



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ
CARRERA AGRONOMÍA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN COMO REQUISITO PREVIO
PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

**RESPUESTA AGRONÓMICA DE DOS CULTIVARES DE
BERENJENA (*Solanum melongena* L.) A SOLUCIONES
NUTRITIVAS APLICADAS CON FERTIRRIEGO, CANTÓN
COLIMES GUAYAS**

AUTOR

TUBAY NARANJO LEONARDO RAFAEL

TUTOR

ING. CALLE ROMERO KLEBER MANUEL, MSc.

GUAYAQUIL - ECUADOR

2024



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
“DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ”
CARRERA AGRONOMÍA

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, ING. CALLE ROMERO KLEBER Msc., docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: **“RESPUESTA AGRONÓMICA DE DOS CULTIVARES DE BERENJENA (*Solanum melongena L.*) A SOLUCIONES NUTRITIVAS APLICADAS CON FERTIRRIEGO, CANTÓN COLIMES GUAYAS”**, realizado por el estudiante **TUBAY NARANJO LEONARDO RAFAEL**; con cédula de identidad N° 0950403444 de la carrera AGRONOMÍA, Unidad Académica Guayaquil, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

Ing. Kleber Calle Romero MSc.
Tutor

Guayaquil, 16 de agosto del 2024



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
“DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ”
CARRERA AGRONOMÍA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: **“RESPUESTA AGRONÓMICA DE DOS CULTIVARES DE BERENJENA (*Solanum melongena L.*) A SOLUCIONES NUTRITIVAS APLICADAS CON FERTIRRIEGO, CANTÓN COLIMES GUAYAS”**, realizado por el estudiante **TUBAY NARANJO LEONARDO RAFAEL**, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

Ing. Albino Ávila Franco MSc.
PRESIDENTE

Ing. Henry Villón Leoro MSc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Darlyn Amaya Márquez MSc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Kleber Calle Romero MSc.
EXAMINADOR SUPLENTE

Guayaquil, 17 de octubre del 2024

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación es dedicado en primer lugar a Dios, por brindarme la inmensa oportunidad de continuar en este mundo, de darme la fuerza necesaria para superar cada una de las pruebas difíciles a lo largo de mi vida.

A mi padre Rafael Tubay Reyes por siempre creer en mí en todo momento, de proporcionarme ese apoyo incondicional, por sus buenos consejos y valores inculcados.

A la memoria de mi madre Julia Naranjo Cevallos por haber sido una mujer luchadora, por todo su amor, su buena enseñanza y la motivación absoluta para ser alguien en la vida.

De igual manera a mi grupo de amigos Carlos Pita, Jordan León y Joel Galarza, con los cuales he estado en los buenos y malos momentos, durante todo este proceso de preparación profesional.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la prominente institución como es la Universidad Agraria del Ecuador, por formar a excelentes profesionales del mañana, de igual manera correspondo al Ing. Jacobo Bucaram Ortiz, PhD., autoridad de la Universidad, por permitirme la grandiosa oportunidad de llevar a cabo mi educación académica.

Así mismo, a todos los docentes que han sido parte de mi formación a lo largo de mi carrera universitaria, por impartir sus conocimientos y experiencias.

Y un especial agradecimiento a mi tutor Ing. Kleber Calle, por ser una gran persona y su formidable orientación en este proyecto de tesis.

Autorización de Autoría Intelectual

Yo **TUBAY NARANJO LEONARDO RAFAEL**, en calidad de autor(a) del proyecto realizado, sobre “**RESPUESTA AGRONÓMICA DE DOS CULTIVARES DE BERENJENA (*Solanum melongena L.*) A SOLUCIONES NUTRITIVAS APLICADAS CON FERTIRRIEGO, CANTÓN COLIMES GUAYAS.**” para optar el título de **AGRONOMÍA**, por la presente autorizo a la **UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor(a) me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Guayaquil, 22 de octubre del 2024

TUBAY NARANJO LEONARDO RAFAEL
C.I. 0950403444

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo lugar en el cantón Colimes de la provincia del Guayas. Con la finalidad de evaluar el comportamiento agronómico y productivo del cultivo de berenjena (*Solanum melongena* L.) a través de la aplicación de soluciones nutritivas por medio del sistema de fertirrigación con inyector venturi. El estudio se efectuó entre los meses de febrero y julio del presente año, donde se utilizó dos variedades de berenjena con fertilizantes solubles (NPK y Ca) integrados de forma fraccionada, de acorde a los requerimientos nutricionales del cultivo, en un diseño de bloques completos al azar (DBCA) por parcelas divididas, con seis tratamientos y tres repeticiones, con prueba de tukey al 5%. Donde se evidencia, que el T1 (Black beauty y NPK + Ca) mostró mejores promedios en los parámetros analizados, en altura de planta un valor de 77.50 cm, una media de 2.75 en número de frutos, 13.04 cm en longitud del fruto y un peso de fruto de 0.29 kg, con un beneficio/costo de \$ 0.77 ctvs, consecutivo el T4 (Melanzana Cheryl RZ - NPK + Ca), con un diámetro de 0.89 cm y valores significativos en las distintas variables. Esto demuestra, que la implementación de un plan de fertilización influye en gran medida tanto en el desarrollo del cultivo como en el uso desproporcionado de fertilizantes. Con esto, se busca incentivar al pequeño y mediano agricultor a implementar sistemas tecnificados, para aumentar su producción y generar ganancias.

Palabras clave: *Berenjena, fertirrigación, venturi, soluciones, producción.*

ABSTRACT

The present research work took place in the Colimes canton of the province of Guayas. The purpose was to evaluate the agronomic and productive performance of the eggplant crop (*Solanum melongena* L.) through the application of nutrient solutions by means of the fertigation system with venturi injector. The study was carried out between the months of February and July of this year, where two varieties of eggplant were used with soluble fertilizers (NPK and Ca) integrated in a fractional manner, according to the nutritional requirements of the crop, in a randomized complete block design (DBCA) by divided plots, with six treatments and three replications, with a 5% Tukey test. It is evident that T1 (Black beauty and NPK + Ca) showed better averages in the parameters analyzed, in plant height a value of 77.50 cm, an average of 2.75 in number of fruits, 13.04 cm in fruit length and a fruit weight of 0.29 kg, with a benefit/cost of \$ 0.77 ctvs, followed by T4 (Melanzana Cheryl RZ - NPK + Ca), with a diameter of 0.89 cm and significant values in the different variables. This shows that the implementation of a fertilization plan greatly influences both the development of the crop and the disproportionate use of fertilizers. With this, the aim is to encourage small and medium farmers to implement technified systems to increase their production and generate profits.

Key words: *Eggplant, fertirrigation, venturi, solutions, production.*

ÍNDICE GENERAL

PORTADA.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR	ii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
Autorización de Autoría Intelectual	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT.....	viii
ÍNDICE GENERAL.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
1. INTRODUCCIÓN	16
1.1 Antecedentes.....	16
1.2 Planteamiento y formulación del problema	17
<i>1.2.1 Planteamiento del problema</i>	<i>17</i>
<i>1.2.2 Formulación del problema</i>	<i>18</i>
1.3 Justificación de la investigación	18
1.4 Delimitación de la investigación	18
1.5 Objetivo general	19
1.6 Objetivos específicos.....	19
1.7 Hipótesis	19
2. MARCO TEÓRICO	20
2.1 Estado del arte.....	20
2.2 Bases teóricas	21
<i>2.2.1 Origen</i>	<i>21</i>
<i>2.2.2 Importancia</i>	<i>22</i>
<i>2.2.3 Taxonomía.....</i>	<i>22</i>
<i>2.2.4 Descripción morfológica.....</i>	<i>23</i>
<i>2.2.5 Variedades de berenjena</i>	<i>23</i>
<i>2.2.6 Fenología del cultivo</i>	<i>24</i>
<i>2.2.7 Condiciones edafoclimáticas</i>	<i>24</i>
2.2.7.1. Suelo.....	24
2.2.7.2. Humedad relativa.....	24

2.2.7.3. Temperatura.....	25
2.2.7.4. Luminosidad	25
2.2.8 <i>Requerimientos hídricos</i>	25
2.2.9 <i>Manejo agronómico del cultivo</i>	25
2.2.9.1. Control de malezas	25
2.2.9.2. Poda y tutorado	26
2.2.9.3. Plagas	26
2.2.9.4. Enfermedades	26
2.2.9.5. Cosecha.....	26
2.2.9.6. Poscosecha.....	26
2.2.10 <i>Sistemas de riego</i>	27
2.2.10.1. Sistema de riego presurizado.....	27
2.2.11 <i>Diseño de sistema de riego</i>	27
2.2.11.1. Diseño agronómico	28
2.2.11.2. Diseño hidráulico.....	28
2.2.12 <i>Riego por goteo</i>	28
2.2.13 <i>Fertirriego</i>	29
2.2.13.1. Ventajas del fertirriego	29
2.2.13.2. Desventajas del fertirriego.....	29
2.2.14 <i>Programación de la fertirrigación</i>	29
2.2.15 <i>Inyector Venturi</i>	30
2.2.16 <i>Manejo de fertilizantes en la fertirrigación</i>	30
2.2.16.1. Solubilidad	30
2.2.16.2. Compatibilidad.....	30
2.2.16.3. Acidez	31
2.2.16.4. Salinidad.....	31
2.2.17 <i>Requerimiento nutricional cultivo de berenjena</i>	31
2.2.17.1. Macronutrientes en el cultivo de berenjena	32
2.2.17.2. Micronutrientes en el cultivo de berenjena	32
2.3 Marco legal.....	32
2.3.1 <i>Constitución de la República del Ecuador</i>	32
2.3.2 <i>Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria</i>	33
2.3.3 <i>Código Orgánico de la Producción Comercio e Inversiones</i>	33
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	34

3.1 Enfoque de la investigación	34
3.1.1 Tipo de investigación	34
3.1.2 Diseño de investigación.....	34
3.2 Metodología	34
3.2.1 Variables.....	34
3.2.1.1. Variable independiente	34
3.2.1.2. Variable dependiente.....	34
3.2.2 Tratamientos	35
3.2.3 Diseño experimental.....	36
3.2.4 Recolección de datos	36
3.2.4.1. Recursos	36
3.2.4.2. Métodos y técnicas.....	37
3.2.5 Análisis estadístico	39
3.2.5.1. Análisis funcional	39
3.2.5.2. Esquema del análisis de varianza	40
3.2.5.3. Hipótesis estadística	40
4. RESULTADOS.....	41
4.1 Diseño e implementación del sistema de fertirrigación bajo riego por goteo en el cultivo de berenjena (<i>Solanum melongena</i> L.).	41
4.1.1 Parámetros requeridos para la implementación del sistema de riego por goteo	41
4.1.2 Diseño agronómico del cultivo.....	41
4.1.3 Diseño hidráulico.....	43
4.1.3.1. Características de la bomba	44
4.1.3.2. Elección del inyector Venturi.....	44
4.1.4 Diseño físico del sistema de fertirrigación.....	45
4.1.5 Programación del riego y el plan de fertirrigación	45
4.2 Descripción del comportamiento agronómico y productivo de dos cultivares de berenjena como respuesta a la aplicación del fertirriego.....	46
4.2.1 Altura de la planta.....	46
4.2.2 Diámetro del tallo.....	47
4.2.3 Número de frutos por planta.....	47
4.2.4 Longitud del fruto	48
4.2.5 Peso del fruto.....	48

4.3 Realización del análisis económico de cada tratamiento mediante la relación beneficio/costo.	49
4.3.1 Costos de la implementación del sistema de fertirrigación.....	49
4.3.2 Depreciación del sistema de riego en el tiempo utilizado	50
4.3.3 Costo fijos de la producción de berenjena	50
4.3.4 Análisis económico relación beneficio/costo	51
5. DISCUSIÓN	53
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	55
6.1 Conclusiones.....	55
6.2 Recomendaciones.....	55
BIBLIOGRAFÍA	57
ANEXOS	63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción de los tratamientos en estudio.....	35
Tabla 2. Descripción de los factores de estudio.....	35
Tabla 3. Delimitación experimental	36
Tabla 4. Presupuesto estimado del trabajo experimental	37
Tabla 5. Esquema ANDEVA	40
Tabla 6. Evapotranspiración del cultivo establecido (mm/día)	41
Tabla 7. Datos de la parcela	41
Tabla 8. Datos del cultivo	42
Tabla 9. Datos del sistema de riego.....	42
Tabla 10. Datos cálculo de riego.....	42
Tabla 11. Datos de lateral	43
Tabla 12. Datos de terciaria	43
Tabla 13. Datos de principal.....	43
Tabla 14. Datos de pérdidas de cargas totales en módulo	44
Tabla 15. Datos de la bomba	44
Tabla 16. Datos del inyector Venturi	44
Tabla 17. Tiempos de riego por fases fenológicas.....	45
Tabla 18. Plan de fertilización por fases fenológicas	45
Tabla 19. Altura de las plantas (cm).....	46
Tabla 20. Diámetro de tallos (cm)	47
Tabla 21. Número de frutos por planta (n)	48
Tabla 22. Longitud de los frutos (cm).....	48
Tabla 23. Peso de los frutos (kg)	49
Tabla 24. Costos del sistema de fertirriego.....	49
Tabla 25. Costos fijos para la producción de berenjena	50
Tabla 26. Análisis beneficio/costo del cultivo de berenjena	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo del sistema de fertirrigación	38
Figura 2. Referencia satelital del área de estudio	63
Figura 3. Croquis del trabajo experimental	63
Figura 4. Resultado análisis de suelo	64
Figura 5. Cálculo de la Eto	65
Figura 6. Inyector Venturi de 3/4 pulgada a utilizar	65
Figura 7. Trayectoria de la bomba hasta el área de estudio	66
Figura 8. Diseño final del sistema de fertirriego	66
Figura 9. Análisis de varianza de altura de la planta a los 15 días.....	67
Figura 10. Prueba tukey de altura de la planta a los 15 días	67
Figura 11. Altura de la planta a los 15 días	68
Figura 12. Análisis de varianza de altura de la planta a los 30 días.....	68
Figura 13. Prueba tukey de altura de la planta a los 30 días	69
Figura 14. Altura de la planta a los 30 días	69
Figura 15. Análisis de varianza de altura de la planta a los 60 días.....	70
Figura 16. Prueba tukey de altura de la planta a los 60 días	70
Figura 17. Altura de la planta a los 60 días	71
Figura 18. Análisis de varianza de diámetro del tallo a los 30 días.....	71
Figura 19. Prueba tukey de diámetro del tallo a los 30 días	72
Figura 20. Diámetro del tallo a los 30 días	72
Figura 21. Análisis de varianza de diámetro del tallo a los 60 días.....	73
Figura 22. Prueba tukey de diámetro del tallo a los 60 días	73
Figura 23. Diámetro del tallo a los 60 días	74
Figura 24. Análisis de varianza de número de frutos por planta	74
Figura 25. Prueba tukey de número de frutos por planta	75
Figura 26. Número de frutos por planta	75
Figura 27. Análisis de varianza de longitud de frutos	76
Figura 28. Prueba tukey de longitud de frutos.....	76
Figura 29. Longitud de frutos	77
Figura 30. Análisis de varianza de peso de frutos.....	77
Figura 31. Prueba tukey de peso de frutos	78
Figura 32. Peso de frutos	78
Figura 33. Preparación del terreno.....	79

Figura 34. Delimitación del área experimental	79
Figura 35. Elaboración de semilleros	80
Figura 36. Plántulas de berenjena en fundas plásticas	80
Figura 37. Instalación de la tubería principal del sistema	81
Figura 38. Implementación del inyector Venturi al sistema	81
Figura 39. Integración de cintas de goteo en cada tratamiento	82
Figura 40. Descompactación del terreno y elaboración de surcos	82
Figura 41. Aplicación de herbicida en el terreno	83
Figura 42. Plántulas de berenjena óptimas para su trasplante	83
Figura 43. Plantas de berenjena en crecimiento	84
Figura 44. Integración del fertilizante por el sistema	84
Figura 45. Toma de altura de la planta	85
Figura 46. Desarrollo ideal del cultivo de berenjena	85
Figura 47. Control de malezas de forma manual en el área de estudio	86
Figura 48. Observación de presencia de flores en el cultivo	86
Figura 49. Observación de frutos presentes en el cultivo	87
Figura 50. Toma de altura de la planta en la fase final	87
Figura 51. Toma de diámetro del tallo en la fase final	88
Figura 52. Recolección de frutos para su evaluación	88
Figura 53. Medición de la longitud del fruto	89
Figura 54. Pesaje de los frutos	89
Figura 55. Visita del tutor y finalización del estudio	90

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La berenjena (*Solanum melongena L.*) es un vegetal perteneciente a la familia Solanácea, originaria de la India de donde se ha extendido al resto de los continentes, la cual ha tenido buena aceptación en el proceso alimenticio general debido a las características nutricionales y su diversidad de preparaciones, en Ecuador se cultiva en diversas zonas tropicales y subtropicales, como es la parte costanera del país, con aplicación limitada de tecnología, distribuyéndose el producto por medio de comerciantes intermediarios llegando a los mercados de la sierra, en estado natural para ser procesada de acuerdo a las necesidades de consumo (Subiaga et al., 2020).

Dentro de la amplia variedad de hortalizas que se producen a nivel mundial, la berenjena es uno de los productos que ha ido en constante crecimiento, gracias a la demanda internacional que se ha presentado en estos últimos 10 años. De acuerdo a las últimas investigaciones realizadas, este producto ha incrementado su producción y exportación a nivel mundial llegando a unos 34 millones de toneladas aproximadamente, no obstante, se considera que el total de la producción mundial supera los 45 millones de toneladas (Martínez, 2022).

En el país, la berenjena es uno de los cultivos que registra un menor consumo por parte de la población, debido al desconocimiento que existe sobre su gran valor nutricional. Una de las provincias que cuenta con el potencial preciso para el desarrollo de actividades agrícolas es Guayas, pero ante la ausencia del aprovechamiento de nuevas estrategias y técnicas, conlleva que tanto la producción de esta hortaliza se realice en menores cantidades por los productores de la zona. La implementación de un sistema tecnificado de fertilización se apunta, como una alternativa que impulsa a los pequeños y medianos agricultores en invertir de manera viable, para producir un incremento en la productividad y calidad del cultivo de berenjena.

El área agrícola, es la fuente principal de ingresos para la zona de Colimes, pero uno de los problemas más evidentes, es la pérdida de fertilidad de los suelos a causa del uso excesivo de pesticidas, lo que conlleva a que los agricultores no puedan realizar sus actividades productivas de forma sustentable. En esta investigación experimental se evalúa el rendimiento de dos cultivares de

berenjena (*Solanum melongena L.*) mediante la integración de soluciones nutritivas aplicadas por fertirriego, los resultados obtenidos indican si se evidencia una mejora relevante con respecto a la productividad de la berenjena.

El presente trabajo se efectuó en el cantón Colimes de la provincia de Guayas, en un área total de 800 m² con una duración de seis meses, con el que se aspira contribuir a los principales productores, con el conocimiento técnico necesario para el desarrollo sustentable de un proyecto de riego como es la implementación de un sistema de fertirrigación para la producción del cultivo de berenjena.

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

En Ecuador y en diferentes partes del mundo, la seguridad alimentaria presenta dificultades en su desarrollo, debido a desafíos como los cambios repentinos con respecto a la parte climática, la reducción del uso del agua para el regadío de los cultivos y el poco acceso a préstamos por las entidades financieras, lo que resulta para los agricultores, en pérdidas irremediables en la producción agrícola.

La zona de Colimes al igual que en muchos sectores de Guayas, el área agrícola representa su principal fuente de ingresos mediante cultivos tales como arroz, maíz, cacao, fréjol, soya, entre otros. Ante la demanda creciente de alimentos, se apuesta por la introducción de cultivos capaces de atender a las nuevas tendencias de consumo. En la actualidad, es evidente una pérdida considerable de la fertilidad en los suelos, tanto por el monocultivo como el uso desproporcionado de pesticidas, provocando suelos endurecidos que dificultan el desarrollo de raíces, lo que conlleva a costos cada vez más elevados en las actividades productivas.

Ante esta problemática, da lugar a la implementación de un sistema de fertirrigación, el cual permita acrecentar el proceso de aplicación de fertilizantes disueltos por medio del riego en las dosis que demanda el propio cultivo, lo que resulta en un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles de acorde a las necesidades reales de la planta a sembrar.

1.2.2 Formulación del problema

¿Cuál es el efecto de las soluciones nutritivas en la producción de dos variedades de berenjena aplicadas mediante fertirriego?

1.3 Justificación de la investigación

En el país, el consumo de la berenjena es muy bajo, en gran parte por el desconocimiento de su alto valor nutricional, el cual sería una excelente opción para enriquecer la dieta diaria y preservar la salud de la población. Guayas es una de las provincias que posee el potencial para el desarrollo de actividades agrícolas, pero la falta del aprovechamiento de nuevas técnicas y estrategias agroeconómicas, ocasiona que la producción de este cultivo se realice en pequeñas cantidades por los productores de la zona, manteniendo un mercado menor para este producto hortícola.

La aplicación de un sistema de fertirrigación garantiza, un eficiente suministro tanto de agua y nutrientes en comparación a los sistemas agrícolas tradicionales, previniendo pérdidas productivas. El riego por goteo por excelencia, es uno de los sistemas de irrigación presurizados más óptimos, debido a su distribución uniforme del agua en la zona radicular de la planta, evitando la emergencia de malezas y problemas de compactación del suelo. De esta forma, se aspira a producir un incremento de la productividad y calidad del cultivo de berenjena.

La finalidad del presente estudio, es proporcionar al sector de Colimes, información útil sobre la implementación de un sistema tecnificado de fertilización para mejorar el rendimiento de dos variedades de berenjena, procurando ser una alternativa de inversión viable y de esta manera, impulsar a los pequeños y medianos agricultores a intensificar sus niveles de producción y proporcionar un valor agregado por cada insumo o producto invertido.

1.4 Delimitación de la investigación

Espacio: El presente trabajo se efectuó en el cantón Colimes de la provincia de Guayas.

Tiempo: El desarrollo de este estudio tuvo un periodo de seis meses.

Población: Este trabajo va dirigido a los principales productores del cantón Colimes y las diversas zonas dedicadas a la producción de la berenjena como una opción de inversión factible en las actividades productivas agrícolas.

1.5 Objetivo general

Evaluar la respuesta agronómica de dos cultivares de berenjena (*Solanum melongena L.*) a soluciones nutritivas aplicadas con fertirriego en el cantón Colimes provincia de Guayas.

1.6 Objetivos específicos

- Diseñar e implementar el sistema de fertirrigación bajo riego por goteo en el cultivo de berenjena (*Solanum melongena L.*).
- Describir el comportamiento agronómico y productivo de dos cultivares de berenjena como respuesta a la aplicación del fertirriego.
- Realizar el análisis económico de cada tratamiento mediante la relación beneficio/costo.

1.7 Hipótesis

Las soluciones nutritivas aplicadas mediante fertirrigación y su relación con la producción en el cultivo de berenjena demostraron un índice superlativo en el rendimiento.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Estado del arte

Para establecer un adecuado plan de fertilización para el cultivo de berenjena, es necesario considerar los requerimientos en cada una de las fases del cultivo. Se procura que la relación NPK de los fertilizantes se mantuviera en cada uno de los estados fenológicos: en la fase inicial una relación de (15-30-10), desarrollo vegetativo a floración con (20-5-10), floración a desarrollo de fruto con (16-7-28) y desarrollo de frutos a maduración con (6-7-42) (Meza et al., 2019).

Núñez (2021) en su investigación realizada señaló, que uno de los macronutrientes necesarios que son de suma relevancia para el desarrollo de *Solanum melongena* es el potasio, ya que esta hortaliza absorbe grandes cantidades con una prontitud aproximada del 40% mayor que el nitrógeno, de esta forma, se fortalece la estructura celular lo que le proporciona resistencia a la sequía y las enfermedades, por ende la disminución de este elemento afecta en los rendimientos y calidad del fruto mismo.

Un estudio determinó, que más del 70% de los agricultores realiza la fertilización con químicos y un porcentaje reducido utiliza fertilizantes orgánicos. La primera aplicación se produce a los 21 días después de emerger; la segunda aplicación a los 38 días y una tercera aplicación a los 57 y 73 días, la cual una cierta parte de agricultores lo hace. Por lo general, los productores aplican de forma frecuente los fertilizantes urea y Triple 15 (N-P-K), en las dos primeras fertilizaciones, debido que a medida que avanza el ciclo productivo de la berenjena, se incrementa la demanda nutricional, por ende, los agricultores tienden a aumentar la dosificación de los fertilizantes (Martínez et al., 2019).

En un artículo reciente, Alvarado et al. (2021) concluyen que la fertilización fraccionada aplicada por medio del fertirriego permite disminuir la dosis que se recomienda en los fertilizantes hasta un 50%, sin llegar a perjudicar el rendimiento ni el crecimiento de las plantas; de igual forma, esto tiene una relación con el aumento en la eficiencia de la recuperación, puesto que, en comparación con la fertilización que se realiza de forma tradicional, por fertirrigación ésta fue entre 21% - 45% para el N y un 67% - 76% para el P, en el caso de la eficiencia agronómica esta fue entre 53% - 80% para el N, entre 52% - 81% para el P y para el K entre un 54% - 80%.

Fernández (2022) en su estudio, efectuado bajo un sistema hidropónico NFT, evaluó el desarrollo agronomico y productivo del cultivo de berenjena con dos sustratos inertes (perlita y zeolita) para determinar la rentabilidad de este tipo de sistemas que se han implementado en distintas partes del mundo. Para esta investigación se aplicó un diseño completo al azar, con tres tratamientos y cinco repeticiones. El tratamiento que mas destacó, fue el T2 (balde con zeolita), dando en altura un promedio de 51.3 cm a los 60 días, un diámetro de 0.81 cm a los 60 días, en numero de frutos un promedio de 3.18 y en longitud del fruto, una media de 11.56 cm.

Roche (2022) explica en su estudio por medio del análisis económico, que el tratamiento T3 (200 kg de K_2O) fue el mas rentable ya que por cada dólar invertido obtuvo 2.02 dólares, posteriormente el T2 (150 kg de K_2O) donde se generó ganancia de 1.50 dólares; de igual forma el T1 (100 kg de K_2O) el cual alcanzo 0.94 dólares y por último el T4 (testigo absoluto) siendo el de menor promedio con un valor de 0.96 dólares.

Valero (2022) recomienda a concientizar a los principales productores de berenjena sobre la aplicación de las buenas prácticas agrícolas en las diferentes zonas de producción, lo que dará la posibilidad de lograr un mayor rendimiento del cultivo, obteniendo frutos de mejor calidad y peso con el propósito de ingresar al mercado internacional. Además de buscar convenios con instituciones públicas y privadas para que adquieran interés en el desarrollo productivo del cultivo de la berenjena ecuatoriana, llevando a cabo estudios y capacitaciones sobre nuevas técnicas agrícolas.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Origen

Denominada como *Solanum melongena* por Linneo, la berenjena es una hortaliza originaria del norte de la India, debido a la intervención de los descubridores del Nuevo Mundo, logra prosperar y expandirse de manera satisfactoria por territorio occidental. A diferencia de otras verduras como es el pimiento, la patata, el tomate y el calabacín, la berenjena llevo a cabo un extenso trayecto opuesto, llegando a estar todas presentes en Europa, pero no fue hasta el siglo VII, ya que la berenjena no era tan conocida en esta parte del mundo. La gran popularidad y prestigio que obtuvo, fue por su precio moderado, además de su utilidad en el ámbito culinario, puesto que, por su sabor neutro era sencillo

juntarla con una variedad de ingredientes y obtener apetecibles platillos (Martínez, 2018).

2.2.2 Importancia

En un análisis económico Martínez et al. (2019) mencionan, que la berenjena cuenta con la capacidad de adaptación en los procesos de asociación y competitividad empresarial, con el desarrollo de puntos estratégicos tanto socioeconómicos como tecnológicos, se puede fomentar con un mejor enfoque el desarrollo de esta hortaliza. En el área de la comercialización, este cultivo, exhibe un gran potencial en vista a su aceptación en los mercados internacionales, lo que genera, un retorno económico importante en la secuencia producción y consumo.

La preservación y utilización de las distintas variedades características de la berenjena, es una opción encaminada a la obtención de plantas con un buen acoplamiento a condiciones de cultivo adversas. La aplicación de técnicas ecológicas, por otra parte, no tienen la acogida necesaria ya que las vinculan de forma directa con la disminución del rendimiento, de igual forma, la berenjena ha presentado preeminencia gracias a su rusticidad y resistencia a gran parte de las enfermedades que perjudican a otros cultivos pertenecientes a la familia de las solanáceas (Figás et al., 2018).

2.2.3 Taxonomía

Sotomayor (2016) indica que, del grupo de las angiospermas, la clasificación taxonómica del cultivo de berenjena es la que se describe a continuación:

Nombre científico: *Solanum melongena*

Clase: Magnoliopsida

Superorden: Solananae

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Subfamilia: Solanoideae

Tribu: Solaneae

Género: Solanum

Subgénero: Leptostemonum

Sección: Melongena

Especie: *Solanum melongena* L.

2.2.4 Descripción morfológica

La berenjena, es una planta anual de características herbáceas, posee un tallo que regularmente es de tonalidad verde, aunque en ciertas variedades toma un color morado oscuro. Las hojas son tipo oblongo ovadas y de tamaño grande con vellosidad. Las hojas en esencia son de color blanco o un violeta no tan intenso. El fruto pulposo es de tamaño variable, puede ser de forma globosa, redonda y alargada de colores diversos dependiendo de la variedad. Las semillas tienden a ser abundantes, reducidas, aplastadas, de color castaño y con una capacidad germinativa regular de unos cuatro a seis años (Núñez et al., 2022).

Según Pino (2017) alude en un apartado que el cultivo de berenjena llega a ser perenne en las regiones tropicales, pero que debido a las heladas se lo cultiva como anual. En general, esta planta es de tipo arbusto, llegando a alcanzar alturas de 1.5 m, presentando bifurcación en el tallo al igual que otros cultivos del grupo de las solanáceas. Por lo común, en las variedades comerciales el desarrollo de estas es indeterminada, dicho de otra manera, el crecimiento del tallo continua, el apareciendo hojas y flores es considerable hasta que las condiciones del entrono sean desfavorables.

2.2.5 Variedades de berenjena

Con el pasar de los años, la berenjena ha tenido un gran auge alrededor del mundo con relación a su consumo, debido a la siembra de diversas variedades atractivas al consumidor, entre las cuales están:

- Berenjena redonda: se caracteriza por dar una buena cantidad de frutos y es una de las más comercializadas.
- Berenjena intermedia: sembrada con más frecuencia, su tamaño es considerable con respecto a la redonda, con una tonalidad negra brillante.
- Berenjena alargada: estas tienden a ser largas a diferencia de otras variedades, se puede encontrar en distintos colores como morada o verde (Martínez et al., 2022).

La parte más destacable de las variedades de berenjena son sus formas variadas, su textura y sabor característico. Entre los tipos de berenjena más conocidos tenemos: la berenjena belleza negra o Black Beauty, reconocida por su tonalidad morada oscura y brillantez; la berenjena japonesa o conocida como

berenjena oriental, la cual es alargada, de una coloración morada intensa, de textura suave, ideal para la cocina; la berenjena blanca o berenjena casper, que tiene un tamaño menor a la black beauty, esta posee una piel fina y un sabor dulce (Martínez et al., 2023).

2.2.6 Fenología del cultivo

Las etapas fenológicas del cultivo de berenjena son las siguientes:

Germinación: Como primera fase del cultivo de berenjena, se comienza por llevar a cabo la siembra de las semillas en bandejas germinadoras, llegando a brotar en un tiempo entre ocho a diez días.

Plántula: Alrededor de unos diez a veinte días, la planta sería lo bastante fuerte para ser trasplantada en campo, teniendo al menos cinco a seis hojas verdaderas.

Desarrollo: En este punto, el cultivo tendrá un mayor crecimiento considerable, con respecto al tallo del cual se presentarán diversos brotes característicos, con sus hojas ovaladas, esto transcurrirá a los 50 días de realizada la siembra (León et al., 2019).

Floración: Para esta etapa, hay que considerar 20 días más, para la aparición de las flores púrpura en el cultivo.

Fructificación: Entre los 100 y 120 días, comenzarán a brotar los frutos, los cuales tendrán diferentes características de acorde a la variedad utilizada y una vez alcanzada la madurez se procederá con la cosecha (Martínez et al., 2021).

2.2.7 Condiciones edafoclimáticas

2.2.7.1. Suelo

Para este cultivo es necesario de suelos con un equilibrio entre sus elementos bióticos, físicos y químicos. Los suelos francos y profundos son los más adecuados, a pesar de que la planta cuenta con un sistema radicular pivotante fuerte, no obstante, suelos arcillosos causan problemas en las raíces y a su vez, síntomas de marchitez. El pH requerido esta entre seis y siete, aunque puede desarrollarse sin dificultades en un rango de 7 y 8.5 (Núñez et al., 2023).

2.2.7.2. Humedad relativa

Esta hortaliza por lo común, necesita de una humedad alrededor del 50 y el 65%. Valores más elevados contribuyen al crecimiento irregular de la planta, la

aparición de enfermedades aéreas y una deficiente floración, de igual manera, síntomas similares se evidencian cuando la humedad es menor (Sierra et al., 2021).

2.2.7.3. Temperatura

La planta por lo general, es de climas cálidos y secos, considerado uno de los más tolerantes, soportando altas temperaturas, pero con una humedad apropiada. La temperatura regular debe ser de 23-25 °C, hasta un rango de 35 a 40 °C (Barraza, 2022).

2.2.7.4. Luminosidad

La berenjena como tal, requiere de una luminosidad rigurosa de 10 a 12 horas, para un desarrollo vegetativo idóneo, al existir una disminución de este intervalo de tiempo, en el periodo de floración, provoca el aborto de flores y en la fase de formación de frutos, se presenta malformaciones inoportunas. (Guerrero et al., 2021).

2.2.8 Requerimientos hídricos

El consumo de agua en la berenjena, al principio de su desarrollo es regular, pero este va a ir aumentando de forma continua, sobre todo en la época reproductiva donde se demanda más agua, el consumo fluctúa ente 1.5 a 6 litros, en función de los estados fenológicos del cultivo, como las condiciones ambientales donde se da su crecimiento. Además, es indispensable que el lugar de siembra, mantenga un buen drenaje para evitar un exceso de humedad (Giobellina et al., 2020).

2.2.9 Manejo agronómico del cultivo

Para dar comienzo con la siembra de la berenjena, es imprescindible establecer las condiciones indispensables, entre las cuales es determinar si el sistema de plantación va a ser a suelo directo o en invernadero, el tipo de cubierta que se va a emplear, las variedades del cultivo, así como el distanciamiento y la población de plantas a sembrar. (Pérez et al., 2016).

2.2.9.1. Control de malezas

Esta es una de las labores con importancia dentro del ámbito agronómico, el cual se efectúa de forma manual para reducir el crecimiento de malezas competidoras de nutrientes y con la utilización de coberturas como el mulch,

ayuda en la conservación de la humedad del terreno, previene la aparición de malezas e insectos (Pérez et al., 2016).

2.2.9.2. Poda y tutorado

Esta práctica radica, en normalizar la capacidad reproductiva del cultivo mediante la eliminación de ciertas ramas de la parte aérea de la planta. La poda recomendada esta entre los 40-50 días de trasplante, donde se retira de dos a cuatro tallos y los rebrotes, de forma complementaria se colocan pequeñas estaquillas, para así evitar posibles quiebres (Barraza, 2022).

2.2.9.3. Plagas

Son conocidos como microbios u organismos no deseados, que al no tener un adecuado control pueden ocasionar daños en las distintas partes de la planta. Las más presentes en el cultivo son: Gusano de suelo (*Agrotis sp*), la arañita roja (*Tetranychus urticae* (koch)), las mosquitas (*Trialeurodes vaporariorum*), el pulgón (*Aphis sp.*, *Myzus persicae*). Los mayores daños se dan en la base del tallo, las hojas y frutos (Barraza, 2022).

2.2.9.4. Enfermedades

Para el agricultor, la presencia de enfermedades en los cultivos representa una gran peligrosidad, ante todo en las hortalizas. Las enfermedades más comunes son: tizón tardío (*Phytophthora infestans*), Podredumbre gris (*Botrytis cinerea* Pers), tizón temprano (*Alternaria solani*), el Oídio (*Leveillula taurica*). Las afectaciones tienen lugar tanto en las hojas, tallos y frutos (Barraza, 2022).

2.2.9.5. Cosecha

El tiempo de cosecha en general esta entre los cinco a siete meses, la coloración deseada es de tipo morado lila con puntos blancos, esto va sujeto según la variedad del cultivo. En general los agricultores, arrancan el fruto con especial cuidado para no lastimarlo, es conveniente realizarlo cuando no este húmedo el follaje de la planta, una vez recolectados se almacenan en sacos y son puestos en sombra para su organización (Fornaris, 2016).

2.2.9.6. Poscosecha

En la poscosecha se aplican las medidas preventivas necesarias para llevar el control en los productos agrícolas, para su posterior comercialización y consumo al público. Los frutos deben de pasar por agua potable con cloro (75 a

100 ppm) para su desinfección y es requerido un pH entre 6.8 a 7.2, para su respectivo empaque en las cajas (Fornaris, 2016).

2.2.10 Sistemas de riego

El riego es una actividad importante en la agricultura tradicional, por lo que es necesaria la innovación en los diferentes sistemas de regadío, para generar un ahorro considerable en la utilización de este recurso hídrico limitado. Los sistemas de riego son considerados estructuras, conformadas en general por bombas, tuberías, cintas de riego y aspersores, distribuidas de forma estratégica para el suministro de agua suficiente para mantener la humedad en el cultivo. El propósito de estos sistemas, es obtener un desarrollo agrícola sostenible, en base a la producción de alimentos de calidad con un uso menor de agua (Ruiz y Molina, 2010).

2.2.10.1. Sistema de riego presurizado

Denominados como sistemas localizados, permiten conducir el agua y otros agregados en proporciones exactas a determinada presión, a través de las tuberías y laterales, hasta llegar al área de la planta. El riego presurizado permite a las comunidades a recuperar los suelos afectados por la erosión, humedeciendo de manera idónea las diversas hectáreas agrícolas (Carretero et al., 2020).

2.2.11 Diseño de sistema de riego

En distintas partes del mundo, la producción de alimentos es un ámbito importante para muchos productores, pero la mayor dificultad que va en crecimiento, es la cantidad de agua que se aplica, debido al mal uso de este recurso. Por ende, se opta por la implementación de sistemas tecnificados, en el que implica efectuar un diseño del mismo, donde se logre una mejor distribución y control de recursos, en base a las necesidades del cultivo y las características tanto del suelo como del agua (Gujarro et al., 2018).

El correcto diseño de sistemas de regadío y diferentes equipos, en gran medida resulta en un ahorro sustancial de agua y de esta forma, evitar pérdidas monetarias considerables para el productor. Para la realización de un diseño de riego es necesario, obtener los cálculos necesarios para la selección de los materiales y equipos específicos del sistema, así como tener información acerca del predio y la localización de la fuente de agua (Pisco y Torres, 2021).

2.2.11.1. Diseño agronómico

En cualquier tipo de propuesta de riego, la base principal es el diseño agronómico del sistema, que consiste en realizar cálculos específicos tales como: la superficie que se va a regar, las secciones de riego que habrá, la densidad de siembra y el requerimiento hídrico del cultivo en cuestión, tiempos de riego, etc. Un diseño agronómico bien elaborado, permite un mejor aporte tanto de agua y nutrimentos para el desarrollo de los cultivos (Vargas et al., 2021).

El diseño agronómico tiene como objetivo, destinar al cultivo la cantidad de agua requerida por la misma de forma equitativa, por medio de un sistema capaz de suplir con las necesidades requeridas. El procedimiento de este diseño, considera datos relacionados al clima del lugar de siembra, la necesidad del cultivo y la profundidad radicular respectiva, esta información es necesaria para establecer el caudal del sistema de riego (Caparicona, 2020).

2.2.11.2. Diseño hidráulico

El diseño hidráulico tiene como fin, cumplir con la distribución homogénea del agua y los fertilizantes en toda el área a regar, en donde se garantice que tanto el primer y último emisor trabajen de la misma manera, con el caudal adecuado y en los tiempos determinados de acuerdo al diseño agronómico previo (Liotta et al., 2015).

A través del diseño hidráulico, se establece el dimensionamiento y las longitudes de las tuberías que conforman la red parcelaria, además de los componentes necesarios como filtros, fertilizadores, goteros, aspersores y la bomba, bajo el criterio de llegar a una uniformidad ideal en la superficie a regar, con las presiones de flujo idóneas (Benavides y Pucha, 2020).

2.2.12 Riego por goteo

El sistema de riego por goteo, es un método de irrigación utilizado en gran medida en zonas áridas, por su emisión constante gota a gota y su alta uniformidad aplicativa del agua en los cultivos, no obstante, las características más representativas son la reducción de costos operativos y exigencias hídricas. De este modo, se torna uno de los modelos de intensificación amigables para incrementar la productividad, mediante el equilibrio entre el rendimiento y los requerimientos hídricos del cultivo (Apaza y López, 2016).

2.2.13 Fertirriego

La fertirrigación es un procedimiento complementario en los distintos sistemas tecnificados de riego a presión (goteo, aspersión, microaspersión), por el cual, se procede a administrar una combinación simultánea de agua de riego y fertilizantes disueltos, de forma dosificada de acorde a las necesidades nutricionales del cultivo. Para llevar al cabo el funcionamiento de esta técnica, es indispensable conocer los aspectos esenciales tales como, calidad de agua, consumo hídrico y nutrientes requeridos por el cultivo, además de la eficiencia del sistema (Valverde, 2017).

2.2.13.1. Ventajas del fertirriego

La fertirrigación tiene numerosos beneficios, entre los cuales esta: la reducción de mano obra con respecto a la aplicación de fertilizantes por hectárea, disminución de la erosión y compactación del suelo al no hacer uso de maquinaria agrícola, posibilita la integración del balance nutricional necesario y la dotación óptima de agua demanda en el cultivo (España Patente nº 2 696 949, 2019).

2.2.13.2. Desventajas del fertirriego

El aspecto más desfavorable por parte del fertirriego, es los elevados costos de inversión que se debe realizar para la implementación del sistema, al mismo tiempo, del personal especializado para efectuar la instalación del mismo y el mantenimiento frecuente, para prevenir obstrucciones en los emisores (Bastida y Flores, 2016).

2.2.14 Programación de la fertirrigación

Un adecuado plan de fertilización, permite a los agricultores aplicar de manera intensiva los nutrientes demandados por el cultivo al área de la raíz, así garantizando un ahorro en el uso de fertilizantes y un mayor cuidado de la estructura del suelo (González et al., 2021).

Para un programa de fertilización es necesario considerar ciertos puntos como:

- Variedad del cultivo
- Estado fenológico de la planta
- Disponibilidad de nutrientes del suelo
- Sistema de riego a emplear

2.2.15 Inyector Venturi

El inyector Venturi, es uno de los dispositivos hidráulicos recomendados para realizar un fertirriego seguro, su funcionamiento radica en generar una diferencia de presión de al menos 1 bar entre la entrada y salida en la succión, la cual permite incorporar dosis específicas de fertilizantes líquidos o productos fitosanitarios, en el sistema de riego. Para la puesta en marcha del inyector, se debe de abrir la válvula auxiliar de la manguera de succión del Venturi, después, cerrar hasta cierto punto la válvula que regula la presión en la línea principal, para conseguir el flujo de succión establecido en la ficha técnica del dispositivo (García y Alonso, 2022).

2.2.16 Manejo de fertilizantes en la fertirrigación

El gran interés de la fertirrigación en el ámbito agrícola, es debido a la aplicación de forma líquida de los nutrientes de manera eficiente en la zona radicular de la planta, para esto es necesario llevar un control riguroso del suministro de fertilizantes, por medio del conocimiento de las propiedades de las soluciones nutritivas, tales como:

- Solubilidad
- Compatibilidad
- Acidez
- Salinidad (Martínez, 2020)

2.2.16.1. Solubilidad

Esta característica se basa en la capacidad de dilución que tienen los fertilizantes para llevar a cabo la fertirrigación, aunque el grado de solubilidad va a variar dependiendo del tipo de fertilizante a emplear. Conocer el nivel de solubilidad nos permite, tomar precauciones a la hora de la preparación de las soluciones, de esta forma disminuyendo problemas durante la fertilización (Pérez et al., 2022).

Un aspecto a considerar es la temperatura, ya que, al haber un aumento o disminución de esta, influirá en el procedimiento de disolución.

2.2.16.2. Compatibilidad

Un aspecto importante al momento de realizar la solución nutritiva, es saber con exactitud el comportamiento de los fertilizantes al mezclarse con otros. Por lo general, en fertirriego las soluciones se trabajan en concentraciones bajas,

pero al hacer uso de concentraciones mayores es cuando se puede percibir de mejor manera la compatibilidad entre los fertilizantes (Poblador y Sanchis-Ibor, 2022).

Conocer que fertilizantes se pueden combinar y cuales no, ayuda a evitar pérdidas de disposición de nutrientes en el suelo. Consideraciones básicas a tomar en cuenta son las siguientes:

- Correcta selección y manejo de los fertilizantes
- Realizar las soluciones por separado
- Evitar la combinación de azufre o fósforo con el calcio

2.2.16.3. Acidez

Este factor es determinante en el proceso de fertirrigar, medido a través del nivel del pH de la solución, el cual debe estar en un rango entre 5-6, los fertilizantes toman un papel importante ya que estos, pueden acrecentar o disminuir el pH de la solución. Una forma de verificar que los fertilizantes puestos en agua han sido bien solubilizados, es que la solución tenga un tono cristalino y de esta manera sea asimilable para las plantas, por lo contrario, provocaría suelos ácidos resultando en pérdidas de rendimiento del cultivo (Castellanos, 2014).

2.2.16.4. Salinidad

Es necesario reconocer, que la mayor parte de los cultivos tienen un nivel de tolerancia a la salinidad, pero se debe de tomar en cuenta ciertas consideraciones, como la calidad del agua de riego, el sistema a emplear y los fertilizantes que se van a utilizar, ya que algunos de estos tienen un contenido de sal, lo que incrementaría la salinidad del riego. Por ende, se recomienda hacer uso de fertilizantes de calidad, así como inyectar ácido al sistema para limpiar los residuos internos y considerar en gran medida la susceptibilidad de los cultivos a la salinidad (Rottenberg, 2019).

2.2.17 Requerimiento nutricional cultivo de berenjena

Vargas (2017) indica que la fertilización del cultivo de berenjena, debe de desarrollarse de acuerdo a la disposición de nutrientes en el suelo, en conjunto a los macroelementos y microelementos requeridos por la planta tales como:

- Nitrato de Amonio 995-1000 kg/Ha
- Fosfato Diamónico 50-60 kg/Ha
- Nitrato de Potasio 265-280 kg/Ha

- Nitrato de Calcio 230-250 kg/Ha

2.2.17.1. Macronutrientes en el cultivo de berenjena

2.2.17.1.1. Nitrógeno.

Al igual que muchos cultivos, la berenjena demanda una cantidad considerable de nitrógeno, el cual es muy importante en las etapas iniciales de la planta, ya que permite el desarrollo y formación tanto de las hojas como la estructura principal del cultivo, la deficiencia de este elemento se refleja en un amarillamiento de las hojas y un crecimiento deficiente (Reyes et al., 2018).

2.2.17.1.2. Fósforo.

Con respecto a este elemento, su aporte en el cultivo es vital, pues este participa en los procesos como el enraizamiento de la planta y la formación de flores, la carencia de este, se evidencia tanto en los bordes y márgenes de las hojas, donde se presenta tonalidades amarilla y rojiza (Pérez et al., 2020).

2.2.17.1.3. Potasio.

El potasio es esencial en la nutrición de la gran parte de cultivos, en berenjena se aplica durante la fase de crecimiento en cantidades menores, pero ya en la etapa de maduración es donde más se requiere, este atribuye a una buena calidad de frutos y resistencia a distintas enfermedades, la deficiencia de este elemento provoca un mal desarrollo del fruto (Adarraga et al., 2022).

2.2.17.2. Micronutrientes en el cultivo de berenjena

Las berenjenas requieren de una variedad de elementos para un desarrollo óptimo, entre los cuales están el calcio, hierro, magnesio y el zinc, que son necesarios en funciones específicas del cultivo, la aplicación de estos microelementos se puede realizar mediante fertilizantes completos y así mejorar el rendimiento agronómico de la planta (Santis et al., 2019).

2.3 Marco legal

2.3.1 Constitución de la República del Ecuador

Art. 411.- El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua. La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua.

Art. 412.- La autoridad a cargo de la gestión del agua será responsable de su planificación, regulación y control. Esta autoridad cooperará y se

coordinará con la que tenga a su cargo la gestión ambiental para garantizar el manejo del agua con un enfoque ecosistémico (Constitución de la República, 2008, Art 411 y 412).

2.3.2 Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria

Artículo 9. Investigación y extensión para la soberanía alimentaria. - El Estado asegurará y desarrollará la investigación científica y tecnológica en materia agroalimentaria, que tendrá por objeto mejorar la calidad nutricional de los alimentos, la productividad, la sanidad alimentaria, así como proteger y enriquecer la agrobiodiversidad. Además, asegurará la investigación aplicada y participativa y la creación de un sistema de extensión, que transferirá la tecnología generada en la investigación, a fin de proporcionar una asistencia técnica, sustentada en un diálogo e intercambio de saberes con los pequeños y medianos productores, valorando el conocimiento de mujeres y hombres. El Estado velará por el respeto al derecho de las comunidades, pueblos y nacionalidades de conservar y promover sus prácticas de manejo de biodiversidad y su entorno natural, garantizando las condiciones necesarias para que puedan mantener, proteger y desarrollar sus conocimientos colectivos, ciencias, tecnologías, saberes ancestrales y recursos genéticos que contienen la diversidad biológica y la agrobiodiversidad. Se prohíbe cualquier forma de apropiación del conocimiento colectivo y saberes ancestrales asociados a la biodiversidad nacional (Asamblea Nacional del Ecuador, 2009, p.6-7).

2.3.3 Código Orgánico de la Producción Comercio e Inversiones

Art. 61.- Del acceso a la tierra y de su fomento integral.- El Estado, a través de sus órganos gubernamentales competentes, fomentará y facilitará el acceso a la tierra a las familias y comunidades campesinas carentes de ella, dándoles preferencia en los procesos de redistribución de la tierra, mediante mecanismos de titulación, transferencia de tierras estatales, mediación para compra venta de tierras disponibles en el mercado, reversión, u otros mecanismos establecidos en la Constitución y la Ley. Para garantizar que estas acciones redunden en mejoras de productividad y de acceso a mercados, se realizarán también las siguientes actividades:

- a. Incentivará mecanismos de comercialización alternativos para que, a la vez que se procura el mejoramiento de los ingresos de las familias campesinas productoras, se garantice el abastecimiento de los mercados locales y regionales;
- b. Apoyará la soberanía alimentaria del país, por medio del fomento a la producción de alimentos para el consumo nacional, incentivando además de la productividad, la producción de bienes que favorezcan la nutrición adecuada de las familias ecuatorianas, especialmente de la niñez; y,
- c. Promoverá prácticas productivas que aseguren la conservación y manejo sustentable de la tierra, en especial de su capa fértil que prevenga su degradación, en particular la provocada por la contaminación y erosión.

Los recursos para estos programas se asignarán anualmente del presupuesto general del Estado (Asamblea Nacional del Ecuador, 2010, p.16).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Enfoque de la investigación

3.1.1 Tipo de investigación

Para este proyecto, el cual se efectuó en el cantón Colimes parte de la provincia del Guayas, fue de tipo experimental con aplicaciones de soluciones nutritivas en el cultivo de berenjena (*Solanum melongena L.*), en el que, de manera descriptiva se detalló el crecimiento fisiológico y desarrollo productivo de la planta durante su ciclo vegetativo.

3.1.2 Diseño de investigación

En esta investigación, se procedió a realizar un trabajo práctico en campo abierto de forma experimental, donde se evaluó dos soluciones de nutrientes aplicadas por un sistema de fertirrigación en dos cultivares de berenjena (*Solanum melongena L.*), además de, determinar la repercusión de estos en el rendimiento obtenido y así establecer el tratamiento de mayor viabilidad económica.

3.2 Metodología

3.2.1 Variables

De acuerdo al tipo de investigación, se incorporan las variables.

3.2.1.1. Variable independiente

- Diferentes soluciones nutritivas en el cultivo de berenjena
- Variedades de berenjena

3.2.1.2. Variable dependiente

En la investigación, cada variable estuvo considerada en función de los efectos evidenciados durante el desarrollo y los resultados definidos en la productividad del cultivo de berenjena.

3.2.1.2.1. Altura de la planta (cm).

Para la recolección de datos de esta variable, se realizó la medición con un flexómetro a los 15, 30 y 60 días posterior al trasplante, donde se escogieron 8 plantas de cada parcela.

3.2.1.2.2. Diámetro del tallo (cm).

Se determinó el grosor del tallo por medio de un calibrador, para esta variable se tomó desde la base a unos 10 cm a los 30 y 60 días.

3.2.1.2.3. Número de frutos por planta (n).

En la contabilización, se registró la cantidad de frutos que se obtuvieron de las ocho plantas de berenjena seleccionadas en los diferentes tratamientos de estudio.

3.2.1.2.4. Longitud del fruto (cm).

Se procedió a tomar la medida de los frutos recolectados de cada tratamiento, para así establecer un promedio entre las longitudes.

3.2.1.2.5. Peso del fruto (g).

Por medio de una balanza digital se pesó los frutos de berenjena y con esos datos se estableció un promedio general.

3.2.1.2.7. Análisis económico (B/C).

Los resultados estuvieron establecidos en función a los costos fijos y variables de la producción, para así indicar la relación con respecto a los beneficios retornables de cada uno de los tratamientos sobre las variables de estudio.

$$B/C = \frac{\text{Beneficio bruto}}{\text{Costo total de producción}}$$

3.2.2 Tratamientos

El proyecto constó de seis tratamientos, en el que se integrarán dos factores, los cuales son las variedades de berenjena y las soluciones nutritivas.

Tabla 1.
Descripción de los tratamientos en estudio

Nº	Combinación	Descripción	Frecuencia de aplicación (días)
T1	V1S1	Berenjena V1 + Solución 1	En función al plan de fertilización
T2	V1S2	Berenjena V1 + Solución 2	En función al plan de fertilización
T3	V1S0	Testigo Berenjena V1	---
T4	V2S1	Berenjena V2 + Solución 1	En función al plan de fertilización
T5	V2S2	Berenjena V2 + Solución 2	En función al plan de fertilización
T6	V2S0	Testigo Berenjena V2	---

Elaborado por: El Autor, 2024

Tabla 2.
Descripción de los factores de estudio

Factor A	Factor B
V1: Black beauty	S0: Sin Aplicación
V2: Melanzana Cheryl RZ	S1: NPK + Ca
	S2: NPK

Elaborado por: El Autor, 2024

3.2.3 *Diseño experimental*

Para el desarrollo del presente estudio, se llevó al cabo un diseño de bloques completos al azar por parcelas divididas, con seis tratamientos y tres repeticiones, resultando en 18 parcelas experimentales.

Tabla 3.
Delimitación experimental

Tipo de diseño	DBCA
Numero de tratamientos	6
Número de repeticiones	3
Número de parcelas	18
Largo de parcela	4.0 m
Ancho de parcela	5.0 m
Área de la parcela	20 m ²
Distancia entre plantas	0.60 m
Distancia entre hileras	0.80 m
Distancia entre repeticiones	1 m
Número de plantas por parcela	33
Numero de plantas a evaluar	8
Total de plantas del ensayo	1188
Área total del ensayo	800 m ²

Elaborado por: El Autor, 2024

3.2.4 *Recolección de datos*

3.2.4.1. *Recursos*

3.2.4.1.1. *Materiales y herramientas.*

Cinta métrica, piola, pala, azadón, bomba, tuberías, cinta de riego, inyector Venturi, bandejas germinadoras, insumos agrícolas, balanza digital, libreta de apuntes, cámara fotográfica, computadora.

3.2.4.1.2. *Material experimental.*

Semillas de berenjena (Black beauty, Melanzana violetta lunga 2).

3.2.4.1.3. *Recursos humanos.*

Tesista y tutor guía.

3.2.4.1.4. *Recursos bibliográficos.*

La información en esta investigación estuvo basada en, tesis de grado, artículos y revistas científicas, libros y sitios web buscados a través de la biblioteca virtual de la Universidad Agraria del Ecuador.

3.2.4.1.5. *Recursos económicos.*

Este proyecto fue financiado en base a los recursos del estudiante.

Tabla 4.
Presupuesto estimado del trabajo experimental

Actividades y productos	Cantidad	Valor unitario (\$)	Costo total (\$)
Preparación del terreno	1	90	90
Análisis de suelo	1	60	60
Semillas certificadas	2	15	30
Semillero	5	2.50	12.50
Insumos agrícolas	4	25	100
Tubería 25 mm	5	3.50	17.5
Tubería 20 mm	10	5	50
Polipega	1	22	22
Polilimpia	1	11.60	11.60
Lija	1	1	1
Unión	10	1	10
Codo	10	0.40	4
Válvula	8	8.43	66.4
Tee	4	1.50	6
Cinta de riego	1	80	80
Inyector Venturi	1	20	20
Cinta métrica	1	4	4
Etiquetas de tratamientos	24	1	24
Total			609

Elaborado por: El Autor, 2024

3.2.4.2. Métodos y técnicas

3.2.4.2.1. Métodos de investigación.

Método inductivo: Posibilitó la comprensión de los resultados obtenidos con respecto al desarrollo de la berenjena para relacionarlo con la hipótesis y los objetivos establecidos.

Método deductivo: Permitió realizar observaciones de sucesos particulares durante la investigación por medio de teorías, principios y leyes.

