



FACULTAD DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

Extensión Pedernales

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

**TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGROPECUARIO**

TITULO

“Evaluación de láminas de riego por goteo, en cultivo de
Citrullus lanatus en la comunidad Carrizal, Pedernales”

AUTOR

Fabian Stiven Murillo Cheme

TUTOR

Ing. Renato Mendieta

Pedernales – Manabí – Ecuador

2024 - 2025

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En calidad de docente tutor de la Extensión Pedernales de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido y revisado el trabajo de investigación bajo la autoría del estudiante, Fabian Stiven Murillo Cheme legalmente matriculado/a en la carrera de Ingeniería Agropecuaria período académico 2024 (2) y 2025 (1) cumpliendo el total de 400 horas, bajo la opción de titulación de Proyecto de Investigación cuyo tema del proyecto es "Evaluación de láminas de riego por goteo, en cultivo de *Citrullus lanatus* en la comunidad Carrizal, Pedernales".

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, suficientes para ser sometido a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente. Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Pedernales, 08 de septiembre de 2025

Lo certifico.


Ing. Renato Jomatan Mendieta Vivas. Mg.
Docente Tutor
Área de agropecuaria

**APROBACIÓN DEL TRIBUNAL
UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO DE MANABÍ"
FACULTAD DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

Título de la investigación

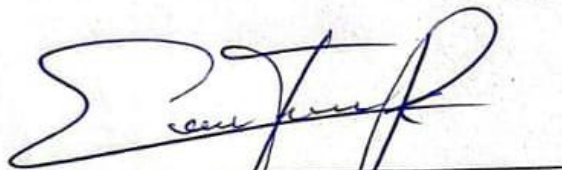
"Evaluación de láminas de riego por goteo, en cultivo de *Citrullus lanatus* en la
comunidad Carrizal, Pedernales"

TESIS DE GRADO

Sometido a consideración del Tribunal de revisión, sustentación y legalización por el
Honorable Consejo de Extensión como requisito previo a la obtención del título de:

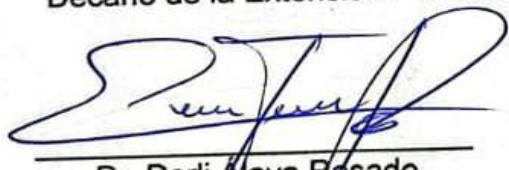
INGENIERO AGROPECUARIO

APROBADO POR:



Dr. Derli Álava Rosado

Decano de la Extensión Pedernales



Dr. Derli Álava Rosado.

Presidente del Tribunal



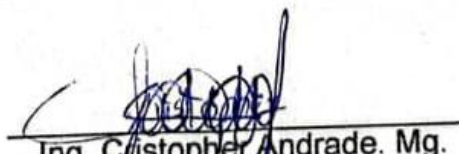
Ing. Renato Mendieta Vivas. Mg.

Tutor de Tesis



Ing. Tyrone Zambrano. Mg.

1er Miembro del Tribunal



Ing. Christopher Andrade. Mg.

2do Miembro del Tribunal

CERTIFICACIÓN DE APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

El tribunal evaluador

Certifica:

Que el trabajo de fin de carrera modalidad Proyecto de Investigación Titulado:

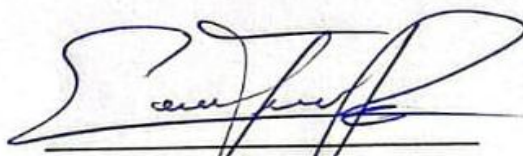
**"EVALUACIÓN DE LÁMINAS DE RIEGO POR GOTEÓ, EN CULTIVO DE
CITRULLUS LANATUS EN LA COMUNIDAD CARRIZAL, PEDERNALES"**

Realizado y concluido por el Sr. Fabian Stiven Murillo Cheme ha sido revisado y evaluado por los miembros del tribunal.

El trabajo de fin de carrera antes mencionado cumple con los requisitos académicos, científicos y formales suficientes para ser aprobado.

Pedernales, 08 de septiembre de 2025

Para dar testimonio y autenticidad firma:



Dr. Deri Álava Rosado.
Presidente del Tribunal



Ing. Tyrone Zambrano. Mg.
1er Miembro del Tribunal



Ing. Christopher Andrade. Mg.
2do Miembro del Tribunal

DERECHOS DE AUTORÍA

Yo, Fabian Stiven Murillo Cheme, con cédula de identidad No. 1314111657, declaro que el presente trabajo de titulación "EVALUACIÓN DE LÁMINAS DE RIEGO POR GOTEÓ, EN CULTIVO DE *CITRULLUS LANATUS* EN LA COMUNIDAD CARRIZAL, PEDERNALES" ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existente y respetando los derechos intelectuales de terceros considerandos en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaro que las ideas y contenidos expuestos en el presente trabajo son de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación antes mencionada.

Pedernales, 08 de septiembre de 2025

Fabian SC

Fabian Stiven Murillo Cheme

C.I. 1314111657

AGRADECIMIENTO

A Dios mi más profundo agradecimiento, por darme la vida, la salud y el conocimiento, por permitirme poner todo de mi para poder culminar con éxitos mis estudios superiores.

Expreso mi más sincera gratitud a la “Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí” que confió en mí, porque no solo me dio el conocimiento, sino que también me dio la formación para ser profesional, capaz de responder positivamente a los desafíos de la sociedad.

Al Dr. Derli Álava Rosado, