0.15 m
T ₂	0.50 m	0.25 m
T ₃	0.50 m	0.35 m
T ₄	0.50 m	0.45 m

2.5 Modelo matemático

En la Figura 6 se ilustra la descripción del modelo matemático para un diseño cuadrado latino cuando hay r tratamientos es:

$$Y_{ijh} = \mu + \alpha_i + \beta_j + R_h + e_{ijh}$$

Donde:

Y_{ijh} : Lectura del i-ésimo tratamiento, en la j-esima columna y h-esima hilera (Variable dependiente medida o evaluada).

μ : Media general de la población, o sea la media poblacional de la variable de respuesta.

α_i : Indica el efecto del i-ésimo tratamiento, o sea los niveles o versiones del factor en estudio, con i que va desde 1 hasta el número total de tratamientos (k).

β_j : Indica el efecto de la j-ésima columna, con j que va desde 1 hasta el número total de tratamientos (k).

R_h : Indica el efecto de la h-ésima hilera, con h que va desde 1 hasta el número total de tratamientos (k).

e_{ijh} : Error experimental asociado con la lectura del i-ésimo tratamiento, en la j-ésima columna y h-esima hilera.

Figura 6. Modelo Estadístico

2.5.1 Delineamiento experimental

El área total destinada para la investigación es de 89.25 m², con un total de 16 unidades experimentales.

Tabla 5. Delineamiento experimental del comportamiento de la acelga

Diseño experimental	DCL
Número de unidades experimentales	16
Número de tratamientos	4
Número de bloques	4
Área del Bloque	(1.50 x 2 m) 3m ²
Número de surcos por unidad experimental	4

Área total del experimento	89.25 m ²
Área útil del experimento	48 m ²
Distancia entre surcos (m)	0.50
Distancia entre bloques (m)	0.50
Total, del área de la unidad experimental	3.0 m ²

2.5.2 Croquis del experimento

El diseño experimental abarca con un área total de 89.25 m², un área útil de 48 m² con 16 unidades experimentales totales, cada unidad experimental tiene 1.5 m de ancho y 2 m de largo, con un espacio entre cada unidad de 0.5 m como se observa en la Figura 7. Está estructurado por 4 tratamientos, los cuales representan las diferentes distancias de siembra a las que se evaluarán y estos son (tratamiento 1, tratamiento 2, tratamiento 3, tratamiento 4), y 4 réplicas que están representados por hileras (Hilera I, Hilera II, Hilera III, Hilera IV) y columnas (Columna I, Columna II, Columna III, Columna IV).

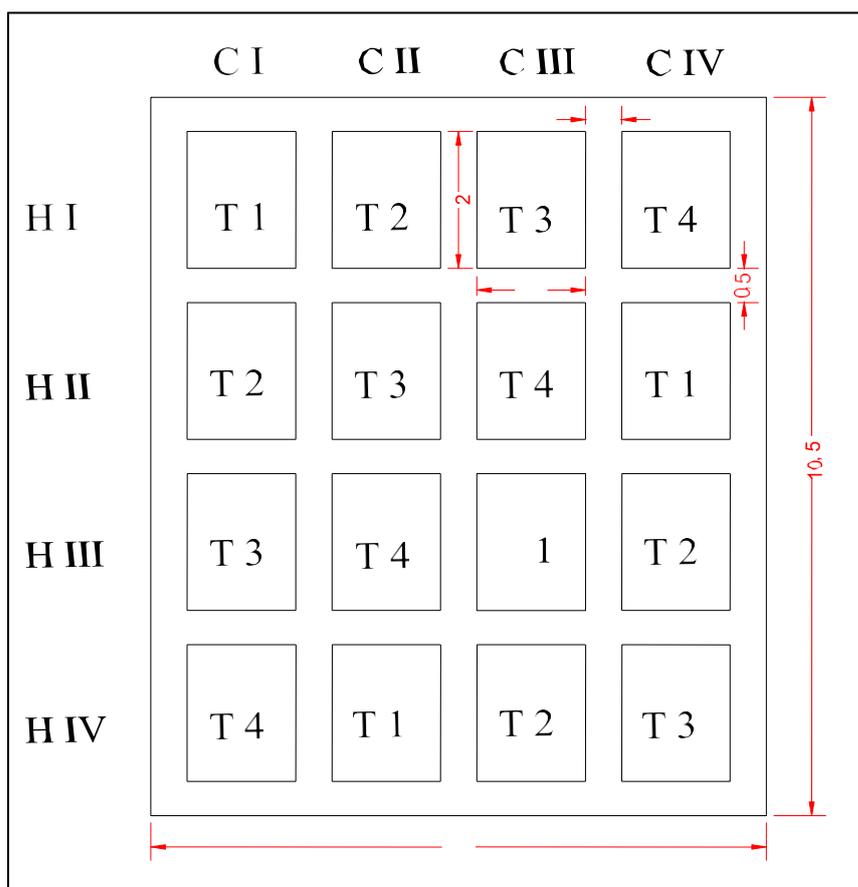


Figura 7. Diseño del área y división de tratamiento

2.6 Conducción o manejo del experimento

Para llevar a cabo este trabajo experimental se desarrollaron todas las prácticas necesarias para el cultivo tales como:

2.6.1 Selección del área de siembra

El área seleccionada se encuentra ubicado en la comuna San Pedro. Para delimitar el terreno, se utilizó con una cinta métrica, asegurando disponer del área necesaria para el desarrollo del experimento.

2.6.2 Limpieza y adecuación del terreno

Se procedió a la eliminación de arvenses con la ayuda de las herramientas de trabajo de campo, como machetes y posteriormente se utilizó un rastrillo para recoger los restos de la limpieza en el área de trabajo.

2.6.3 Preparación del terreno

Se realizaron mediciones del área de estudio, encuadre y delimitación de las unidades experimentales. También se hizo uso de las herramientas de trabajo como azadón y rastrillo para remover el suelo a una profundidad de 20 cm en cada unidad experimental, mediante esta actividad lograremos airear el suelo dándole una estructura granular adecuada suficiente para un mejor desarrollo radicular y un óptimo drenaje interno, además, se realizó el surcado en cada unidad experimental haciendo montículos altos para evitar encharcamientos alrededor de las plantas.

2.6.4 Aplicación de Compost estiércol de caprino.

Para garantizar un suelo saludable y equilibrado, se procedió a integrar 1.56 kg de compost de estiércol de caprino en cada unidad experimental debido a que es un producto orgánico el cual ayudará a contribuir a la fertilización del suelo y a la actividad microbiana, esto antes de realizar la siembra, con el fin de preparar las condiciones óptimas para el desarrollo de los cultivos.

2.6.5 Siembra de acelga

La siembra de acelga se realizó el 30 de junio de 2024 de manera directa, colocando dos semillas por sitio de siembra. En la cual se utilizó cuatro distancias diferentes las cuales fueron representadas de la siguiente manera, el tratamiento I con una distancia de 0.15 m entre plantas, el tratamiento II con una distancia de 0.25 m entre plantas, el tratamiento III

con una distancia de 0.35 m entre plantas y por último el tratamiento IV con una distancia de 0.45 m entre plantas.

2.6.6 Emergencia de la acelga

A los 6 días de realizar la siembra directa, se evidenció que las plantas comenzaron a emerger, mostrando los primeros signos de germinación. La rápida emergencia también indica que las condiciones del suelo, como la humedad y la temperatura, fueron adecuadas para favorecer el crecimiento temprano de la acelga.

2.6.7 Frecuencia de Riego

El riego se lo realizó manualmente el cual es una técnica tradicional y comúnmente utilizada para suministrar agua a las plantas. Consiste en verter agua directamente sobre el suelo alrededor de las plantas utilizando una regadera en el área establecida, este riego se lo realizó cada dos días según las necesidades del cultivo ya que al regar en exceso puede causar problemas como la pudrición de las raíces o al desarrollo de enfermedades.

2.6.8 Control y manejo de arvenses

Las actividades de limpieza y manejo de las hileras se realizaron de forma manual en cada una de las hileras de cada unidad experimental. Este procedimiento tuvo como objetivo principal evitar la competencia entre las plantas por nutrientes, luz y agua, esta labor se llevó a cabo dos veces por semana.

2.6.9 Toma de datos

La primera toma de datos en el cultivo de acelga se lo realizó el 20 de julio de 2024, la segunda toma de datos el 30 de julio de 2024, la tercera toma de datos el 9 de agosto de 2024, la cuarta toma de datos el 19 de agosto de 2024 y la quinta toma de datos el 29 de agosto de 2024, donde se midió la longitud y el ancho de las hojas.

2.6.10 Cosecha

La cosecha se llevó a cabo de forma manual a los 60 días después de la siembra, donde la acelga obtuvo una altura mayor de 40 cm y sus hojas una longitud mayor de 30 cm. Se realizó la última toma de datos faltantes del ensayo, como el peso de frutos seleccionados en kilogramos con la ayuda de una báscula digital y el rendimiento agrícola de todos los

frutos de cada unidad experimental el cual se convirtió en toneladas por hectárea, cabe mencionar que al momento de pesar no se tomó en cuenta la raíz.

2.7 Variables a evaluar

2.7.1 Longitud foliar

Esta variable se midió la longitud de las hojas utilizando una cinta métrica, en la cual su unidad de medición fue en cm. Las mediciones se realizaron en 21 días después de la siembra y con una frecuencia de recolección de datos de 10 días.

2.7.2 Diámetro foliar

La medición del diámetro de la hoja se realizó con la ayuda de una cinta métrica, en la cual su unidad de medición fue en cm. Los datos fueron tomados después de 21 días de la siembra y con una frecuencia de toma de datos de 10 días. Este procedimiento permitió captar de manera sistemática y precisa la evolución del ancho de las hojas en relación con el tiempo.

2.7.3 Peso de la planta

Para esta variable, se procedió a pesar individualmente cada planta seleccionada, utilizando una báscula digital para garantizar la exactitud de las mediciones. Los valores obtenidos fueron registrados y expresados en Kilogramos, asegurando que cada dato reflejara con fidelidad el peso de las plantas analizadas.

2.7.4 Rendimiento agrícola (t/ha)

El peso total de todas las plantas de cada unidad experimental fue calculado a partir de las mediciones realizadas en las plantas seleccionadas y los resultados obtenidos se convirtieron a toneladas por hectáreas t/ha. Este proceso permitió estandarizar los datos, facilitando la comparación y análisis de la producción en términos de rendimiento por superficie cultivada y se aplicó la siguiente fórmula usada por Guadalupe (2022).

$$\text{Rendimiento en t/ha} = \frac{\text{Rendimiento en kg}}{\text{Área (ha)}}$$

2.7.5 *Análisis económico de la relación B/C*

Para el análisis se consideró los costos totales en la implementación del proyecto de cada uno de los tratamientos con la finalidad de poder determinar la relación beneficio- costo y para ello se aplicó la siguiente ecuación utilizada por Guadalupe (2022).

$$Relacion \frac{B}{C} = \frac{\text{Beneficio Neto}}{\text{Costo Totales}}$$

2.8 *Análisis de datos estadísticos*

Para el proceso estadístico de datos se utilizó el programa InfoStat, con una confiabilidad en la estimación del 95% ($\alpha=0.05$) para establecer el comportamiento agronómico del cultivo de acelga cultivar Fordhook Giant, bajo diferentes distancias de siembra, para lo cual, se utilizó el análisis de varianza (ANAVA) para evaluar las variables de interés, incluyendo la longitud y diámetro de las hojas, el rendimiento agrícola, este análisis se fundamenta en un diseño cuadrado latino 4 x 4, que permite minimizar dos fuentes de variabilidad, facilitando la evaluación de cada tratamiento en diversas combinaciones de factores de bloqueo, debido a que se presentan dos factores no controlados. En el caso de que se hubieran presentado diferencias estadísticas en los distintos tipos de siembra, se aplicó prueba de rangos y comparaciones múltiples (pruebas Tukey), para identificar entre qué distancias de siembra existen diferencias o similitudes. Este análisis se realizó utilizando el software InfoStat para obtener una comprensión detallada del impacto de las distancias de siembra en el cultivo.

CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Evolución de la dinámica del crecimiento de la longitud y diámetro en relación con el tiempo.

3.1.1 *Dinámica de crecimiento de la longitud foliar.*

En la Tabla 6 se observan los resultados obtenidos de la variable longitud de las hojas de acelga (*Beta vulgaris* L. cult. Fordhook Giant) evaluados a los 20, 30, 40, 50 y 60 días después de la siembra (DDS), el cual mediante el análisis de la varianza se logró determinar que los tratamientos no presentaron diferencias estadísticas significativas ($P>0.05$) a los 20 días, dado que todos los tratamiento mostraron un valor promedio de 2.3 cm, en la fase inicial de crecimiento sobre las diferentes distancias de plantación, lo cual no influyeron de manera significativa en el desarrollo foliar.

A partir de los 30 días, se encontraron diferencias altamente significativas ($P<0.01$), donde el T₂ presentó el mayor promedio de longitud con 5.1 cm, mientras que el T₄ presentó el valor más bajo con 4.5 cm, estos resultados alcanzados en esta investigación se aproximan a los realizados por Guadalupe (2022) en Manabí, donde reportó promedio de 5.9 y 5.4 cm en las características foliares de la variedad Fordhook Giant, bajo la incorporación de abonos orgánicos foliares en condiciones de campo abierto.

A los 40 días, la longitud de las hojas no mostró diferencias significativas entre tratamientos, en la prueba de Tukey, sin embargo, aunque el ($P<0.05$) indica la posibilidad de diferencias, los resultados sugieren que las longitudes tiene un efecto similar en este periodo, destacándose nuevamente el T₂, con mayor promedio de 10.2 cm, y el T₄ presentó longitudes ligeramente menores, con 9.9 cm, estos resultados, en esta investigación, son inferiores según los hallazgos realizados por Pazmiño (2016), quien comparo tres variedades de acelga, donde la variedad Fordhook Giant mostró promedios de 13.9 a 14.4 cm bajo la fertilización orgánica foliar, desarrollado en Los Ríos, lo cual indica que en ambos estudios se atribuyen a la misma variedad, como la fertilización orgánica aplicada y a la densidad de siembra.

A los 50 días, no se observaron diferencias estadísticas significativas ($P>0.05$), los tratamientos mostraron valores similares, con promedios entre 20.4 cm y 20.6 cm, lo que sugiere que las distancias de siembra entre plantas dejaron de influir significativamente en

la longitud, estos resultados son cercanos a los reportados por Núñez (2016), al evaluar dos variedades de acelga con tres niveles de fertilizantes foliares (Vigor Top), donde la variedad Fordhook Giant presentó promedios de 23.1 cm.

Finalmente, a los 60 días, se detectaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), el T₂ presentó el valor más alto, con 30.7 cm, mientras que el T₄, mostró un menor promedio de 30.1 cm, aunque estas diferencias son moderadas y no podrían influir significativamente en el rendimiento final del cultivo, estos resultados sugieren que las distancias de siembra intermedias, el T₂, siguen siendo favorables en el crecimiento de las características foliares, estos resultados son consistentes con estudios como el de Ardisana et al. (2020), quienes observaron valores cercanos a 33.2 cm en Manabí, sobre los efectos del crecimiento y rendimiento de la acelga, mientras que Romero *et al.* (2023), al analizar la respuestas productiva en acelga a diferentes distancias de siembra, reportaron un promedio de 39.9 cm, siendo mayor a los tratamientos observados en esta investigación, estos estudios podrían haberse visto influenciados por las condiciones ambientales y a las prácticas de manejo.

Tabla 6. Promedios de la longitud foliar de la acelga (*Beta vulgaris* L.) en diferentes etapas de crecimiento

Tratamientos	Longitud de hojas (cm)				
	20 días	30 días	40 días	50 días	60 días
T ₁ (0.50 x 0.15 m)	2.3 a	4.7 b	9.9 a	20.4 a	30.5 b
T ₂ (0.50 x 0.25 m)	2.3 a	5.1 a	10.2 a	20.6 a	30.7 a
T ₃ (0.50 x 0.35 m)	2.3 a	4.6 b	10.1 a	20.5 a	30.3 b
T ₄ (0.50 x 0.45 m)	2.3 a	4.5 b	9.9 a	20.4 a	30.1 c
CV %	4.80	11.60	5.36	4.49	1.15
P ≤ 0.05	0.1318	0.0001	0.0279	0.7291	0.0001

Nota: CV %= Coeficiente de variación, **P-valor** >0,05 = no existe diferencias estadísticas, **P-valor** <0,05 = existe diferencias estadísticas, **P-valor** <0,01= existe diferencia altamente significativa, método Tukey, medias con una letra común no son significativamente diferente ($p > 0,05$).

3.1.2 Dinámica del crecimiento del diámetro foliar.

En la Tabla 7 presenta la variable diámetro de la acelga evaluados a los 20, 30, 40, 50 y 60 días después de la siembra (DDS), el cual mediante el análisis de la varianza señala que, a los 20 días en la fase de crecimiento, presentó diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre los tratamientos, donde el T₂ presentó el mayor promedio de diámetro, alcanzando 1.4 cm, mostrando un mejor crecimiento a diferencia de los demás tratamientos,

por otro lado, el T₄ alcanzó un menor promedio con 1.2 cm, lo que refleja un desempeño menos favorable en el crecimiento.

A los 30 días, se identificaron diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$), el T₄ registro el mayor promedio con 2.7 cm, sin embargo, el T₁, presentó un menor promedio de 2.4 cm, aunque estas diferencias son pequeñas y podrían no tener implicaciones prácticas relevantes, estos resultados son consistentes a los reportados por Alexis y Enrique (2023), quienes obtuvieron promedios de 2.6 cm a los 30 días sobre el comportamiento agronómico de la acelga realizados en la Maná, reforzando la idea de que la distancia de siembra puede tener un impacto significativo en el crecimiento de las plantas.

A los 40 días, no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$), los promedios del diámetros se mantuvieron muy cercanos entre sí, con valores que oscilan entre 5.1 cm del T₁ y 5.5 cm T₄, lo que indica que en estas etapas de desarrollo, la distancia de plantación no afecto de manera significativa en el crecimiento del diámetro, resultados similares fueron reportados por Ibarra (2021), quien observó promedios de 5.0 a 6.7 cm en acelgas en Milagro bajo la fertilización con biol en campo abierto.

A los 50 días, aunque no hubo diferencia significativa ($P > 0.05$), se observa que los tratamientos con mayor espacio entre plantas, mostraron un promedio de 11.4 cm en el T₄, mientras que el T₁ registró un menor promedio con 11.0 cm, además en estudios previos como el de Guadalupe (2022), sobre los efectos en la incorporación de abonos orgánicos foliares en el crecimiento de las plantas de acelga realizado en la Maná, reportó a los 50 días promedios de 10.2 y 11.7 cm, siendo similares a los resultados obtenidos a los 50 días.

Finalmente, se evidencia una diferencia altamente significativa ($P < 0.01$), a los 60 días, el T₂ alcanzó un mayor promedio de 15.4 cm, y el T₄ presentó el menor promedio con 15.0 cm, resultados similares fueron reportados por Quimis (2018), sobre la evaluación de productos nitrogenados en el comportamiento agronómico de las acelgas, realizado en Manabí, registrando un valor de 14.9 cm en el diámetro foliar, por otro lado, Ardisana *et al.* (2020), obtuvieron promedios de 17.7 cm, esto gracias a la influencia de bioestimulantes sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de acelga, siendo superior a los resultados

alcanzados en esta investigación, esto podría atribuirse a la distancia de siembra y a los fenómenos estudiados.

Tabla 7. Promedios del diámetro foliar de la acelga (*Beta vulgaris* L.) en diferentes etapas de crecimiento

Tratamientos	Diámetro de hojas (cm)				
	20 días	30 días	40 días	50 días	60 días
T ₁ (0.50 x 0.15 m)	1.3 b	2.4 b	5.1 a	11.0 a	14.5 c
T ₂ (0.50 x 0.25 m)	1.4 a	2.5 ab	5.4 a	11.3 a	15.4 a
T ₃ (0.50 x 0.35 m)	1.2 bc	2.5 ab	5.3 a	11.4 a	15.2 ab
T ₄ (0.50 x 0.45 m)	1.2 c	2.7 a	5.5 a	11.4 a	15.0 b
CV %	10.76	17.17	12.36	6.41	4.44
P ≤ 0.05	0.0001	0.0308	0.2009	0.0610	0.0001

Nota: CV %= Coeficiente de variación, **P-valor** >0,05 = no existe diferencias estadísticas, **P-valor** <0,05 = existe diferencias estadísticas, **P-valor** <0,01= existe diferencia altamente significativa, método Tukey, medias con una letra común no son significativamente diferente (p>0,05).

3.2 Rendimiento agrícola (t/ha)

En la Tabla 8 presentan el análisis del rendimientos agrícolas en (t/ha) en función a las diferentes distancia de siembra, el cual, mediante el análisis de la varianza, se detectaron diferencias altamente significativas (P<0.01), donde, el T₁ (0.50 x 0.15 m), con una densidad de 133.33 plantas/hectáreas, registró el rendimiento más alto de 77.10 (t/ha), sin embargo, este alto rendimiento se asocia con una fuerte competencia entre plantas por recursos, lo que afecto la calidad y salud general de las plantas, por otro lado, el T₂ (0.50 x 0.25 m), logró un rendimiento de 47.60 (t/ha) con 80.00 plantas/hectáreas, esta plantación muestra una mejor adaptación a las variación ambientales durante su etapa de crecimiento, lo que conduce a plantas más saludables, y a la mejora del espacio para su cosecha y riego debido a una menor competencia por recursos, en comparación con estudios previos, el rendimiento del T₂ con 47.60 (t/ha), es significativamente superior a los reportados por Ardisana *et al.* (2020), con un rendimiento agrícola de 35.20 (t/ha), donde aplicaron fertilizante NPK al crecimiento y rendimiento de la acelga, lo que tuvo un impacto positivo, además, (Chumbipuma, 2019), en su investigación bajo la densidad de siembra en la producción orgánica de acelga, obtuvo un rendimiento de 30.52 (t/ha), esta producción fue menor al T₃ con 32.93 (t/ha), lo que diferencia que cada rendimiento alcanzado en este experimento, podría haberse atribuidos a los factores ambientales, específicamente a la humedad del suelo y a la temperatura que podrían haber influido en el rendimiento agrícola.

Tabla 8. Análisis del rendimiento agrícola (t/ha) de acelga (*Beta vulgaris* L. Fordhook Giant bajo cuatro distancias de siembra (0,15 m; 0,25 m; 0,35 m; 0,45 m)

Tratamientos	Rendimiento (t/ha)
T ₁ (0.50 x 0.15 m)	77.10 a
T ₂ (0.50 x 0.25 m)	47.60 b
T ₃ (0.50 x 0.35 m)	32.93 c
T ₄ (0.50 x 0.45 m)	27.45 d
CV %	0.83
P 0.05	0.0001

Nota: CV %= Coeficiente de variación, **P-valor** >0,05 = no existe diferencias estadísticas, **P-valor** <0,05 = existe diferencias estadísticas, **P-valor** <0,01= existe diferencia altamente significativa, método Tukey, medias con una letra común no son significativamente diferente (p>0,05).

3.3 Análisis económico de la relación beneficio costo

En la Tabla 9 se presenta un análisis económico de la producción agrícola a través de la evaluación de las diferentes distancias de siembra para la acelga, realizado en base a una hectárea para todos los tratamientos (T1, T2, T3, T4). Se desglosan los costos en varias categorías. En la preparación del suelo que incluyen actividades de arado y rastra, con un costo de \$45 por hora para cada actividad, sumando un total de \$90. Luego la mano de obra para la siembra, que abarca el jornal correspondiente a la siembra y el control fitosanitario, asciende a \$60. En cuanto al control de malezas y fertilización, se invierten \$30 en el control de malezas y \$90 en compost caprino, siendo los costos de fertilización adicionales de \$30. En el riego, los costos son de \$294.99, incluyendo la bomba de riego y la cinta de goteo, más \$15 por la aplicación de riego. El costo de la cosecha y el transporte (campo) se estima en \$192, y el transporte para la distribución en \$75. El costo total varía según el tratamiento: para T1 es de \$899.89, T2 \$895.35, T3 \$872.81, y T4 \$854.81. Este análisis proporciona una visión integral de los costos asociados con cada tratamiento, reflejando la inversión requerida para cada una de las distancias de siembra evaluadas.

Tabla 9. Costo de producción para el cultivo de acelga (Fordhook Giant) en 1 ha según las diferentes distancia

Preparación del suelo				Distancia de siembra			
Concepto	U/M	Cantidad	Costo Unit \$	T1	T2	T3	T4
Arado	Horas	1	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00
Rastra	Horas	1	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00
Manejo agronómico							
Semilla							

Semilla de acelga	kg	5	4.54	22.70	18.16	13.62	13.62
Siembra	Jornal	1	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Control fitosanitario							
Extracto de Neem	Litros	1	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20
Bomba de mochila	Unidad	1	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
Fumigación	Jornal	1	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Control de malezas	Jornal	2	15.00	30.00	30.00	30.00	30.00
Fertilización							
Compost caprino	Saco 40 Kg	12	9.00	90.00	90.00	72.00	54.00
Fertilización	Jornal	2	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Riego							
Bomba de riego	Sistema	1	129.99	129.99	129.99	129.99	129.99
Cinta de goteo	Rollo	1	165.00	165.00	165.00	165.00	165.00
Aplicación de riego	Jornal	1	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Transporte							
Cosecha	Jornal	12	15.00	180.00	180.00	180.00	180.00
Transporte (campo)	Camión	1	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
Comercialización							
Transporte (distribución)	Camión	1	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00
COSTO TOTAL \$				899.89	895.35	872.81	854.81

A continuación, en la siguiente Tabla 10 se muestra la rentabilidad y la relación beneficio/costo, indicando que el tratamiento correspondiente a la distancia de siembra de 0.50 m x 0.25 m alcanzó la mayor rentabilidad con un valor de 1.13 y una relación beneficio/costo de 2.13, generando ingresos netos de \$1,008.65. Comparativamente, el tratamiento de 0.50 m x 0.15 m tuvo una rentabilidad de 0.71 y una relación beneficio/costo de 1.71, con ingresos netos de \$642.11; el tratamiento de 0.50 m x 0.35 m alcanzó una rentabilidad de 0.51 y una relación beneficio/costo de 1.51, con ingresos netos de \$444.39; y el tratamiento de 0.50 m x 0.45 m mostró una rentabilidad de 0.28 y una relación beneficio/costo de 1.28, con ingresos netos de \$243.19.

Tabla 10. Análisis económico de la relación beneficio/costo

Distancia de siembra	Costo total (\$/ha)	Prod. (t/ha)	Precio de venta (\$ /t)	Ingreso (\$/ha)	Beneficio neto	Rel. B/C	Rent. (%)
0,50 m x 0,15 m	899.89	7.71	200.00	1 542.00	642.11	1.71	0.71
0,50 m x 0,25 m	895.35	4.76	400.00	1 904.00	1 008.65	2.13	1.13
0,50 m x 0,35 m	872.81	3.293	400.00	1 317.20	444.39	1.51	0.51
0,50 m x 0,45 m	854.81	2.745	400.00	1 098.00	243.19	1.28	0.28

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

A lo largo de este trabajo experimental, se han realizado mediciones que permiten una comprensión más profunda del fenómeno estudiado. Los resultados obtenidos no solo aportan evidencias significativas sobre las variables analizadas, sino que también abren la puerta a nuevas preguntas e investigaciones en el campo, que permiten concluir con:

Por tanto, se determinó que el T₂ (0.50 m x 0.25 m) presentó mejores resultados en el crecimiento de la longitud y diámetros de las hojas de acelga (Fordhook Giant), destacándose como el tratamiento más favorable en el desarrollo de las características foliares en la comuna San Pedro.

En consecuencia, el T₂ (0.50 m x 0.25 m) se consideró el más apropiado en términos de rendimiento combinados y características vegetativas, logrando una mejor calidad en las hojas y en la producción en comuna San Pedro - Parroquia Manglaralto.

Finalmente, el análisis económico permitió concluir que el T₂ fue el más rentable y eficiente para el cultivo de acelga, destacándose por su equilibrio entre costos y beneficios, lo que lo convierte en la opción más viable desde en el punto de vista económico y productivo.

Recomendaciones

- Se recomienda adoptar una distancia de plantación de 0.50 m x 0.25 m para el cultivo de acelga. Esta distancia no solo impulsa un mejor crecimiento vegetativo, sino que también contribuye a un manejo agronómico sostenible, especialmente en áreas con limitaciones hídricas.
- Para un mejor rendimiento agrícola, se aconseja mantener la distancia de siembra de 0.50 m x 0.25 m, ya que esta se adapta a las condiciones ambientales y favorece a las características foliares, lo cual también facilitó la cosecha y se obtuvo plantas más saludables.
- Aunque el diseño cuadrado latino permitió minimizar los efectos de la humedad del suelo y la temperatura, se recomienda medir estos factores durante el ciclo de crecimiento de la acelga. Esto permitirá validar aún más el diseño experimental y comprender cómo estos factores pueden afectar el rendimiento del cultivo, facilitando mejoras en futuros estudios.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, F.E. (2015) Respuesta del cultivo de acelga (*Beta vulgaris* var. *Cicla* L.) a la fertilización orgánica foliar. Trabajo de integración curricular. Universidad de Guayaquil.
- Alexis, B.G.J. and Enrique, V.C.J. (2023) Evaluación del comportamiento agronómico del cultivo de acelga (*Beta vulgaris*) con diferentes dosis de abono orgánico en la Parroquia Guasaganda. Trabajo de integración curricular. Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión la Maná.
- Ardisana, E. *et al.* (2020) ‘Influencia de bioestimulantes sobre el crecimiento y el rendimiento de cultivos de ciclo corto en Manabí, Ecuador’, *Cultivos tropicales*, 41(4), pp. 2–16.
- Bravo, E. and Armendáris, E. (2014) ‘Soberanía alimentaria y acceso a semillas hortícolas en Ecuador’, *La Granja. Revista de Ciencia de la vida*, pp. 45–57. Available at: http://lagranja.ups.edu.ec/documents/1317427/6642419/Lgr_n20_Alvarez_Bravo_Armendariz.pdf (Accessed: 1 September 2024).
- Cabanilla, M. (2016) ‘Gestión estratégica global para las empresas de productos alimenticios orgánicos no tradicionales caso Ecuador’, *Investigación Tecnológica e innovación*, pp. 127–142.
- Calle, R.R. (2017) Evaluación agronómica del pepinillo (*Cucumis sativus* L.) híbrido diamante, cultivado aplicando diferentes abonos orgánicos en el Cantón Camandá, Provincia De Chimborazo. Trabajo de integración curricular. Universidad Técnica de Ambato.
- Cedeño, L.G. (2015) Comportamiento agronómico del cultivo de acelga (*Beta vulgaris* L) con diferentes abonos orgánicos en la Unidad Educativa Calazacón de Santo Domingo de los Tsáchilas, año 2014. Trabajo de integración curricular. Universidad técnica estatal de Quevedo.
- Chumbipuma, J.L. (2019) Densidad de siembra y abonos foliares en la producción orgánica de acelga (*Beta vulgaris* L. var. *cicla*) en la molina. Tesis de grado. Universidad Agraria La Molina.
- Conforme, A.B. (2022) Efectos del Compost Caprino en el rendimiento del pasto *Brachiaria brizantha* cv. Marandú, En Rio Verde, Santa Elena. Trabajo de integración curricular. Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- Costa, S.M. *et al.* (2003) ‘Caracterización de acelga fresca de Santiago del Estero (Argentina). Comparación del contenido de nutrientes en hoja y tallo. Evaluación de los carotenoides presentes’, *Ciencia y tecnología de los alimentos*, 23(1), pp. 33–37.
- Cuamacás, C.L. and Sinche, J.M. (2014) Estudio de factibilidad para el fomento de la agricultura orgánica urbana de hortalizas (acelga) en el sector de la Argelia Alta. Tesis de grado. Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito.
- Delfino, M.A. *et al.* (2007) ‘Áfidos (Hemiptera, Aphididae) de interés económico en la provincia de Santa Cruz RIA’, *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, pp. 147–154.

- Delgado, J.A. (2016) Evaluación de tres variedades de acelga (*Beta vulgaris* L.) cultivadas en el sistema hidropónico. Guayaquil: Facultad de Ciencias Agrarias Universidad de Guayaquil.
- Dotor, M.Y. and Morillo, A.C. (2018) 'Periodo crítico de competencia entre zanahoria (*Daucus carota* L.) y malezas', *Revista de Ciencias Agrícolas*, 35(1), pp. 5–15. Disponible en: <https://doi.org/10.22267/rcia.183501.78>.
- Du Jardín, P. (2015) 'Bioestimulantes vegetales: Definición, concepto, principales categorías y regulación', *Ciencia hortícola*, 196, pp. 3–14.
- FAO (2015) *Perfil de País-Ecuador., Organización de las Naciones Unidad para la Alimentación y la Agricultura*. Disponible en: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/9c7e3d2c-153e-4c51-b8a8-48f2d9c195c1/content> (Accessed: 1 September 2024).
- FAOSTAT (2024) *Cultivos y producción de ganadería, Organización de las Naciones Unidad para la Alimentación y la Agricultura*. Disponible en: <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL/visualize> (Accessed: 1 September 2024).
- Flores, G.L. (2020) Producción de acelga (*Beta vulgaris* L.var. Fordhook Giant) con uso de dos fuentes de agua salina en hidroponía-sistema raíz flotante bajo condiciones de invernaderos en Arequipa. Trabajo de integración curricular. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Frutícola (2023) *Cultivo de acelgas en el huerto, Agronotips*. Disponible en: <https://www.portalfruticola.com/noticias/2023/11/16/cultivo-de-acelgas-en-el-huerto/> (Accessed: 5 December 2024).
- Giaconi, V. (2004) *Cultivo de Hortalizas*. Novena Edición. España: Editorial Universitaria.
- Google Maps (2024) *Finca Gonzabay*. Disponible en: <https://www.google.com/maps> (Accessed: 15 October 2024).
- Guadalupe, S.Y. (2022) Efecto de la incorporación de abonos orgánicos foliares y edáficas en diferentes dosis en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris*). Trabajo de integración curricular. Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión la Maná.
- Ibarra, G.J. (2021) Efecto de la fertilización de Biol en la producción de acelga bajo condiciones de campo abierto. Trabajo de integración curricular. Universidad Agraria del Ecuador.
- Jiménez, A.E. and González, A.V. (2017) 'Lineamientos agroecológicos para el desarrollo del agro ecoturismo en páramos', *Turismo y Sociedad*, 21(1), pp. 253–273. Disponible en: <https://doi.org/10.18601/01207555.n21.12>.
- Leal, M.Y.G. *et al.* (2018) 'Producción de alimentos en huertos familiares con camas biointensivas, en España, laxcala', *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 1(11), pp. 2139–2148. Disponible en: <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i11.783>.
- Marín, C. and García, P. (2019) 'El diseño de experimentos en la investigación agrícola', *TAYACAJA*, 1(2). Disponible en: <https://doi.org/10.46908/rict.v1i2.28>.
- Martínez, A. *et al.* (2003) *Postcosecha y mercadeo de hortalizas de clima frío bajo prácticas de producción sostenible*.

- Meléndez, N.D. (2015) Comportamiento agronómico del cultivo de acelga (*Beta vulgaris* L.) con diferentes abonos orgánicos en la finca experimental la María, año 2014. Trabajo de integración curricular. Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Mendoza, D. *et al.* (2018) ‘Control de *etranychus urticae* koch (Acari: etranychidae) con *Bacillus subtilis* en hojas de fresa (*Fragancia vesca*)’, *Agronomía Costarricense* [Preprint]. Disponible en: <https://doi.org/10.15517/rac.v43i1.35676>.
- Morán, A.R. (2017) Estudio del comportamiento agronómico del cultivo de acelga (*Beta vulgaris* L.), bajo fertilización orgánica edáfica y foliar. Tesis de grado. Universidad Técnica de Babahoyo.
- Mzoughi, Z. *et al.* (2019) ‘Hojas de acelga silvestre comestible (*Beta vulgaris* L. var. cicla): composición nutricional, fitoquímica y actividades biológicas’, *Investigación alimentaria internacional*, 119, pp. 612–621.
- Navarro, M. (2018) ‘Nivelación de tierras: una opción viable para el uso eficiente y gestión sustentable del agua en la agricultura’, *Ingeniería y Región*, 20, pp. 103–110. Disponible en: <https://doi.org/10.25054/22161325.2504>.
- Núñez, C.A. (2016) Evaluación de dos variedades de acelga (*Beta vulgaris* var. *Cicla* L.) con tres niveles de fertilizantes foliar (Vigor Top) en ambiente protegido. Trabajo de integración curricular. Universidad Mayor de San Andrés.
- Osnayo, I. and Romero, M.J. (2015) ‘En el control de alternaría porri en la cebolla, *Cassida vittata* en acelga *Bemisia tabaci* en zucchini, en la asociación de turismo comunitario Tambo Jatarishun-Cotacachi’, 1(1), pp. 1–5.
- Pazmiño, J.J. (2016) Estudio del comportamiento agronómico de tres cultivares de Acelga (*Beta vulgaris*), con hidrolato de leguminosa en té de estiércol mediante sistema organopónico en la zona de Babahoyo. Trabajo de integración curricular. Universidad Técnica de Babahoyo.
- Pérez, D.J.C. and Yáñez, D.M.M. (2023) Requerimiento hídrico de la acelga (*Beta vulgaris* var. *Cicla* L.) bajo condiciones de bioespacio. Trabajo de integración curricular. Universidad de Córdova.
- Pérez, R.D.A. *et al.* (2018) ‘Indicadores morfofisiológicos y productivos del pimiento sembrado en invernadero y a campo abierto en las condiciones de la Amazonía ecuatoriana’, *Revista Centro Agrícola*, 45(1), pp. 14–23.
- Quimis, G.L. (2018) Evaluación de productos nitrogenados en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris*). Trabajo de integración curricular. Universidad Estatal del Sur de Manabí.
- Rodríguez, E.N. (2020) Comportamiento agronómico de la Acelga (*Beta Vulgaris* L.) a la aplicación de Azolla y Anabaena más Microorganismos de Montaña Activados, en Ricaurte Provincia de los Ríos. Trabajo de integración curricular. Universidad Técnica de Babahoyo.
- Rodríguez, Y. *et al.* (2016) ‘Efecto de dos abonos orgánicos (compost y biol) sobre el desarrollo morfológico de (*Beta vulgaris* L. var. cicla) bajo condiciones de invernadero’, *Revista Amazónica. Ciencia y Tecnología*, 5(2), pp. 103–117.
- Rojas, N.A.R. (2013) *Beneficios de las acelgas, una verdura con muchos nutrientes, Mejor con Salud*. Disponible en: <https://mejorconsalud.as.com/beneficios-de-las-acelgas-con-muchos-nutrientes/> (Accessed: 1 September 2024).