3.2.4.2.2. Técnicas de investigación.

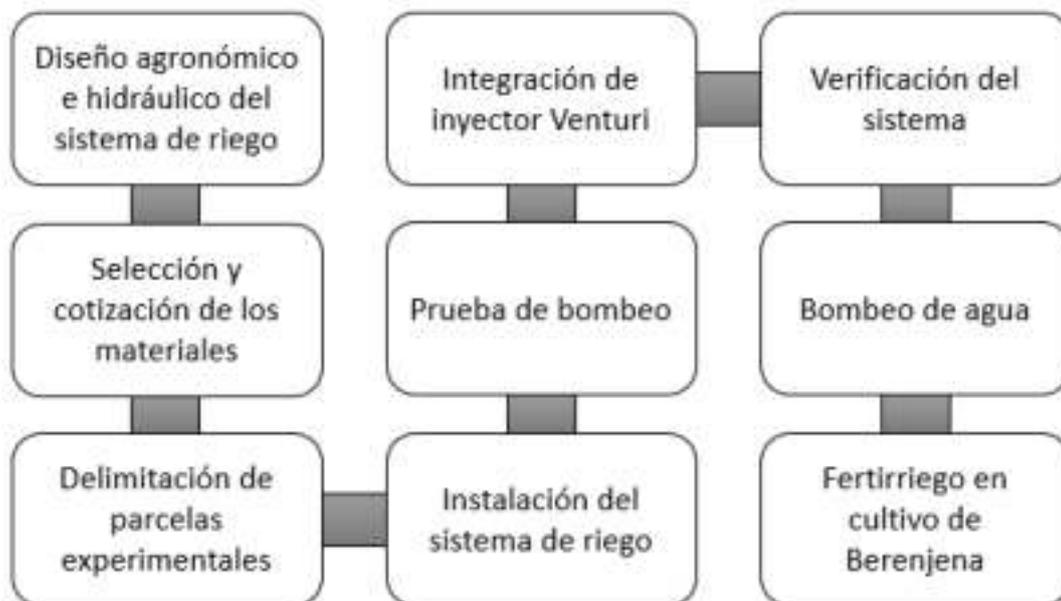
- **Análisis de suelo**

Fue necesario tomar muestras de suelo en diferentes puntos del área experimental, en base a las consideraciones establecidas por el laboratorio y definir parámetros como la textura del suelo, los nutrientes disponibles y la materia orgánica.

- **Diseño e implementación del sistema de fertirrigación**

Para la realización de esta actividad del proyecto, se dictaminó cada una de las acciones requeridas, que van desde, el diseño base del sistema hasta la puesta en marcha del mismo.

Figura 1.
Diagrama de flujo del sistema de fertirrigación



Elaborado por: El Autor, 2024

- **Preparación del terreno**

Se debió de efectuar un arado del suelo para acondicionar y nivelar el terreno, semanas antes del trasplante de las plantas.

- **Delimitación del área**

Para realizar un correcto estudio de los tratamientos establecidos, es fundamental delimitar el área experimental, para esto se usó una cintra métrica y estacas para marcar los puntos correspondientes en campo.

- **Semillero**

Se utilizó bandejas germinadoras de 198 hoyos, las cuales fueron llenadas con sustrato para el crecimiento de las plántulas.

- **Trasplante**

El trasplante de las plántulas se hizo a los 30 días de su germinación en el semillero.

- **Riego**

Se llevó a cabo por medio del método de riego por goteo, en función a los requerimientos hídricos de la planta en las distintas fases de desarrollo de la planta, de acuerdo en los tiempos de riego estimados: (26 min) trasplante, (53 min) desarrollo vegetativo a floración, (47 min) floración a desarrollo de frutos y (35 min) desarrollo de frutos a maduración.

- **Solución nutritiva**

Las soluciones estuvieron establecidas, acorde a las necesidades nutricionales del cultivo de berenjena y los nutrientes disponibles en el suelo, conforme a las etapas fenológicas de la planta.

- **Fertilización**

La aplicación de las soluciones fue por inyección a través del flujo del sistema de riego, por medio de la utilización de un inyector Venturi, en un intervalo de 5 - 25 - 35 - 65 días según las dosis estipuladas, en cada fase fenológica del cultivo.

- **Manejo agronómico**

Se ejecutó una poda para mejorar el desarrollo de la planta, con un entutorado para evitar quiebres de la misma, además de un control de malezas para evitar la competencia entre especies y para el manejo tanto de plagas como enfermedades, se emplearon métodos preventivos para la protección de los cultivos, como la implementación de un control químico con productos determinados.

- **Cosecha**

La recolección de las hortalizas, fue de forma manual en conjunto de unas tijeras de poda y colocadas en sacos, para su respectiva medición y pesaje para la obtención de los datos requeridos.

- **Recolección y análisis de datos**

Se registró los datos cada dos semanas de acorde a las variables establecidas en el estudio, para determinar la viabilidad de los tratamientos del proyecto, mediante la siguiente fórmula:

$$B/C = \frac{\text{Beneficio bruto}}{\text{Costo total de producción}}$$

3.2.5 Análisis estadístico

3.2.5.1. Análisis funcional

El análisis fue elaborado a través del programa estadístico Infostat, en el que los datos fueron evaluados mediante el análisis de varianza para precisar las diferencias significativas y para la comparación de medias se utilizó el test de Tukey con un nivel de error del 5% de probabilidad.

3.2.5.2. Esquema del análisis de varianza

Tabla 5.
Esquema ANDEVA

Fuente de variación	Fórmula	Desarrollo	Grados de libertad
Repeticiones	$(r-1)$	$(3-1)$	2
Factor A	$(a-1)$	$(2-1)$	1
Error tipo (a)	$(r-1)(a-1)$	$(3-1)(2-1)$	2
Factor B	$(b-1)$	$(3-1)$	2
A x B	$(a-1)(b-1)$	$(2-1)(3-1)$	2
Error (b)	$a(r-1)(b-1)$	$2(3-1)(3-1)$	8
Total	$(rab-1)$	$2*3*3-1$	17

Elaborado por: El Autor, 2024

3.2.5.3. Hipótesis estadística

Factor A (Variedades)

Ho: Ninguna de las variedades de berenjena presentó resultados favorables con respecto al desarrollo vegetativo ante la aplicación de los tratamientos.

Ha: Al menos una de las variedades de berenjena presentó resultados favorables con respecto al desarrollo vegetativo ante la aplicación de los tratamientos.

Factor B (Soluciones)

Ho: Ninguna de las soluciones aplicadas tuvo efecto en la productividad del cultivo de berenjena.

Ha: Al menos una de las soluciones aplicadas tuvo efecto en la productividad del cultivo de berenjena.

Interacción AxB (Variedades x Soluciones)

Ho: Ninguna de las interacciones entre las variedades y las soluciones demostró diferencias significativas durante el estudio.

Ha: Al menos una de las interacciones entre las variedades y las soluciones demostró diferencias significativas durante el estudio.

4. RESULTADOS

4.1 Diseño e implementación del sistema de fertirrigación bajo riego por goteo en el cultivo de berenjena (*Solanum melongena* L.).

4.1.1 Parámetros requeridos para la implementación del sistema de riego por goteo

Para dar inicio con el proceso de la implementación del sistema, fue necesario efectuar el cálculo de los parámetros agronómicos requeridos, mediante el uso del software CLIMWAT 2.0, se obtuvieron los datos de la estación meteorológica referente a la zona de estudio planteada. Con posterioridad, esos datos fueron insertados en otro aplicativo llamado CROPWAT 8.0, para hacer el cálculo de la Eto, por ende, realizar la multiplicación respectiva con el kc expuesto por la FAO y así, llegar a la evapotranspiración del cultivo como se visualiza en la tabla 6, en las distintas etapas fenológicas.

Tabla 6.
Evapotranspiración del cultivo establecido (mm/día)

Etapas	Inicio	Desarrollo	Medio	Final
Kc	0.15	1	1	0.80
Eto	3.03	3.03	2.69	3.01
Etc	0.45	3.03	2.69	2.41

Elaborado por: El Autor, 2024

4.1.2 Diseño agronómico del cultivo

Como parte fundamental, el diseño agronómico se realizó atendiendo a las necesidades del cultivo escogido, en relación al análisis de suelo que se efectuó, como se puede ver en la figura 4, estableciendo con más precisión el tipo de riego a poner en funcionamiento, como el área total y el tiempo a regar.

Tabla 7.
Datos de la parcela

Parámetro	Unidad	Resultados
Área neta bajo riego	m ²	800
Tipo de suelo	Textura	Franco
Infiltración básica	mm/h	13
Eto de diseño	mm/día	3.03

Elaborado por: El Autor, 2024

En datos del cultivo, se visualiza el espaciamiento en el que se va a sembrar el cultivo de berenjena en campo, como también a que profundidad llegan las raíces.

Tabla 8.
Datos del cultivo

Parámetro	Unidad	Resultados
Profundidad radicular	m	0.70
Kc de diseño		1
Espaciamiento entre hilera	m	0.80
Espaciamiento entre hilera	m	0.60

Elaborado por: El Autor, 2024

En la siguiente tabla, se especifica el tipo de riego a utilizar, así como la presión y el caudal con el que se va a trabajar, además del diámetro del bulbo húmedo emitido por el sistema.

Tabla 9.
Datos del sistema de riego

Parámetro	Unidad	Resultados
Método		Riego por goteo
Presión de trabajo	m.c.a	10
Caudal del emisor	l/h	1.4
Espaciamiento entre laterales	m	0.80
Espaciamiento entre emisores	m	0.60
Diámetro efectivo humedecido	m	0.40

Elaborado por: El Autor, 2024

A continuación, se muestra datos sobre el riego, como la lámina que se tiene que reponer, las horas de riego y el caudal necesario según los cálculos realizados.

Tabla 10.
Datos cálculo de riego

Parámetro	Unidad	Resultados
Precipitación horaria de riego	mm/h	3
Lámina bruta	mm	3.37
Hora de riego por día	min/día	69
Caudal requerido	m ³ /h	2

Elaborado por: El Autor, 2024

Como se puede ver en las tablas 7, 8, 9 y 10, los principales datos que involucran el diseño agronómico, que sirvió de base para la implementación.

4.1.3 Diseño hidráulico

Una vez establecidos los parámetros en el diseño agronómico, se procedió a realizar el diseño hidráulico, para conocer el dimensionamiento y la cantidad de tuberías a utilizar, en torno al diseño físico previo y las pérdidas de presión presentes en el sistema, como se puede observar en las tablas 11, 12, 13 y 14.

Tabla 11.
Datos de lateral

Parámetro	Unidad	Resultados
Largo lateral	m	20
Emisores en lateral	Goteros	100
Caudal en lateral	m ³ /h	0.209
Pérdida de carga en lateral	m.c.a	0.14

Elaborado por: El Autor, 2024

En datos de terciaria, se detalla las especificaciones de la línea distribuidora como el largo que tuvo y la cantidad de líneas de riego puestas.

Tabla 12.
Datos de terciaria

Parámetro	Unidad	Resultados
Largo de terciaria	m	40
Laterales en terciaria	n	36
Caudal en terciaria	m ³ /h	13
Pérdidas de carga en terciaria	m.c.a	0.170
Diámetro de tubería	mm	50

Elaborado por: El Autor, 2024

En la tabla posterior, están los datos referentes a la distancia que tuvo la línea principal, así como el caudal y el diámetro de la misma.

Tabla 13.
Datos de principal

Parámetro	Unidad	Resultados
Caudal tubería principal	m ³ /h	20.44
Pérdidas de cargas en principal	m.c.a	2.08
Diámetro de tubería	mm	63
Largo principal	m	100

Elaborado por: El Autor, 2024

Como último punto del diseño hidráulico, están las presiones que son requeridas tanto de la bomba como de los goteros, al igual que las pérdidas de carga.

Tabla 14.
Datos de pérdidas de cargas totales en módulo

Parámetro	Unidad	Resultados
Presión requerida por gotero	m.c.a	25
Pérdidas totales de cargas	m.c.a	0.53
Presión mínima requerida de la bomba	m.c.a	25.53

Elaborado por: El Autor, 2024

4.1.3.1. Características de la bomba

En la tabla 15, se puede observar algunas de las cualidades principales de la bomba que se utilizó para el sistema.

Tabla 15.
Datos de la bomba

Características	Unidad
Marca	Honda
Caudal Máximo	670 l/min
Potencia	5.5 hp

Elaborado por: El Autor, 2024

4.1.3.2. Elección del inyector Venturi

Para determinar el tipo de inyector Venturi a utilizar en el sistema, fue necesario tener la información sobre el caudal y la presión en la que trabaja la bomba. En este caso, por las características del trabajo investigativo, se optó por usar un inyector de 3/4 pulgada como se ve en la figura 6. A continuación, en la tabla 16 se describen los datos del inyector.

Tabla 16.
Datos del inyector Venturi

Parámetro	Unidad	Resultados
Presión de entrada	Bar	1.00
Presión de salida	Bar	0.00
Caudal de entrada	lt/min	14
Succión	lt/h	90

Elaborado por: El Autor, 2024

4.1.4 Diseño físico del sistema de fertirrigación

Como parte final del diseño del sistema, es obtener un plano detallado con la distribución y las características esenciales del proyecto en cuestión. En la figura 7, se muestra el recorrido que existe desde el área de la bomba hasta el área de estudio, así como, donde se ubican los bloques con sus respectivos distanciamientos. En el diseño final, visualizado en la figura 8, se aprecia la tubería principal, la cual posee dos tramos, el primero con tubería de 63 mm y el segundo con 50 mm, en la línea secundaria de 50 mm, fue donde se instaló de manera estratégica el inyector Venturi y las líneas de riego.

4.1.5 Programación del riego y el plan de fertirrigación

Para hacer una mejor aplicación del recurso hídrico en el cultivo, fue necesario establecer los tiempos de riego en torno, a las necesidades en cada una de las etapas fenológicas de la planta, en la tabla 17 se detallan los tiempos establecidos reflejado en minutos.

Tabla 17.
Tiempos de riego por fases fenológicas

Etapas Fenológicas	Trasplante	Desarrollo	Floración	Maduración
Tiempos de riego (min)	26	53	47	35

Elaborado por: El Autor, 2024

El plan de fertilización se realizó en base a los requerimientos nutricionales del cultivo, tomando en consideración la composición nutricional del suelo utilizado en el estudio, dando un total de 16 kg de nitrógeno (N), 8kg de fósforo (P), 16 kg de potasio (K) y 8 kg de calcio (Ca), que se aplicó por el sistema, distribuido en cada una de las etapas fenológicas, como se muestra en la tabla 18.

Tabla 18.
Plan de fertilización por fases fenológicas

Elementos requeridos	Trasplante	Desarrollo	Floración	Maduración
N	3 kg	4 kg	5 kg	4 kg
P	1 kg	2 kg	2 kg	3 kg
K	3 kg	4 kg	5 kg	4 kg
Ca	1 kg	2 kg	2 kg	3 kg

Elaborado por: El Autor, 2024

4.2 Descripción del comportamiento agronómico y productivo de dos cultivares de berenjena como respuesta a la aplicación del fertirriego.

4.2.1 Altura de la planta

Para el análisis de este parámetro, el cultivo fue evaluado en un intervalo de 15, 30 y 60 días, después del trasplante en el área de estudio. Los resultados obtenidos que se muestran en la tabla 19, a los 15 días, el tratamiento con mayor promedio en altura es el T1 (Black beauty - NPK + Ca) con un valor de 17.13 cm, continuando con el T4 (Melanzana Cheryl RZ - NPK + Ca) con una media de 16.29 cm, seguido por el T5 (Melanzana Cheryl RZ - NPK) con una altura promedio de 16.25 cm y el T2 (Black beauty - NPK) con un valor de 15.46, mientras que, los promedios mas bajos se reflejan tanto en el T3 (Testigo Black beauty) con 13.49 cm, como el T6 (Testigo Melanzana Cheryl RZ) con 8.91 cm.

En la segunda evaluación, la cual fue a los 30 días después del trasplante, con un coeficiente de variación del 3.71%, el T1 (Black beauty - NPK + Ca) obtuvo el mejor resultado con una media de 19.81 cm, seguido por el T4 (Melanzana Cheryl RZ - NPK + Ca) con un valor de 19.58 cm, cosecutivo los tratamientos con la aplicación de NPK, el T2 (Black beauty - NPK) con un promedio de 18.84 cm, las alturas menores se encuentran tanto en el T3 (Testigo Black beauty) con una media de 15.96 cm y el T6 (Testigo Melanzana Cheryl RZ) con 14.09 cm.

La última evaluación de la altura a los 60 días, mostró que el mejor tratamiento fue el T1 (Black beauty - NPK + Ca) con un promedio de 77.50 cm, los tratamientos con menores resultados fueron el T3 (Testigo Black beauty) con un valor de 35.38 cm y el T6 (Testigo Melanzana Cheryl RZ) con una media de 30.54 cm.

Tabla 19.
Altura de las plantas (cm)

N°	Tratamientos	Medias		
		15 días	30 días	60 días
T1	Black beauty - NPK + Ca	17.13 a	19.81 a	77.50 a
T2	Black beauty - NPK	15.46 ab	18.84 a	61.84 ab
T3	Testigo Black beauty	13.49 b	15.96 b	35.38 c
T4	Melanzana Cheryl RZ - NPK + Ca	16.29 ab	19.58 a	73.50 ab
T5	Melanzana Cheryl RZ - NPK	16.25 ab	18.55 a	59.05 b
T6	Testigo Melanzana Cheryl RZ	8.91 c	14.09 b	30.54 c
	C.V	7.79%	3.71%	9.82%
	P-valor	0.0095	0.1076	0.9499

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

Elaborado por: El Autor, 2024

4.2.2 Diámetro del tallo

En esta variable, se realizaron dos evaluaciones, la primera a los 30 días dando un coeficiente de variación de 18.92%, donde el T2 (Black beauty - NPK) obtuvo el mayor promedio con 0.72 cm, seguido por el T5 (Melanzana Cheryl RZ - NPK) con un valor de 0.69 cm, a diferencia del T3 (Testigo Black beauty) con 0.43 cm y el T6 (Testigo Melanzana Cheryl RZ) con 0.39 cm, que obtuvieron una media menos significativa.

En la segunda valoración a los 60 días, hubo una variación entre los tratamientos, ya que el T4 (Melanzana Cheryl RZ - NPK + Ca) dió una media de 0.89 cm, siendo el mejor tratamiento, continuado por el T1 (Black beauty - NPK + Ca) con un valor de 0.86 cm, mientras que el T3 (Testigo Black beauty) con 0.51 m y el T6 (Testigo Melanzana Cheryl RZ) con 0.45 cm, se mantuvieron con las medias menores.

Tabla 20.
Diámetro de tallos (cm)

N°	Tratamientos	Medias	
		30 días	60 días
T1	Black beauty - NPK + Ca	0.64 a	0.86 a
T2	Black beauty - NPK	0.72 a	0.82 ab
T3	Testigo Black beauty	0.43 a	0.51 bc
T4	Melanzana Cheryl RZ - NPK + Ca	0.67 a	0.89 a
T5	Melanzana Cheryl RZ - NPK	0.69 a	0.73 abc
T6	Testigo Melanzana Cheryl RZ	0.39 a	0.45 c
	C.V	18.92%	15.09%
	P-valor	0.8589	0.5971

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

Elaborado por: El Autor, 2024

4.2.3 Número de frutos por planta

Como se visualiza en la tabla 21, el T1 (Black beauty - NPK + Ca) con un promedio de 2.75, fue el tratamiento con el mayor número de frutos por planta, consecutivo el T2 (Black beauty - NPK) y el T5 (Melanzana Cheryl RZ - NPK) con un valor de 2.42 f/p, los tratamientos menos considerables fueron el T3 (Testigo Black beauty) y el T6 (Testigo Melanzana Cheryl RZ) con una media de 1.29 f/p.

Esto muestra que los tratamientos tanto con la aplicación de (NPK + Ca) y (NPK) influyeron en la producción de más frutos, a diferencia de los testigos que mostraron una menor cantidad de frutos.

Tabla 21.
Número de frutos por planta (n)

N°	Tratamientos	Medias
T1	Black beauty - NPK + Ca	2.75 a
T2	Black beauty - NPK	2.42 a
T3	Testigo Black beauty	1.29 b
T4	Melanzana Cheryl RZ - NPK + Ca	2.38 a
T5	Melanzana Cheryl RZ - NPK	2.42 a
T6	Testigo Melanzana Cheryl RZ	1.29 b
	C.V	8.41%
	P-valor	0.1659

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

Elaborado por: El Autor, 2024

4.2.4 Longitud del fruto

Entre los promedios de las longitudes, con un coeficiente de 4.52%, el tratamiento con mayor media fue el T1 (Black beauty - NPK + Ca) con 13.04 cm, seguido por el T2 (Black beauty - NPK) con 12.71 cm, mientras que los valores con menor longitud, los tiene tanto el T3 (Testigo Black beauty) con 9.13 y el T6 (Testigo Melanzana Cheryl RZ) con 8.38 cm.

Tabla 22.
Longitud de los frutos (cm)

N°	Tratamientos	Medias
T1	Black beauty - NPK + Ca	13.04 a
T2	Black beauty - NPK	12.71 a
T3	Testigo Black beauty	9.13 b
T4	Melanzana Cheryl RZ - NPK + Ca	12.50 a
T5	Melanzana Cheryl RZ - NPK	11.71 a
T6	Testigo Melanzana Cheryl RZ	8.38 b
	C.V	4.52%
	P-valor	0.7436

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

Elaborado por: El Autor, 2024

4.2.5 Peso del fruto

Para esta variable, se pesó alrededor de ocho frutos por cada tratamiento para poder establecer las medias, el T1 (Black beauty - NPK + Ca) con un valor de 0.29 kg, fue el que obtuvo un mayor promedio, con muy poca diferencia el T4 (Melanzana Cheryl RZ - NPK + Ca) y el T2 (Black beauty - NPK) dieron una media de 0.28 kg, el tratamiento con menor peso fue el T6 (Testigo Melanzana Cheryl RZ) con un valor de 0.12 kg.

Estos valores muestran, que la integración de fertilizantes por medio del sistema resultó en la obtención de frutos con un peso considerable, en contraste a una producción de berenjena tradicional.

Tabla 23.

Peso de los frutos (kg)

N°	Tratamientos	Promedio
T1	Black beauty - NPK + Ca	0.29 a
T2	Black beauty - NPK	0.28 a
T3	Testigo Black beauty	0.17 b
T4	Melanzana Cheryl RZ - NPK + Ca	0.28 a
T5	Melanzana Cheryl RZ - NPK	0.26 a
T6	Testigo Melanzana Cheryl RZ	0.12 b
	C.V	10.60%
	P-valor	0.3291

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

Elaborado por: El Autor, 2024

4.3 Realización del análisis económico de cada tratamiento mediante la relación beneficio/costo.

4.3.1 Costos de la implementación del sistema de fertirrigación

A continuación, en la tabla 24, se detallan cada uno de los materiales que se utilizaron para llevar a cabo la instalación del sistema de fertirriego, lo cual dió un total de \$697.99.

Tabla 24.

Costos del sistema de fertirriego

Infraestructura fertirriego	Cantidad	Valor Unitario \$	Valor total \$
Descripción			
Rollo cinta goteo, 1000 metros	1	80	80
Bomba de riego - 5.5 hp	1	400	400
Combustible para bomba (galones)	5	3.25	16.25
Venturi 3/4"	2	12	24
Adaptador 25 x 3/4	2	0.30	0.60
Caucho 16 mm	39	0.12	4.68
Caucho flex corto 12x 17	39	0.13	5.07
Valvula conector	39	0.55	21.45
Conectores inicial PVC a cinta 16 mm	42	0.10	4.20
Finales de cinta	39	0.20	7.80
Broca metálica de 16 mm	1	13.79	13.79
Codos 25	2	0.25	0.50
Codos 50 x 90°	1	0.95	0.95

Llave 25 MH	2	2.81	5.62
Weld on 705 – 1/2	1	8.48	8.48
Tapones 50	1	0.89	0.89
Master tubo 25 x 1.00 E/C	1	2.04	2.04
Tubos 50 x 0.8	15	6.85	97.07
Tee 50 x 25	2	1.76	3.52
Teflones pequeños	2	0.54	1.08
Total			\$697.99

Elaborado por: El Autor, 2024

4.3.2 Depreciación del sistema de riego en el tiempo utilizado

Este punto es importante, ya que permite conocer los beneficios que se obtendrán a través de los años, para esto se usó las siguientes fórmulas:

$$\frac{\text{Gasto total de infraestructura}}{\text{Vida útil del sistema}} = \text{Dinero por año útil}$$

$$\frac{\$697.99}{3 \text{ años}} = \$232.66$$

Sabiendo cual es el valor por año útil, se procedió a hacer el cálculo del dinero por el tiempo utilizado:

$$\frac{\text{Dinero por año útil}}{\text{Meses del año}} \times \text{Meses que se uso el sistema} = \text{Dinero por el tiempo usado}$$

$$\frac{\$232.66}{12 \text{ meses}} \times 3 \text{ meses} = \$58.16$$

Con esto se puede decir, que en torno a los tres meses de utilización del sistema de fertirrigación se obtuvo una inversión de \$58.16.

4.3.3 Costo fijos de la producción de berenjena

En la tabla 25, se especifican cada uno de los costos tanto de materiales, labores realizadas e insumos aplicados, que fueron necesarios para la producción del cultivo de berenjena.

Tabla 25.
Costos fijos para la producción de berenjena

Descripción	Cantidad	Valor unitario \$	Valor total \$
Semillero			
Bandejas de 128 cavidades	12	2	24
Sobres de semillas var. Black beauty	3	1.45	4.35
Sobres de semillas var. Melanzana	3	1.80	5.40
Cheryl RZ			

Tierra de sembrar	1	12	12
Terreno			
Análisis de suelo	1	60	60
1 pase romplow	1	45	45
Labores culturales			
Trasplante	1	15	15
Deshierbe	2	10	20
Aporcado	1	10	10
Tutorado	1	10	10
Control plagas/enfermedades			
Deltanox ®	1	5.75	5.75
IMIDALAQ ® SC	1	4.90	4.90
Fertilizantes solubles		Kg usados	Valor usado
Fosfato Monoamónico, saco 25 kg	16	37.81	15
Muriato de Potasio, saco 50 kg	8	26	10
Nitrato de calcio, saco 25 kg	8	32	9
Depreciación del sistema			58.16
Total			\$308.56

Elaborado por: El Autor, 2024

4.3.4 Análisis económico relación beneficio/costo

Para tener un mejor conocimiento acerca del beneficio/costo del estudio, fue necesario elaborar un recuento de los gastos de producción principales para el desarrollo de cada uno de los tratamientos, como se muestra en la tabla 26, en la que la variedad Black beauty tanto con la aplicación de (NPK + Ca) y (NPK) correspondientes al T1 y T2, obtuvo un retorno considerable en el análisis que se realizó, de \$0.77 por cada dólar invertido con un peso de 0.29 y 0.28 kg, seguido del T4 (Melanzana Cheryl RZ - NPK + Ca) con un valor de \$0.74 y el T5 (Melanzana Cheryl RZ - NPK) con \$0.71, por último, los tratamientos testigos al no tener una gran repercusión, dieron ganancias menores de \$0.51 y \$0.36. Esto demuestra, que la integración de fertilizantes por medio del sistema de riego, para el crecimiento eficiente de las plantas, representa una alternativa viable a largo plazo para el pequeño y mediano agricultor, para la producción del cultivo de berenjena.

Tabla 26.
Análisis beneficio/costo del cultivo de berenjena

Relación beneficio/costo del presente estudio						
Descripción	T1 (\$) (Black beauty) + (NPK) + (Ca)	T2 (\$) (Black beauty) + (NPK)	T3 (\$) Testigo Black beauty	T4 (\$) (Melanzana Cheryl RZ) + (NPK) + (Ca)	T5 (\$) (Melanzana Cheryl RZ) + (NPK)	T6 (\$) Testigo Melanzana Cheryl RZ
Duración del sistema de fertirrigación	3 AÑOS	3 AÑOS	3 AÑOS	3 AÑOS	3 AÑOS	3 AÑOS
Peso de frutos (kg)	0.29	0.28	0.17	0.28	0.26	0.12
Rendimiento/Ha (kg)	145	140	85	140	130	60
Precio de venta (kg)	1.65	1.65	1.65	1.65	1.65	1.65
Total ingresos	\$239.25	\$231	\$140.25	\$231	\$214.5	\$99
Total costo producción	\$308.56	\$299.56	\$274.56	\$308.56	\$299.56	\$274.56
Utilidad	-\$69.31	-\$68.56	-\$134.31	-\$77.56	-\$85.06	-\$175.56
Relación B/C	0.77	0.77	0.51	0.74	0.71	0.36

Elaborado por: El Autor, 2024

5. DISCUSIÓN

Con en base los resultados obtenidos en la investigación, una parte fundamental es establecer un adecuado plan de fertilización, en la que se considera no solo los requerimientos nutricionales del cultivo en cada una de sus fases, sino también como está constituido el suelo a utilizar, además de la disponibilidad de los elementos mediante un análisis de suelo. En concordancia al estudio de Meza et al. (2019), en la que mencionan, que debe haber una relación entre los macronutrientes principales (NPK) y micronutrientes, para repartirlo en cada estado fenológico como: fase inicial, desarrollo, floración y desarrollo de frutos.

Según lo indicado por Alvarado et al. (2021) en su artículo, para lograr una reducción del porcentaje de aplicación de fertilizantes, es recomendable enviar de manera fraccionada la fertilización por medio del sistema de riego, esta opción permite disminuir las dosificaciones sin afectar el desarrollo óptimo del cultivo, en coherencia a lo mencionado, en el estudio que ese efectuó, se hizo uso de dosis controladas de cada elemento requerido; de nitrógeno (16kg), fósforo (8 kg), potasio (16 kg) y calcio (8 kg) en los tratamientos que lo necesitaban, en el que se demuestra la eficacia que existe, en torno a los resultados dados en las variables evaluadas durante el desarrollo morfológico del cultivo de berenjena.

De acuerdo con los resultados de cada de una de las variables de estudio, el tratamiento con mejores promedios es el T1 (Black beauty - NPK + Ca), con una media de 77.50 cm en altura y un diámetro de 0.86 cm a los 60 días después del trasplante, en número de frutos una media 2.75, con una longitud del fruto de 13.04 cm, en comparación a los valores obtenidos por Fernández (2022) en el T2 (balde con zeolita) el cual a los 60 días obtuvo una altura promedio de 51.3 cm y en diámetro 0.81 cm, con respecto al número de frutos, una media de 3.18 y longitud de fruto de 11.56 cm. Donde se puede evidenciar, que a través de fertirriego se obtuvo mejor respuesta del cultivo, en comparación a un medio hidropónico.

Respecto a la investigación llevada por Núñez (2021) la que dictamina, que el potasio debe ser aplicado en cantidades considerables, puesto que, tiene bastante relevancia en la producción de berenjena, la disminución de este elemento ocasiona, una menor supervivencia por parte de la planta y un fruto de baja calidad, mientras que, mediante la fertirrigación fue viable reducir la

aplicación desproporcionada de este elemento, con la premisa de disminuir el uso de productos químicos para la fertilización del cultivo de berenjena, donde fue posible obtener frutos de excelente tamaño y peso, por medio de dosis específicas de potasio a la planta.

En el análisis beneficio/costo por parte de Roche (2022), dictamina que el T3 (200 kg de K_2O) de su estudio es el más rentable, dando 2.02 dólares por cada dólar invertido, seguido por el T2 (150 kg de K_2O) con una ganancia de 1.50 dólares, por último el T4 (testigo absoluto) con un valor de 0.96 dólares, mientras que la investigación realizada indica que por cada dólar de inversión, se obtiene 0.77 dólares, tanto en el T1 (Black beauty - NPK + Ca) como el T2 (Black beauty - NPK), seguidos por el T4 (Melanzana Cheryl RZ - NPK + Ca) con un valor de 0.74, el T5 (Melanzana Cheryl RZ - NPK) con 0.71, en última instancia, los tratamientos T3 (Testigo Black beauty) y T6 (Testigo Melanzana Cheryl RZ), con una ganancia de 0.51 y 0.36 dólares, con esto se determina que para tener un mayor retorno de ingresos en base a lo invertido, es necesario hacer uso de áreas mayores de siembra.

Se concluye con la aceptación de la hipótesis, donde se establece, que las soluciones nutritivas aplicadas por fertirrigación y su relación con la producción en el cultivo de berenjena demostraron un índice superlativo en el rendimiento, puesto que, se obtiene una respuesta agronómica y productiva significativa, por parte del T1 (Black beauty - NPK + Ca) entre los factores de estudio.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Una vez realizadas las respectivas evaluaciones de acorde a los objetivos establecidos se decreta que:

Establecer los parámetros tanto agronómicos como hidráulicos, tomando en cuenta datos climáticos, las características del área de siembra, los requerimientos nutricionales del cultivo, la disponibilidad del recurso hídrico, así como el dimensionamiento y la cantidad de tuberías a utilizar, son indispensables para la correcta implementación de un sistema de riego destinado para la producción de cualquier tipo de cultivo.

En cuanto al desarrollo agronómico y productivo de los dos cultivares, la variedad Black beauty en conjunto a la aplicación de los macro y micronutrientes expresada como T1 (Black beauty - NPK + Ca), es la que tiene mejores resultados en la mayor parte de variables evaluadas, en altura final alcanza un promedio de 77.50 cm, en número de frutos tiene un promedio de 2.75, además de dar una media de 13.04 cm en longitud del fruto y por ende, tiene un peso de 0.29 kg. Seguido por el T4 (Melanzana Cheryl RZ - NPK + Ca) el cual, en diámetro tiene un promedio de 0.89 cm y demuestra valores con significancia en las distintas variables. Mientras que, la ausencia de la integración de fertilizantes tanto en el T3 y el T6, muestra un desarrollo menor y una producción escasa durante el estudio.

Con respecto a la viabilidad económica de la investigación, el T1 (Black beauty - NPK + Ca) y el T2 (Black beauty - NPK) son los que más destacan, ya que por cada dólar invertido se gana \$0.77, consecutivo a estos están, el T4 (Melanzana Cheryl RZ - NPK + Ca) con un valor de \$0.74 y el T5 (Melanzana Cheryl RZ - NPK) con \$0.71 de ganancia.

6.2 Recomendaciones

Concientizar a los productores a hacer uso de sistemas de tecnificación actuales con la finalidad de aumentar su productividad, obteniendo productos de calidad y ganancias acrecentadas.

Para realizar la siembra de este cultivo u otro, es fundamental evaluar parámetros tales como, las condiciones climáticas del lugar de siembra, además de conocer la disponibilidad de nutrientes del mismo por medio de un análisis de suelo, para un desarrollo óptimo de la planta. Por lo que es apropiado, efectuar un

diseño específico tanto de la parte agronómica como hidráulica, para la correcta aplicación de un sistema de irrigación. Donde se recomienda, la integración del inyector Venturi, como medio de ingreso para los fertilizantes y de esta manera, distribuirlos por las líneas de riego hasta el área de las raíces del cultivo.

Optar por la utilización de diferentes variedades para la siembra, ya que estas tienden a tener características distintivas, como una mejor adaptabilidad, mayor resistencia a plagas y enfermedades, además de una producción considerable.

Como último punto, con el fin de realizar una sola inversión para un sistema de este tipo, es recomendable optar por la compra de materiales con mejor resistencia, en tal caso, para una mayor durabilidad del sistema es necesario, integrar un recubrimiento en las tuberías para evitar sus desgaste, llevar un control del estado de las cintas de riego puesto que, estas tienden a presentar fugas y verificar que no existan obstrucciones en cada uno de los goteros.

BIBLIOGRAFÍA

- Adarraga, J., Padilla, F., y Ariza, F. (2022). Impacto socio-económico sobre las familias productoras de berenjena en el Departamento del Atlántico, Colombia. *IPSA Scientia*, 7(3), 25-43. <https://doi.org/10.25214/27114406.1427>
- Alvarado, D., Valdez, L., Cepeda, J., Rubí, M., y Pineda, J. (2021). Aplicación fraccionada de fertilizantes vía fertirriego y la eficiencia del nitrógeno, fósforo y potasio en calabacita. *Acta Agrícola y Pecuaria*, 7. <https://doi.org/0.30973/aap/2021.7.0071001>
- Apaza, G., y López, C. (2016). Evaluación de la uniformidad de un sistema presurizado de riego por goteo para cultivos de zonas Alto-Andinas de Bolivia. *Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales, La Paz*, 3(3), 7-17.
- Asamblea Nacional de la República del Ecuador. (2009, 5 de mayo). *Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria*. Registro Oficial No. 583, 5 de Mayo 2009. <https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2019-04/LEY%20ORG%20C3%81NICA%20DEL%20R%20C3%89GIMEN%20DE%20LA%20SOBERAN%20C3%8DA%20ALIMENTARIA%20-%20LORSA.pdf>
- Asamblea Nacional de la República del Ecuador. (2010, 29 de diciembre). *Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones*. Registro Oficial Suplemento 351 de 29-dic.-2010. <https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2020-04/CODIGO%20ORGANICO%20DE%20LA%20PRODUCCION%20C%20COMERCIO%20E%20INVERSIONES%20COPCI.pdf>
- Barraza, F. (31 de Agosto de 2022). Saberes y matices: campesinos asociados al cultivo de berenjena en el Caribe colombiano. *Atarraya Cultural*, 4(1). <https://revistas.unimagdalena.edu.co/>
- Bastida, A., y Flores, G. (Septiembre de 2016). Tecnologías y estructuras de la agricultura protegida mexicana. *Congreso Nacional de Riego y Drenaje*. <https://www.riego.mx/>
- Benavides, H., y Pucha, F. (2020). *Efectos del cambio climático en el hábitat de las especies y los O.D.S.* <https://www.researchgate.net/>

- Betancor, L., Ruiz, A., Castaño, V., y Durán, P. (Octubre de 2017). Telemetría de niveles, caudales y volúmenes de agua en sistemas de riego por gravedad. *Geama*. <https://geama.org/>
- Caparicona, J. (2020). Elaboración de un programa informático de aplicación para diseño agronómico e hidráulico en el método de riego por goteo. *Apthapi*, 6(2), 1935-1953.
- Carretero, P., Quishpi, F., y Quevedo, L. (2020). *De lo rural a lo urbano en Ecuador*. <https://www.researchgate.net/>
- Castellanos, J. (2014). Acidez del Suelo y su Corrección. *Hojas Técnicas de Fertilab*, 4. <https://www.intagri.com/>
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). [Título VII Art. 411 y 412]. Registro Oficial 449 de 20 octubre 2008. <https://www.oas.org/>
- Fernández, C. (2022). *Evaluación productiva del cultivo de berenjena (Solanum melongen L.), en dos sustratos sólidos bajo un sistema hidropónico NFT*. [Tesis de Pregrado, Universidad Agraria del Ecuador]. Repositorio Institucional. <https://cia.uagraria.edu.ec/>
- Figás, Martínez, R., García, Raigón, Prohens, y Soler. (2018). Caracterización morfológica, agronómica y de calidad de una colección de 10 variedades tradicionales valencianas de berenjena en condiciones de bajos insumos. 14, 379 - 384. <https://www.researchgate.net>
- Fornaris, G. (Marzo de 2016). Cosecha y manejo postcosecha en Berenjena. *Conjunto Tecnológico para la Producción de Berenjena*. <https://www.upr.edu/>
- García, A., y Alonso, A. (Diciembre de 2022). Fertirrigación en un agroecosistema con caña de azúcar. *Agro-Divulgación*. <https://doi.org/10.54767/ad.v2i6.121>
- Giobellina, B., Pomazan, S., Medina, S., y Sánchez, M. (2020). *Infraestructuras verdes: Desde el territorio a la cubierta habitable*. <https://rdu.unc.edu.ar/>
- González, R., Alcaide, C., Fernández, I., Camacho, E., y Rodríguez, J. (2021). Reutivar: App para la programación óptima de fertirriego con. *XXXVIII Congreso Nacional de Riegos*. <https://doi.org/10.31428/10317/10107>
- Guerrero, L., Zamora, L., Gásquez, J., Meca, Ramos, R., y Arévalo, A. (2021). Evaluación de un cultivo ecológico de berenjena en invernadero. *Agroecología*. <https://www.agroecologia.net/>