- Romero, Y. *et al.* (2023) ‘Respuesta productiva de la acelga (*Beta vulgaris* var. *cicla* L.), a diferentes distancias y frecuencias de poda en condiciones de campo’, *Hombre, Ciencia y Tecnología*, 27(2), pp. 102–109. Disponible en: <http://hct.cigetgtmo.co.cu/revistahct/index.php/hct/article/view/1343> (Accessed: 25 September 2024).
- Salamanca, V. (2015) *Acelga todo el año*, *Revista Chacra*. Disponible en: <https://www.revistachacra.com.ar/economias-regionales/acelga-todo-el-ano> (Accessed: 28 August 2024).
- Salas, J.L. (2019) Manejo de Nutrición Considerando Capacidad de Extracción de Fertilizantes en la Producción de Acelga (*Beta vulgaris*). Tesis de grado. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Sánchez (2024) *Prevención y tratamiento de la plaga del pulgón*, *Jardinería Sánchez*. Disponible en: <https://jardineriasanchez.com/como-detectar-prevenir-y-erradicar-la-plaga-del-pulgón/> (Accessed: 5 December 2024).
- Torres, M.M. *et al.* (2017) ‘Influencia de la humedad relativa y la temperatura en la densidad poblacional de *Rumina decollata* (L.) (Gastropoda: Subulinidae) en el Organopónico Vivero Alamar’, *Fito sanidad*, 21(2), pp. 61–65.
- Touzet, P. *et al.* (2018) ‘Diversidad cloroplástica y nuclear de remolachas silvestres a gran escala geográfica: información sobre la historia evolutiva de la sección Beta’, *Ecología y Evolución*, 8(5), pp. 2890–2900.
- Valencia, M. (2024) *Guía: Instructivo para realizar la siembra indirecta*, *Innovación agrícola*. Disponible en: https://www.hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?id=41&main_page=page (Accessed: 1 September 2024).
- Verde, E.R. (2019) *La Acelga, Huertos en Casa | Huertos Urbanos*. Disponible en: <https://elrincon-verde.com/la-acelga/> (Accessed: 28 August 2024).
- Viera, W.F. *et al.* (2020) ‘Control Biológico: Una herramienta para una agricultura sustentable, un punto de vista de sus beneficios en Ecuador’, *Revista de la Biosfera Selva Andina*, 8(2), pp. 128–149.
- Yampa, E.M. (2020) Evaluación del rendimiento de dos variedades de acelga (*Beta vulgaris* var. *cycla*) con diferentes dosis de abono foliar (AOLA) en ambiente atemperado, en la experimentación de cota. Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andrés.

ANEXOS

Tabla 1A. Cuadro del análisis de la varianza (ANAVA) de la longitud foliar a los 20 días

F.V	SC	gl	CM	F	P-valor
Modelo	0.13	9	0.01	1.15	0.3313
Tratamiento	0.07	3	0.02	1.90	0.1318
Hileras	0.02	3	0.01	0.66	0.5750
columnas	0.03	3	0.01	0.88	0.4506
Error	1.82	150	0.01		
Total	1.94	159			

Tabla 2A. Cuadro del análisis de la varianza (ANAVA) de la longitud foliar a los 30 días

F.V	SC	gl	CM	F	P-valor
Modelo	9.02	9	1.00	3.35	0.0009
Tratamiento	8.20	3	2.73	9.13	0.0001
Hileras	0.32	3	0.11	0.35	0.7870
columnas	0.50	3	0.17	0.56	0.6452
Error	44.92	150	0.30		
Total	53.94	159			

Tabla 3A. Cuadro del análisis de la varianza (ANAVA) de la longitud foliar a los 40 días

F.V	SC	gl	CM	F	P-valor
Modelo	5.26	9	0.58	2.03	0.0398
Tratamiento	2.7	3	0.9	3.12	0.0279
Hileras	0.94	3	0.31	1.08	0.3577
columnas	1.63	3	0.54	1.88	0.1352
Error	43.24	150	0.29		
Total	4.5	159			

Tabla 4A. Cuadro del análisis de la varianza (ANAVA) de la longitud foliar a los 50 días

F.V	SC	gl	CM	F	P-valor
Modelo	1.1	9	0.12	0.14	0.9982
Tratamiento	1.1	3	0.37	0.43	0.7291
Hileras	0	3	0.00	0.00	0.9999
columnas	0	3	0.00	0.00	0.9999
Error	126.80	150			
Total	127.90	159			

Tabla 5A. Cuadro del análisis de la varianza (ANAVA) de la longitud foliar a los 60 días