- Guijarro, A., Cevallos, L., Preciado, D., y Zambrano, B. (19 de Mayo de 2018). Sistema de riego automatizado con arduino. *Espacios*. <https://revistaespacios.com/>
- León, R., Correa, E., Romero, J., Bonilla, H., Gómez, J., Yacomelo, M., y Lumey, A. (15 de Julio de 2019). Acumulación de grados días y su efecto sobre el potencial de rendimiento de 15 accesiones de berenjena (*Solanum melongena* L.) en el Caribe Colombiano. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*. <https://doi.org/10.15446/rfnam.v72n3.77112>
- Liotta, M., Carrión, R., Ciancaglini, N., y Olguín, A. (2015). *Manual de capacitación : riego por goteo*. <http://www.prosap.gov.ar/>
- Martínez , J., Sánchez, I., Lezama, V., y Gutiérrez, M. (2023). Tolerancia de cultivares de berenjena (*Solanum melongena* L.) a *Ralstonia solanacearum* en condiciones de invernadero. *Revista Universitaria Del Caribe*, 30(1), 82-93. <https://doi.org/10.5377/ruc.v30i1.16887>
- Martínez. (Noviembre de 2018). Mi europa sabe a mediterráneo: <https://mieuropasabeamediterraneo.com>
- Martínez, A. (Junio de 2022). Racionalidad del agricultor de berenjena (*Solanum melongena* L.) desde el punto de vista de los costos de producción en la Región Caribe de Colombia. *Ciencia Y Tecnología*, 15(1). <https://doi.org/10.18779/cyt.v15i1.536>
- Martínez, A., Tordecilla, L., Grandett, L., Rodríguez, M., Cordero, C., Silva, G., . . . Orozco, A. (2019). Análisis Económico de la Producción de Berenjena (*Solanum melongena* L.) en Dos Zonas Productoras del Caribe Colombiano: Sabanas de Sucre y Valle del Sinú en Córdoba. *Ciencia y Agricultura*. <https://doi.org/10.19053/01228420.v16.n3.2019.9514>
- Martínez, C. (24 de Abril de 2020). Fertilizantes para fertirriego: conceptos y propiedades. Tabasco, México: Colegio Mexicano de Ingenieros en Irrigación.
- Martínez, E., Calatayud, Á., Marsal, J., Mateos, R., Díez, M., Soler, S., . . . Martínez, M. (2022). Caracterización de variedades tradicionales de berenjena de la Comunitat Valenciana: clave para garantizar la calidad nutricional y la conservación de la biodiversidad. *Agrícola vergel*. <https://redivia.gva.es/>

- Martínez, S., Carbone, A., y Garbi, M. (2021). *Producción hortícola periurbana: Aspectos técnicos y laborales*. Buenos Aires, Argentina: EDULP. <https://sedici.unlp.edu.ar/>
- Meza, Á., Ayala, A., Buelvas, J., Mestra, O., y García, L. (2019). *Fertirriego en la producción intensiva de Berenjena (Solanum melongena)*. Montería, Colombia: Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). <https://hdl.handle.net/>
- Núñez, P., Jiménez, J., Almonte, I., Pérez, A., Avilés, E., Martínez, C., y López, G. (01 de Mayo de 2023). Efecto de sustratos y modalidades de preparación de suelo sobre el comportamiento y rendimiento de la berenjena China (*Solanum melongena* L.). *Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 10(1), 28-35. <https://doi.org/10.53287/micm4819ke36s>
- Núñez, P., López, G., Sánchez, L., Santana, M., Mejía, A., y Cabral, C. (2022). Manejo agronómico de tres especies de vegetales orientales, La Vega, República Dominicana. *Agropecuaria y Forestal*, 11(1), 13-30. <https://sodiaf.org.do/>
- Núñez, R. (2021). *Respuesta de la berenjena (Solanum melongena L.) a la fertilización foliar potásica* [Tesis de Pregrado, Universidad de Guayaquil]. Repositorio Institucional. <http://repositorio.ug.edu.ec/>
- Pérez , Y., López, I., y Reyes, Y. (01 de Junio de 2020). Las algas como alternativa natural para la producción de diferentes cultivos. *Cultivos tropicales*. <http://scielo.sld.cu/>
- Pérez, A., Rodríguez, I., Martínez, B., Canet, R., Morales, J., y Quinones, A. (2022). Manejo integrado de la fertirrigación en cítricos en agricultura ecológica. *Levante agrícola*. <https://redivia.gva.es/>
- Pérez, K., Arancibia, V., Leiva, D., y Larrea, D. (2016). Agronomía del Cultivo de la Berenjena (*Solanum melongena* L.), en la Región de Atacama. *La Serena: Informativo INIA Intihuasi*.(54). <https://biblioteca.inia.cl/>
- Pino, M. (2017). *Curso de Horticultura y Floricultura*. Argentina: Universidad Nacional de la Plata. <https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/>
- Pisco, J., y Torres, Á. (2021). Diseño de un sistema híbrido aislado para abastecer a la Hacienda Quirola. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(2), 311-317. <http://scielo.sld.cu/>
- Poblador, N., y Sanchis-Ibor, C. (2022). Fertirrigación centralizada y citricultura ecológica. Conflicto agrosocial y estrategias de compatibilización en la

- Comunidad Valenciana. *Terra. Revista de Desarrollo Local*(10), 58-79.
<https://doi.org/10.7203/terra.10.23786>
- Reyes, J., Luna, R., Zambrano, D., Vázquez, V., Rodríguez, A., Ramirez, M., . . .
 Torres, J. (Abril de 2018). Efecto de abonos orgánicos en el crecimiento y
 rendimiento agrícola de la berenjena (*Solanum melongena* L.). *Biotecnia*.
<https://www.redalyc.org/>
- Roche, A. (2022). *Incidencia de la aplicación del potasio en las características
 agronomicas del cultivo de berenjena (Solanum melongena), recinto Puerto
 Inca, provincia del Guayas* [Tesis de Pregrado, Universidad Agraria del
 Ecuador]. Repositorio Institucional. <https://cia.uagraria.edu.ec/>
- Rottenberg, O. (3 de Abril de 2019). Manejo de la salinidad en la solución del
 sustrato. Salinidad y fertirrigación. *Metroflor*.
<https://www.metroflorcolombia.com/>
- Ruiz, A., y Molina, J. (2010). *Automatización y telecontrol de sistemas de riego*.
<https://dialnet.unirioja.es/>
- Santis, M., Cabrera, M., Benavides, A., Sandoval, A., Ortega, H., y Robledo, A.
 (27 de Septiembre de 2019). Rendimiento agronómico del jitomate
 suplementado con microelementos Fe, Cu y Zn. *Revista Mexicana de
 Ciencias Agrícolas*. <https://www.scielo.org.mx/>
- Sierra, J., Burbano, O., Grandett, L., Rodríguez, M., Tordecilla, L., y Rubiano, J.
 (2021). Resistencia de cultivares de berenjena (*Solanum melongena* L.) a
Tetranychus ludeni (Acari:Tetranychidae). *Agronomía Mesoamericana*,
 32(2), 452-465. <https://doi.org/10.15517/am.v32i2.42079>
- Sotomayor, I. (2016). *Desarrollo y fenotipado de dos generaciones para la
 construcción de líneas de introgresión de solanum incanum en el fondo
 genético de la berenjena (Solanum melongena)* [Tesis de Pregrado,
 Universidad Politécnica de Valencia]. Repositorio Institucional.
<http://repositorio.iniap.gob.ec/>
- Subiaga, L., Vázquez, N., y Muñoz, L. (Octubre de 2020). Exportación de la
 conserva de berenjena de Ecuador. *Revista Observatorio de la Economía
 Latinoamericana*. <https://www.eumed.net/>
- Urrestarazu, M., y Martínez, J. (2019). *España Patente nº 2 696 949*.
<https://repositorio.ual.es/>

- Valero, F. (2022). *Manejo Agronómico del Cultivo de Berenjena (Solanum melongena L.) en el Ecuador* [Tesis de Pregrado, Universidad técnica de Babahoyo]. Repositorio Institucional. <http://dspace.utb.edu.ec/>
- Valverde, W. (2017). *Manual de operación y mantenimiento para el sistema de riego tecnificado el Rosal*. <https://www.researchgate.net/>
- Vargas, A. (2017). Fertilización en Cultivo de Berenjena China. *Asistencia técnica agropecuaria*. <https://www.researchgate.net/>
- Vargas, P., Dorta, A., Fernández, K., y Méndez, A. (2021). Consideraciones para el diseño racional de sistemas de riego por goteo. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 30(4), 32-45.

ANEXOS

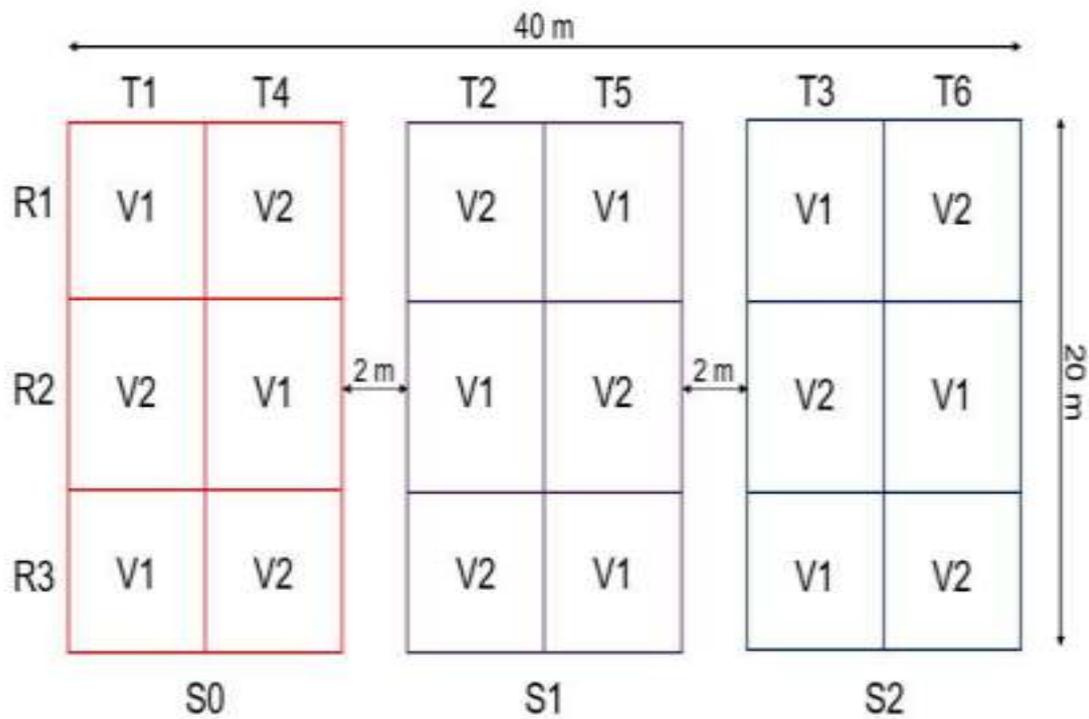
Figura 2.
Referencia satelital del área de estudio



Fuente: Google Earth

Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 3.
Croquis del trabajo experimental



Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 4.
Resultado análisis de suelo

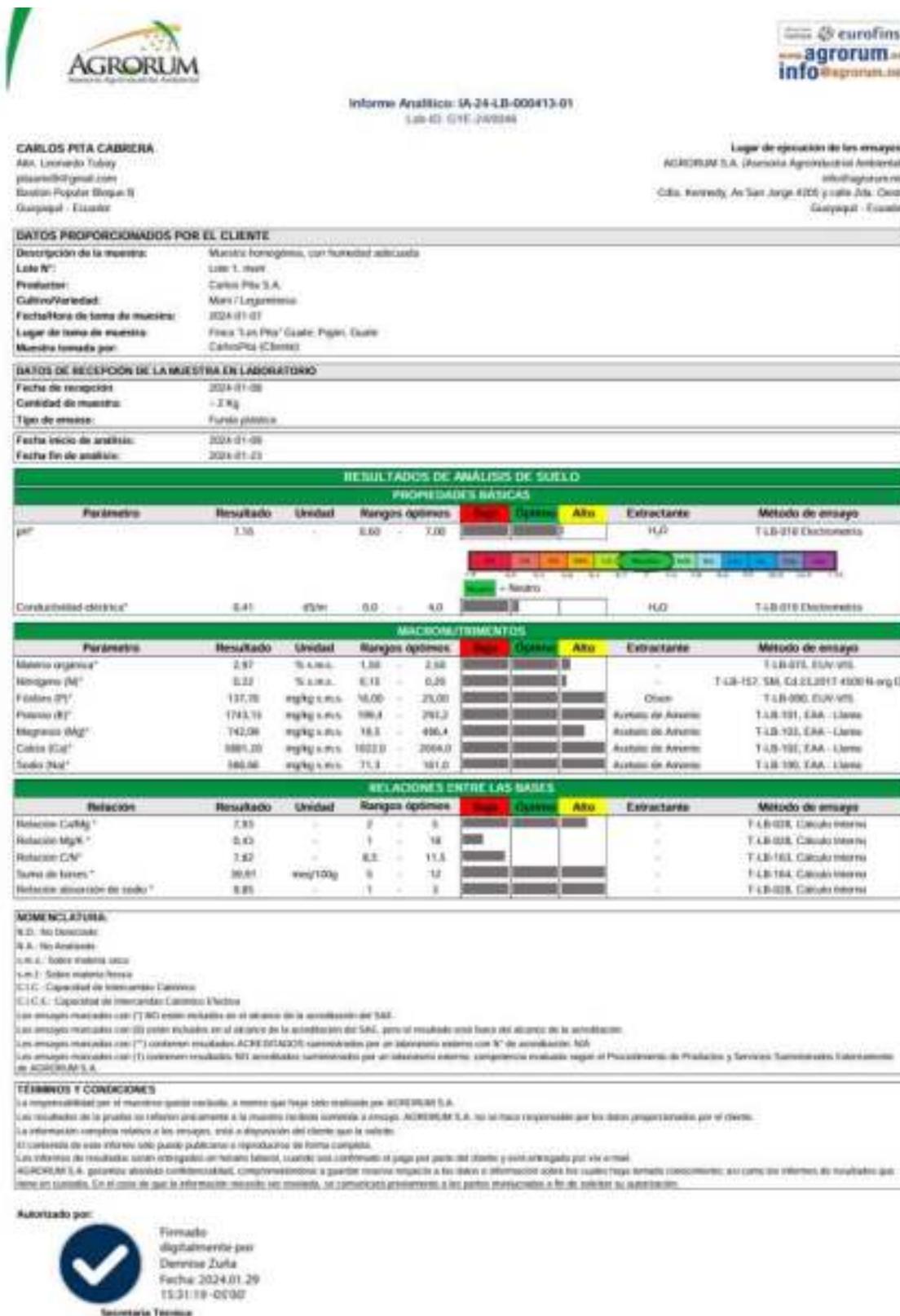


Figura 5.
Cálculo de la Eto

País		Ecuador		Estación		PORTO-VEJÓ	
Altitud		44 m.		Latitud		1.03 °S	
				Longitud		80.43 °W	
Mes	Temp Min	Temp Max	Humedad	Viento	Insolación	Rad	ETo
	°C	°C	%	km/día	horas	MJ/m ² /día	mm/día
Enero	22.0	30.9	78	95	1.7	11.7	2.90
Febrero	22.2	31.0	79	86	1.9	12.4	2.98
Marzo	22.3	31.6	80	95	2.7	13.8	3.25
Abril	22.3	31.9	80	86	3.5	14.4	3.35
Mayo	21.6	31.1	79	95	2.9	12.7	3.03
Junio	20.9	29.7	80	86	1.7	10.6	2.55
Julio	20.3	29.6	80	95	2.2	11.5	2.69
Agosto	19.8	30.2	78	104	2.6	12.7	3.01
Septiembre	20.2	30.6	77	112	2.9	13.8	3.27
Octubre	20.5	30.4	74	112	2.2	12.7	3.20
Noviembre	20.4	30.6	75	112	1.7	11.8	3.02
Diciembre	21.2	31.2	73	112	2.0	12.1	3.15
Promedio	21.1	30.7	78	99	2.3	12.5	3.03

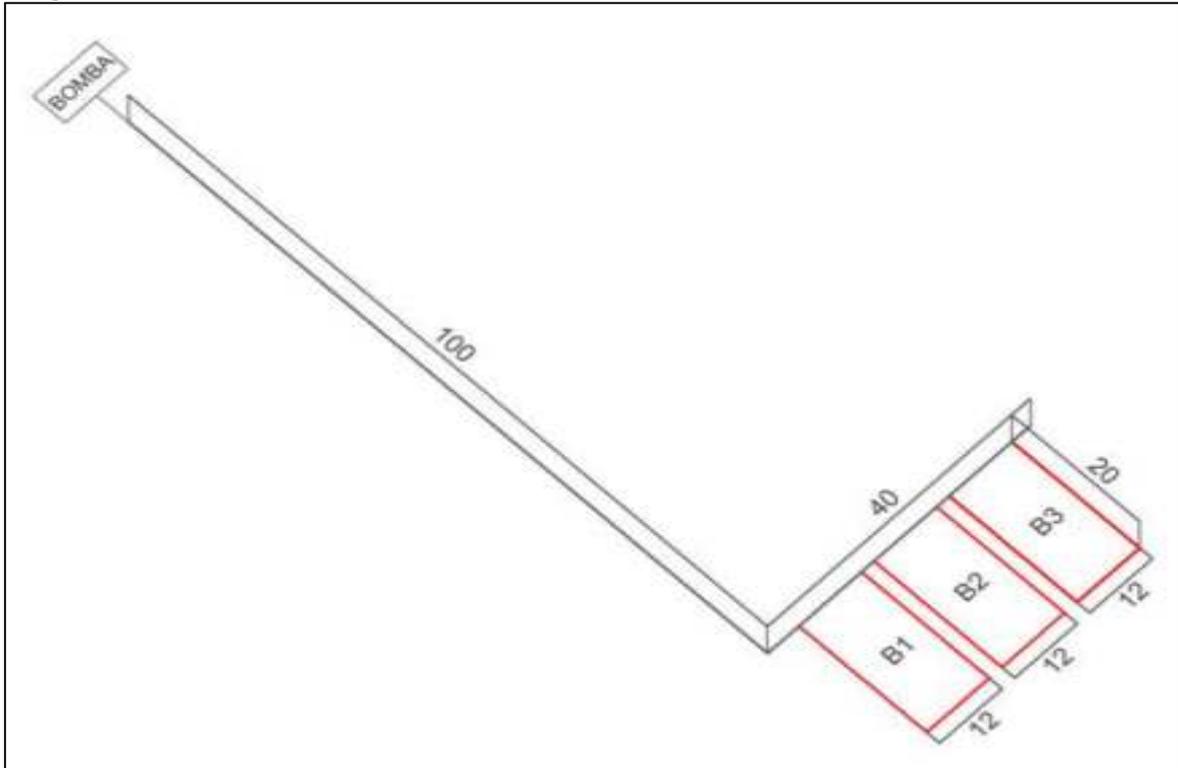
Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 6.
Inyector Venturi de 3/4 pulgada a utilizar