F.V	SC	gl	CM	F	P-valor
Modelo	8.13	9	0.90	7.42	0.0001
Tratamiento	7.64	3	2.55	20.89	0.0001
Hileras	0.3	3	0.10	0.83	0.4811

columnas	0.19	3	0.06	0.53	0.6615
Error	18.28	150	0.12		
Total	26.41	159			

Tabla 6A. Cuadro del análisis de la varianza (ANAVA) del diámetro foliar a los 20 días

F.V	SC	gl	CM	F	P-valor
Modelo	0.94	9	0.10	5.43	0.0001
Tratamiento	0.89	3	0.30	15.5	0.0001
Hileras	0.02	3	0.01	0.36	0.7812
columnas	0.02	3	0.01	0.42	0.7313
Error	2.87	150	0.02		
Total	3.81	159			

Tabla 7A. Cuadro del análisis de la varianza (ANAVA) del diámetro foliar a los 30 días

F.V	SC	gl	CM	F	P-valor
Modelo	2.23	9	0.25	1.31	0.2358
Tratamiento	1.73	3	0.58	3.04	0.0308
Hileras	0.07	3	0.02	0.11	0.9513
columnas	0.44	3	0.15	0.78	0.5095
Error	28.39	150	0.19		
Total	30.62	159			

Tabla 8A. Cuadro del análisis de la varianza (ANAVA) del diámetro foliar a los 40 días

F.V	SC	gl	CM	F	P-valor
Modelo	4.91	9	0.55	1.25	0.2704
Tratamiento	2.05	3	0.68	1.56	0.2009
Hileras	1.07	3	0.36	0.82	0.4854
columnas	1.79	3	0.6	1.36	0.2568
Error	65.63	150	0.44		
Total	70.54	159			

Tabla 9A. Cuadro del análisis de la varianza (ANAVA) del diámetro foliar a los 50 días

F.V	SC	gl	CM	F	P-valor
Modelo	6.00	9	0.67	1.28	0.2510
Tratamiento	3.92	3	1.31	2.51	0.0610
Hileras	1.38	3	0.46	0.89	0.4497
columnas	0.7	3	0.23	0.45	0.7176
Error	78.05	150	0.52		
Total	84.06	159			

Tabla 10A. Cuadro del análisis de la varianza (ANAVA) del diámetro foliar a los 60 días

F.V	SC	gl	CM	F	P-valor
Modelo	19.25	9	2.14	4.80	0.0001

Tratamiento	17.93	3	5.98	13.40	0.0001
Hileras	1.12	3	0.37	0.84	0.4761
columnas	0.2	3	0.07	0.15	0.9293
Error	66.88	150	0.45		
Total	86.13	159			

Tabla 11A. Cuadro del análisis de varianza (ANOVA) del rendimiento agrícola (T/ha)

F.V	SC	gl	CM	F	P-valor
Modelo	5938.96	9	659.88	4452.73	0.0001
Tratamiento	5938.48	3	1979.49	13357.09	0.0001
Hileras	0.13	3	0.04	0.29	0.8282
columnas	0.35	3	0.12	0.79	0.5424
Error	0.89	6	0.15		
Total	2939.85	15			

Caso	Observaciones	Tratamiento	Hileras	Columna	Longitud foliar (cm) 20 días	Diámetro foliar (cm) 20 días	Longitud foliar (cm) 30 días	Diámetro foliar (cm) 30 días	Longitud foliar (cm) 40 días	Diámetro foliar (cm) 40 días
1	1	T1	H-1	C-1	2,10	1,30	5,00	2,30	10,00	3,00
2	2	T1	H-1	C-1	2,40	1,40	5,00	2,30	9,90	3,00
3	3	T1	H-1	C-1	2,30	1,30	4,00	2,00	8,90	2,50
4	4	T1	H-1	C-1	2,20	1,20	4,50	2,30	10,00	2,50
5	5	T1	H-1	C-1	2,50	1,40	5,00	2,20	9,70	2,50
6	6	T1	H-1	C-1	2,20	1,30	4,00	2,20	10,50	2,50
7	7	T1	H-1	C-1	2,40	1,50	4,00	2,40	10,20	2,50
8	8	T1	H-1	C-1	2,30	1,20	5,30	2,00	9,90	2,50
9	9	T1	H-1	C-1	2,30	1,40	4,50	2,00	9,80	2,50
10	10	T1	H-1	C-1	2,30	1,30	5,40	2,00	10,80	2,50
11	11	T1	H-2	C-2	2,20	1,50	4,00	3,00	10,30	2,50
12	12	T1	H-2	C-2	2,50	1,20	4,50	2,50	9,00	2,50
13	13	T1	H-2	C-2	2,10	1,20	5,20	3,00	9,80	2,50
14	14	T1	H-2	C-2	2,30	1,30	6,00	2,20	8,70	2,50
15	15	T1	H-2	C-2	2,40	1,40	6,00	2,00	9,40	2,50

Figura 1A. Recolección de datos para el proceso estadístico en el programa InfoStat

Caso	Tratamiento	Hileras	Columnas	Rendimiento agrícola (T/ha)
1	T1	1	1	77,09
2	T2	2	1	47,73
3	T3	3	1	32,77
4	T4	4	1	26,75
5	T2	1	2	47,71
6	T3	2	2	32,78
7	T4	3	2	27,91
8	T1	4	2	77,39
9	T3	1	3	33,13
10	T4	2	3	27,92
11	T1	3	3	77,13
12	T2	4	3	47,31
13	T4	1	4	27,21
14	T1	2	4	76,79
15	T2	3	4	47,63
16	T3	4	4	33,02

Figura 2A. Procesamiento de datos del rendimiento agrícola en el programa InfoStat



Figura 3A. Selección del área para el desarrollo del experimento



Figura 4A. Limpieza del terreno



Figura 5A. Remoción del suelo y elaboración del surco



Figura 6A. Siembra directa de la semilla de acelga



Figura 7A. Construcción de la malla protectora



Figura 8A. Emergencia de la acelga



Figura 9A. Aporque a las plantas de acelga



Figura 10A. Riego manual en el cultivo de acelga



Figura 11A. Control de arvenses en el cultivo



Figura 12A. Toma de datos de la longitud de las hojas



Figura 13A. Toma de datos del diámetro de las hojas



Figura 14A. Cosecha del cultivo de acelga



Figura 15A. Peso de las plantas