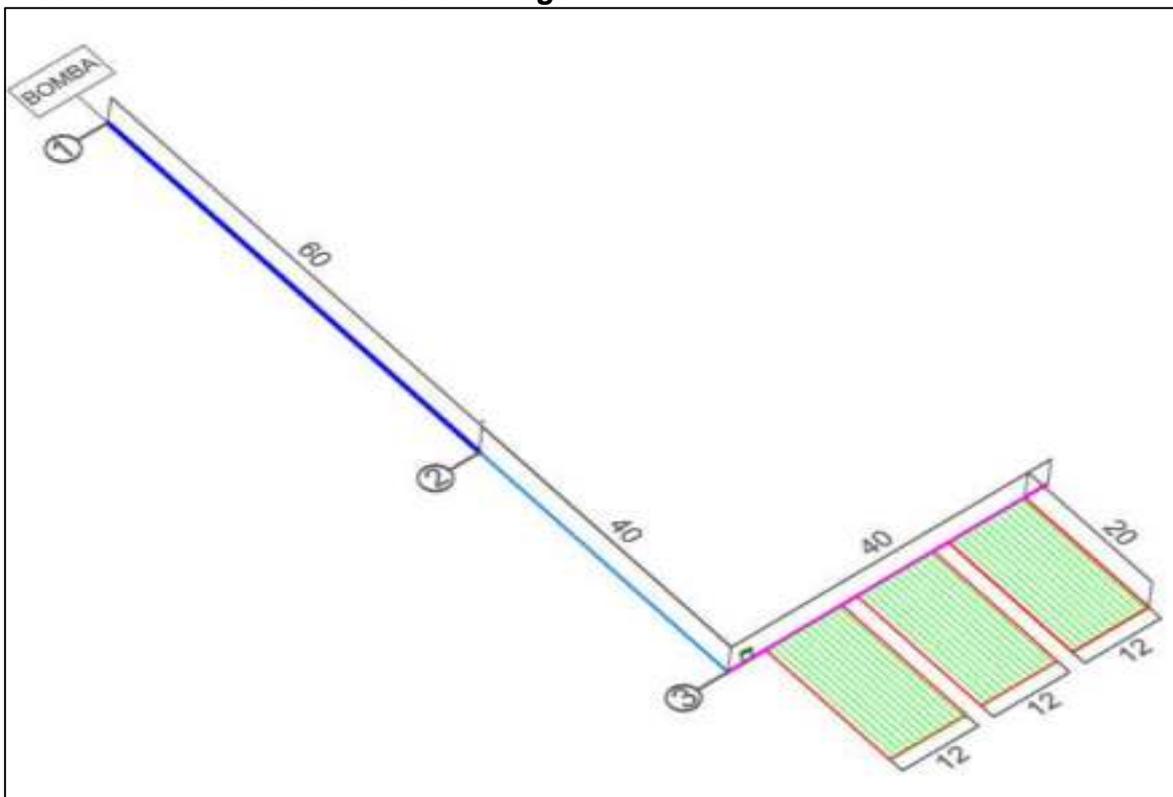
Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 7.
Trayectoria de la bomba hasta el área de estudio



Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 8.
Diseño final del sistema de fertiriego



Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 9.

Análisis de varianza de altura de la planta a los 15 días

Altura de planta a los 15 días (cm)						
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV		
Altura de planta a los 15 ..	18	0.93	0.85	7.79		

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	140.84	9	15.65	12.13	0.0009	
BLOQUE	1.41	2	0.71	3.44	0.2253	
VARIETADES	10.66	1	10.66	51.85	0.0187	
BLOQUE*VARIETADES	0.41	2	0.21	0.16	0.8553	
SOLUCIONES	105.61	2	52.81	40.94	0.0001	
VARIETADES*SOLUCIONES	22.75	2	11.37	8.82	0.0095	
Error	10.32	8	1.29			
Total	151.16	17				

Elaborado por: El Autor, 2024

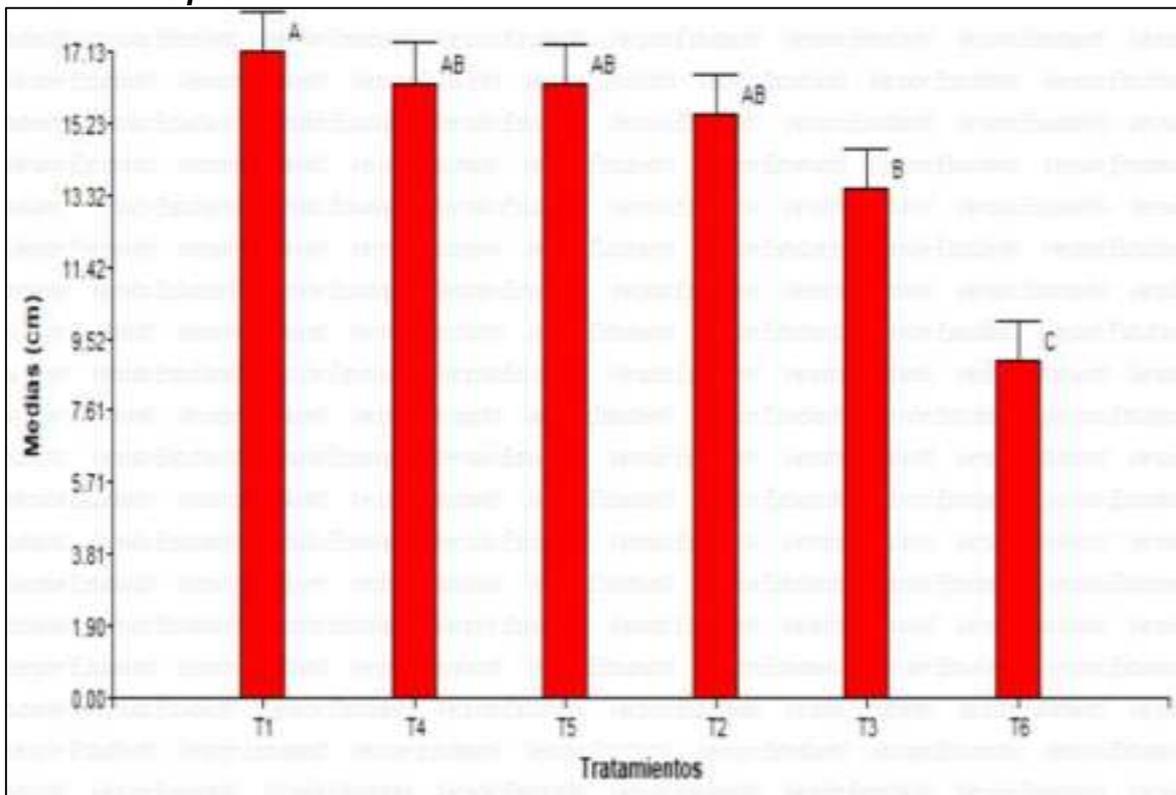
Figura 10.

Prueba tukey de altura de la planta a los 15 días

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.23463			
Error: 1.2899 gl: 8			
VARIETADES	Medias n	E.E.	
Black beauty	15.36 9	0.62	A
Melanzana Cheryl RZ	13.82 9	0.62	B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)			
Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.87371			
Error: 1.2899 gl: 8			
SOLUCIONES	Medias n	E.E.	
NPK + Ca	16.71 6	0.76	A
NPK	15.86 6	0.76	A
Sin aplicación	11.20 6	0.76	B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)			

Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 11.
Altura de la planta a los 15 días



Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 12.
Análisis de varianza de altura de la planta a los 30 días

Altura de planta a los 30 días (cm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura de planta a los 30	18	0.96	0.91	3.71

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	80.76	9	8.97	20.55	0.0001
BLOQUE	2.47	2	1.23	15.38	0.0611
VARIETADES	2.86	1	2.86	35.72	0.0269
BLOQUE*VARIETADES	0.16	2	0.08	0.18	0.8357
SOLUCIONES	72.67	2	36.33	83.21	<0.0001
VARIETADES*SOLUCIONES	2.61	2	1.30	2.98	0.1076
Error	3.49	8	0.44		
Total	84.26	17			

Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 13.

Prueba tukey de altura de la planta a los 30 días

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.71831

Error: 0.4366 gl: 8

VARIETADES	Medias	n	E.E.	
Black beauty	18.20	9	0.36	A
Melanzana Cheryl RZ	17.41	9	0.36	B

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

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.09012

Error: 0.4366 gl: 8

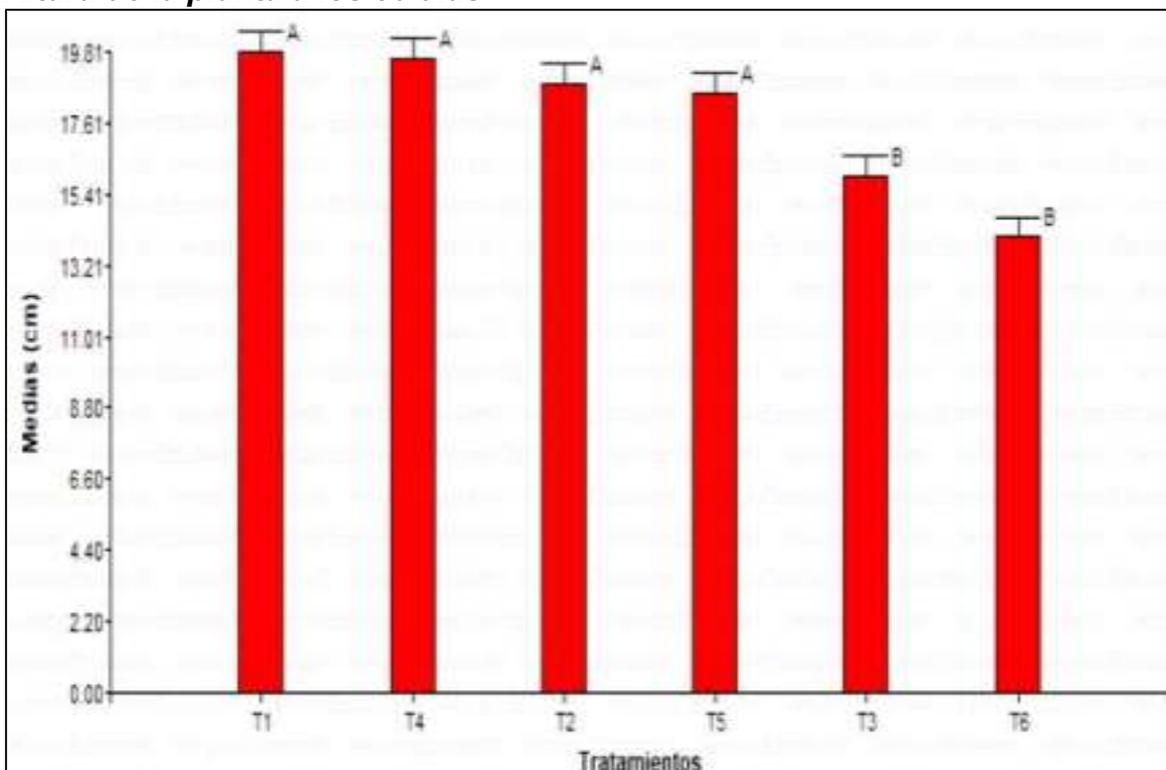
SOLUCIONES	Medias	n	E.E.	
NPK + Ca	19.70	6	0.44	A
NPK	18.70	6	0.44	A
Sin aplicación	15.02	6	0.44	B

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

Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 14.

Altura de la planta a los 30 días



Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 15.

Análisis de varianza de altura de la planta a los 60 días

Altura de planta a los 60 días (cm)					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Altura de planta a los 60 ..	18	0.96	0.92	9.82	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6011.64	9	667.96	21.83	0.0001
BLOQUE	279.57	2	139.79	3.62	0.2166
VARIETADES	67.55	1	67.55	1.75	0.3171
BLOQUE*VARIETADES	77.28	2	38.64	1.26	0.3337
SOLUCIONES	5584.06	2	2792.03	91.25	<0.0001
VARIETADES*SOLUCIONES	3.17	2	1.58	0.05	0.9499
Error	244.78	8	30.60		
Total	6256.42	17			

Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 16.

Prueba tukey de altura de la planta a los 60 días

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=6.01309			
Error: 30.5976 gl: 8			
VARIETADES	Medias	n	E.E.
Black beauty	58.24	9	3.01 A
Melanzana Cheryl RZ	54.36	9	3.01 A

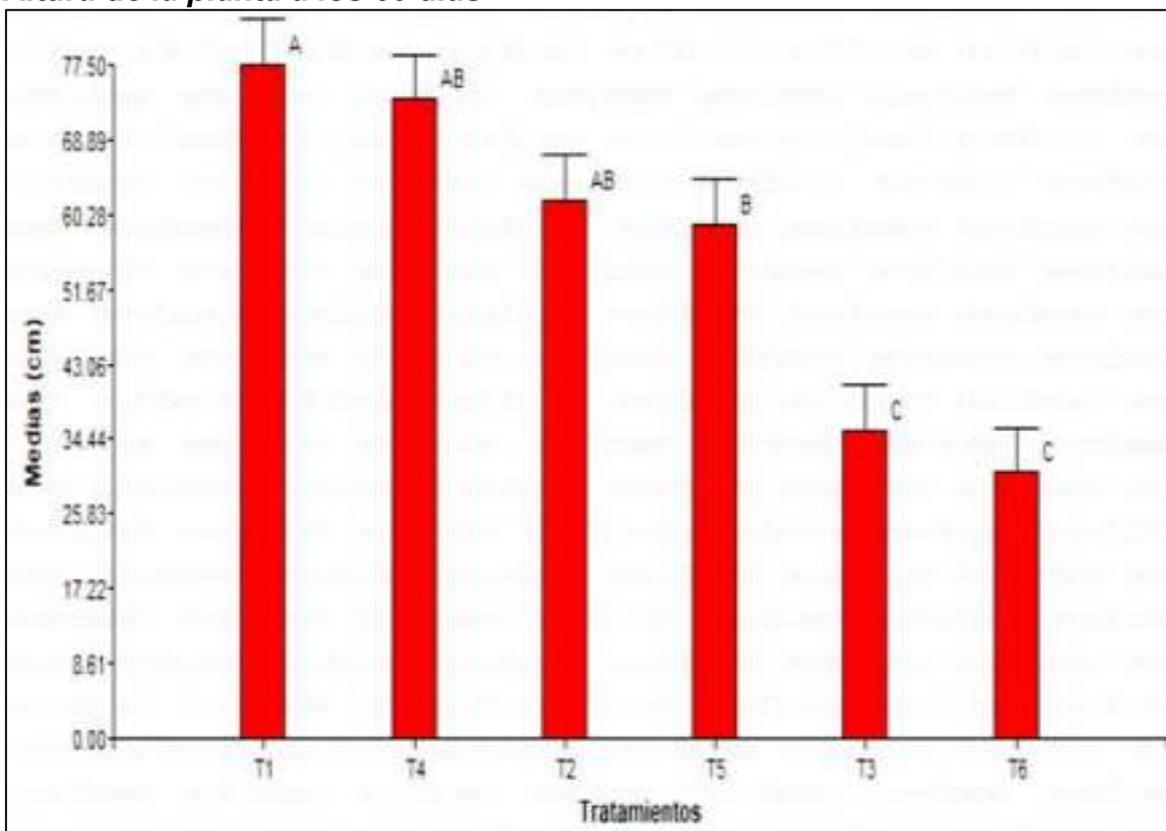
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=9.12559			
Error: 30.5976 gl: 8			
SOLUCIONES	Medias	n	E.E.
NPK + Ca	75.50	6	3.69 A
NPK	60.44	6	3.69 B
Sin aplicación	32.96	6	3.69 C

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

Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 17.
Altura de la planta a los 60 días



Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 18.
Análisis de varianza de diámetro del tallo a los 30 días

Diámetro de tallo a los 30 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Diámetro de tallo a los 30..	18	0.76	0.48	18.92

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.31	9	0.03	2.78	0.0825
BLOQUE	0.01	2	3.9E-03	4.31	0.1882
VARIETADES	1.4E-03	1	1.4E-03	1.57	0.3368
BLOQUE*VARIETADES	1.8E-03	2	9.1E-04	0.07	0.9307
SOLUCIONES	0.30	2	0.15	11.91	0.0040
VARIETADES*SOLUCIONES	3.9E-03	2	1.9E-03	0.16	0.8589
Error	0.10	8	0.01		
Total	0.41	17			

Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 19.

Prueba tukey de diámetro del tallo a los 30 días

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.12156
Error: 0.0125 gl: 8

VARIETADES	Medias	n	E.E.	
Black beauty	0.60	9	0.06	A
Melanzana Cheryl RZ	0.58	9	0.06	A

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

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.18449
Error: 0.0125 gl: 8

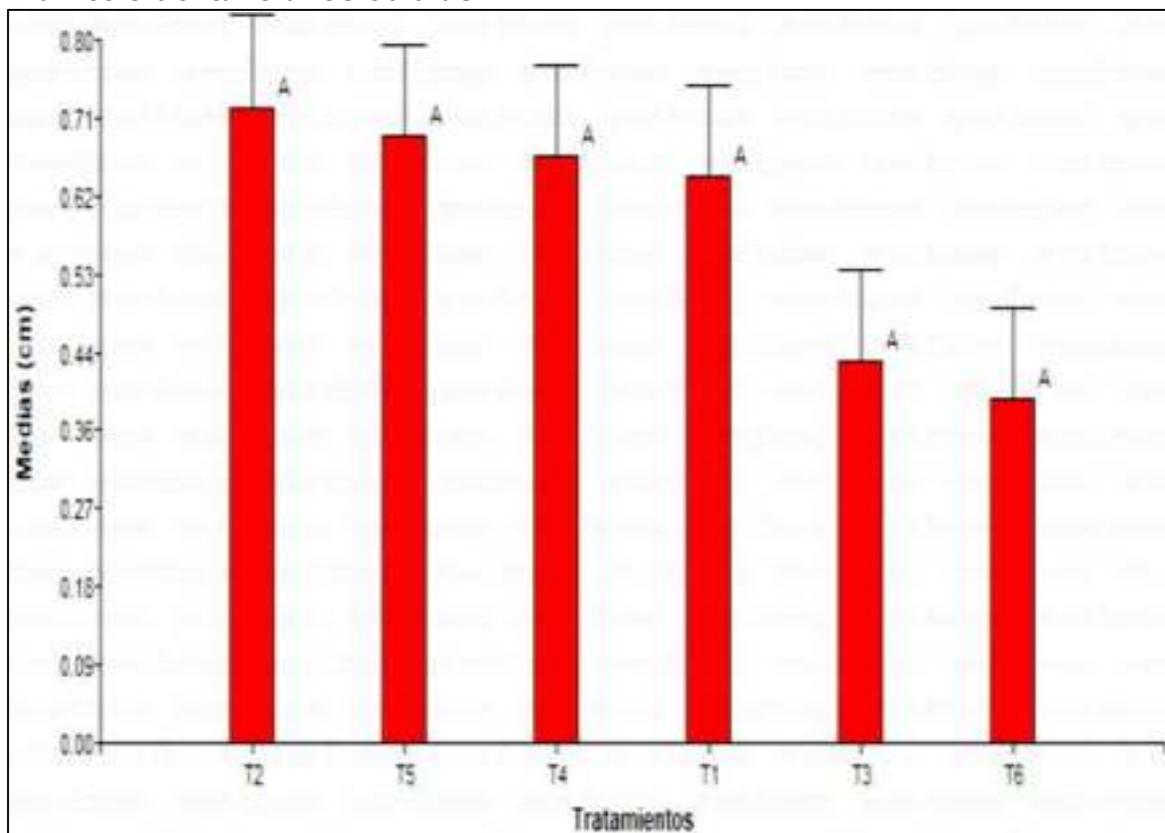
SOLUCIONES	Medias	n	E.E.	
NPK	0.71	6	0.07	A
NPK + Ca	0.66	6	0.07	A
Sin aplicación	0.41	6	0.07	B

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

Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 20.

Diámetro del tallo a los 30 días



Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 21.

Análisis de varianza de diámetro del tallo a los 60 días

Diámetro de tallo a los 60 días					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Diámetro de tallo a los 60..	18	0.86	0.71	15.09	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.58	9	0.06	5.64	0.0116
BLOQUE	0.05	2	0.03	53.70	0.0183
VARIETADES	0.01	1	0.01	15.04	0.0605
BLOQUE*VARIETADES	1.0E-03	2	5.1E-04	0.04	0.9570
SOLUCIONES	0.50	2	0.25	22.06	0.0006
VARIETADES*SOLUCIONES	0.01	2	0.01	0.55	0.5971
Error	0.09	8	0.01		
Total	0.67	17			

Elaborado por: El Autor, 2024

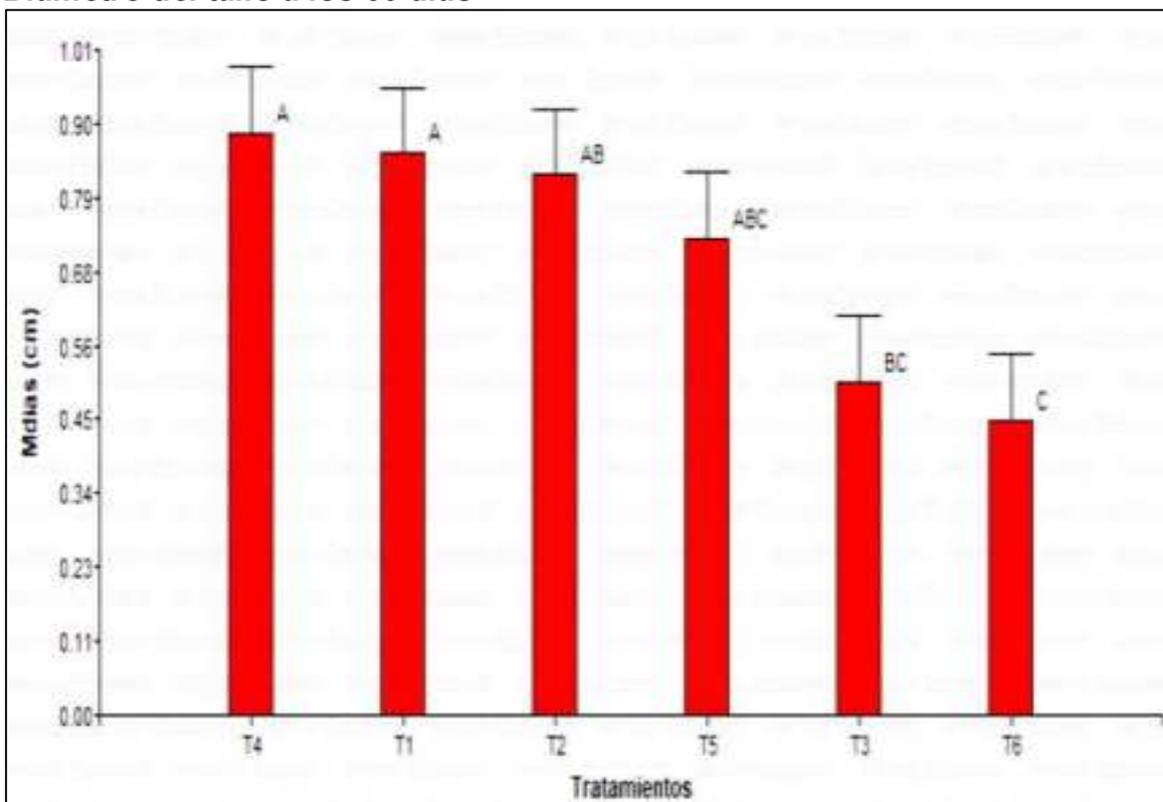
Figura 22.

Prueba tukey de diámetro del tallo a los 60 días

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.11621			
Error: 0.0114 gl: 8			
VARIETADES	Medias	n	E.E.
Black beauty	0.73	9	0.06 A
Melanzana Cheryl RZ	0.69	9	0.06 A
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)			
Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.17636			
Error: 0.0114 gl: 8			
SOLUCIONES	Medias	n	E.E.
NPK + Ca	0.87	6	0.07 A
NPK	0.78	6	0.07 A
Sin aplicación	0.48	6	0.07 B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)			

Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 23.
Diámetro del tallo a los 60 días



Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 24.
Análisis de varianza de número de frutos por planta

Número de frutos por planta

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Número de frutos por plant..	18	0.96	0.92	8.41

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6.07	9	0.67	21.76	0.0001
BLOQUE	0.04	2	0.02	7.34	0.1199
VARIETADES	0.07	1	0.07	24.30	0.0388
BLOQUE*VARIETADES	0.01	2	2.8E-03	0.09	0.9141
SOLUCIONES	5.82	2	2.91	93.81	<0.0001
VARIETADES*SOLUCIONES	0.14	2	0.07	2.27	0.1659
Error	0.25	8	0.03		
Total	6.32	17			

Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 25.
Prueba tukey de número de frutos por planta

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.19143
Error: 0.0310 gl: 8

VARIETADES	Medias	n	E.E.	
Black beauty	2.15	9	0.10	A
Melanzana Cheryl RZ	2.03	9	0.10	A

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

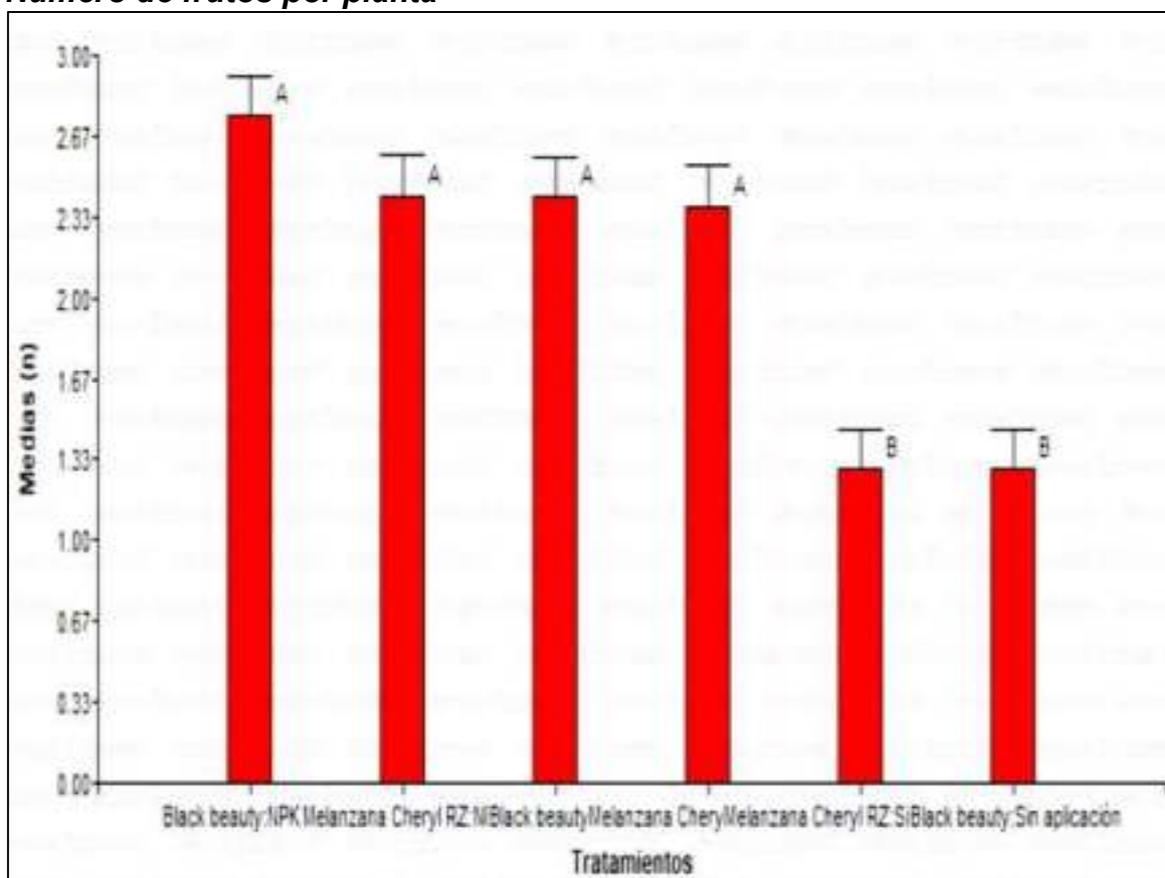
Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.29052
Error: 0.0310 gl: 8

SOLUCIONES	Medias	n	E.E.	
NPK + Ca	2.57	6	0.12	A
NPK	2.42	6	0.12	A
Sin aplicación	1.29	6	0.12	B

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

Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 26.
Número de frutos por planta



Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 27.
Análisis de varianza de longitud de frutos

Longitud de frutos (cm)					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Longitud de frutos (cm)	18	0.97	0.93	4.52	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	62.17	9	6.91	26.70	<0.0001
BLOQUE	2.10	2	1.05	5.50	0.1538
VARIETADES	2.62	1	2.62	13.73	0.0657
BLOQUE*VARIETADES	0.38	2	0.19	0.74	0.5079
SOLUCIONES	56.90	2	28.45	109.97	<0.0001
VARIETADES*SOLUCIONES	0.16	2	0.08	0.31	0.7436
Error	2.07	8	0.26		
Total	64.24	17			

Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 28.
Prueba tukey de longitud de frutos

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.55293			
Error: 0.2587 gl: 8			
VARIETADES	Medias	n	E.E.
Black beauty	11.63	9	0.28 A
Melanzana Cheryl RZ	10.86	9	0.28 B

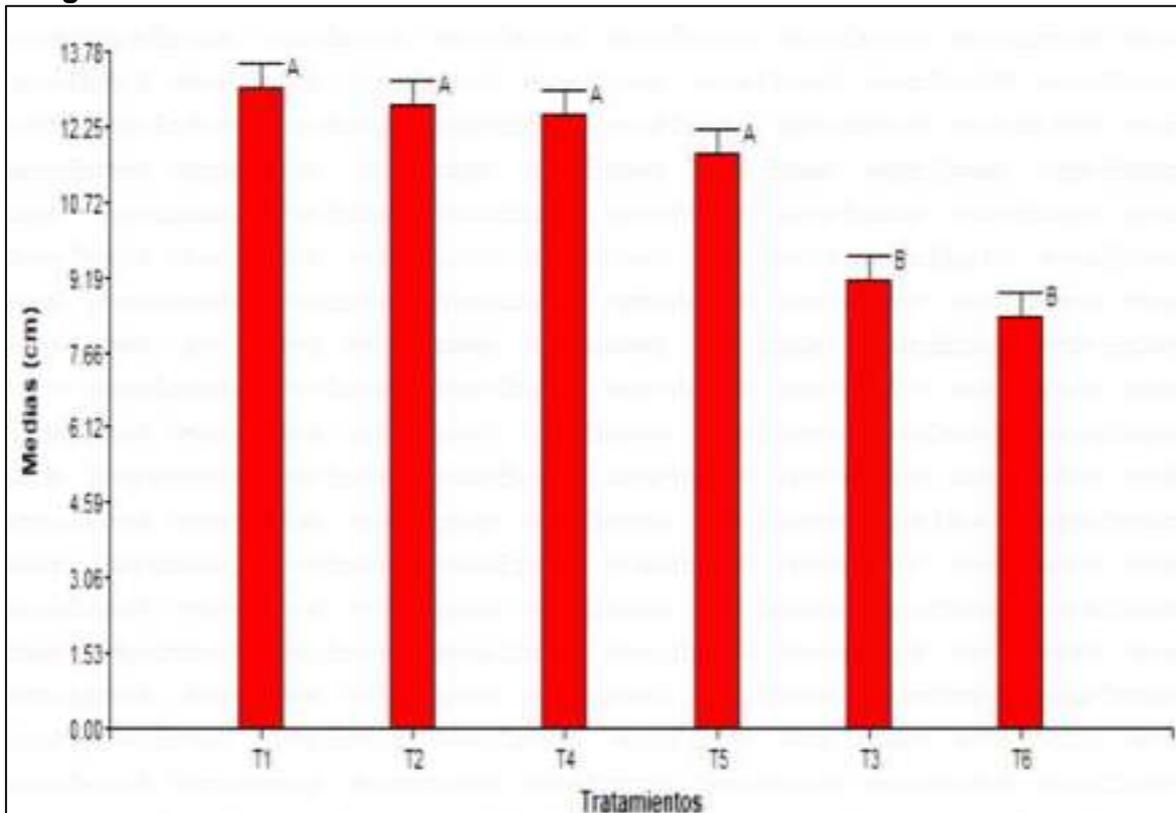
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.83914			
Error: 0.2587 gl: 8			
SOLUCIONES	Medias	n	E.E.
NPK + Ca	12.77	6	0.34 A
NPK	12.21	6	0.34 A
Sin aplicación	8.75	6	0.34 B

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

Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 29.
Longitud de frutos



Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 30.
Análisis de varianza de peso de frutos

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso de frutos (kg)	18	0.94	0.88	10.60

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	0.08	9	0.01	14.57	0.0005	
BLOQUE	3.2E-03	2	1.6E-03	22.38	0.0428	
VARIETADES	3.5E-03	1	3.5E-03	48.08	0.0202	
BLOQUE*VARIETADES	1.4E-04	2	7.2E-05	0.12	0.8886	
SOLUCIONES	0.07	2	0.04	58.59	<0.0001	
VARIETADES*SOLUCIONES	1.5E-03	2	7.7E-04	1.28	0.3291	
Error	4.8E-03	8	6.0E-04			
Total	0.08	17				

Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 31.
Prueba tukey de peso de frutos

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.02669
Error: 0.0006 gl: 8

VARIETADES	Medias	n	E.E.	
Black beauty	0.25	9	0.01	A
Melanzana Cheryl RZ	0.22	9	0.01	B

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

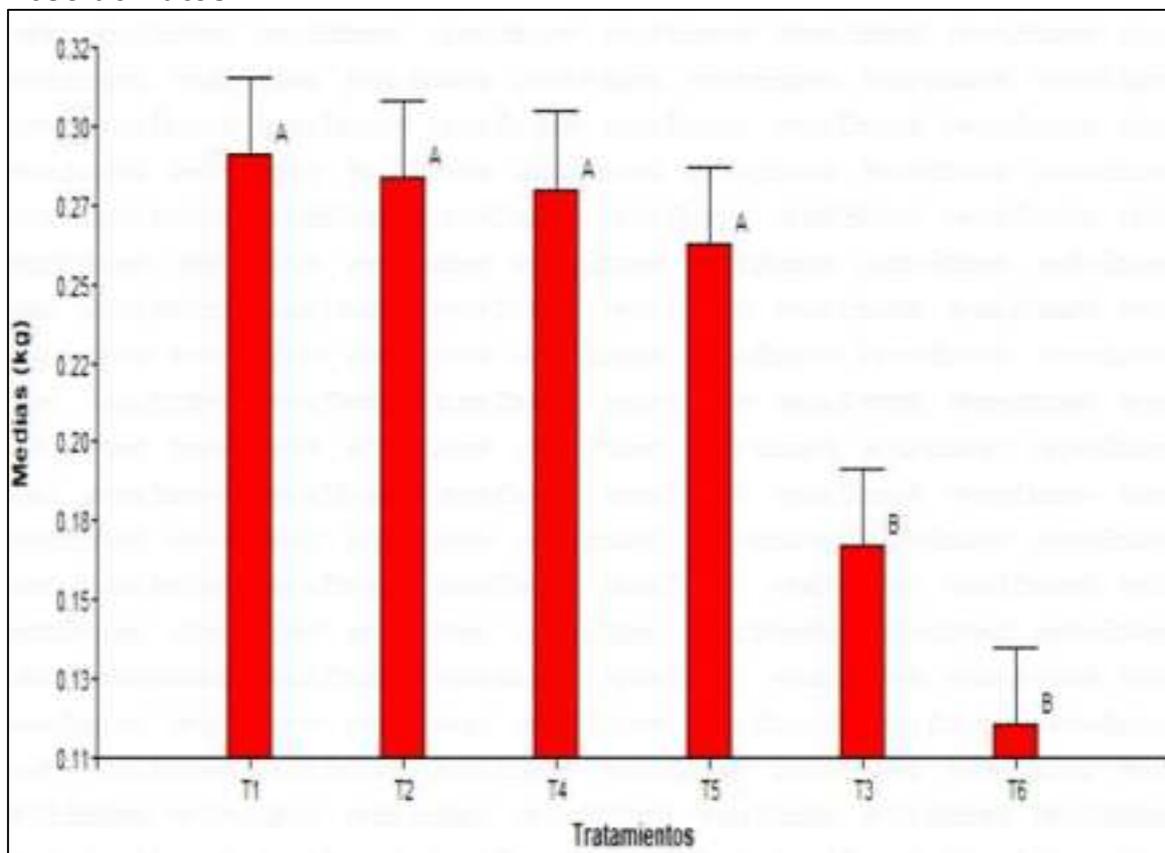
Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.04050
Error: 0.0006 gl: 8

SOLUCIONES	Medias	n	E.E.	
NPK + Ca	0.28	6	0.02	A
NPK	0.27	6	0.02	A
Sin aplicación	0.14	6	0.02	B

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

Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 32.
Peso de frutos



Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 33.
Preparación del terreno



Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 34.
Delimitación del área experimental



Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 35.
Elaboración de semilleros



Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 36.
Plántulas de berenjena en fundas plásticas



Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 37.
Instalación de la tubería principal del sistema



Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 38.
Implementación del inyector Venturi al sistema



Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 39.
Integración de cintas de goteo en cada tratamiento



Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 40.
Descompactación del terreno y elaboración de surcos



Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 41.
Aplicación de herbicida en el terreno



Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 42.
Plántulas de berenjena óptimas para su trasplante



Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 43.
Plantas de berenjena en crecimiento



Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 44.
Integración del fertilizante por el sistema



Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 45.
Toma de altura de la planta



Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 46.
Desarrollo ideal del cultivo de berenjena



Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 47.
Control de malezas de forma manual en el área de estudio



Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 48.
Observación de presencia de flores en el cultivo



Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 49.
Observación de frutos presentes en el cultivo



Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 50.
Toma de altura de la planta en la fase final



Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 51.
Toma de diámetro del tallo en la fase final



Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 52.
Recolección de frutos para su evaluación



Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 53.
Medición de la longitud del fruto



Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 54.
Pesaje de los frutos



Elaborado por: El Autor, 2024

Figura 55.
Visita del tutor y finalización del estudio



Elaborado por: El Autor, 2024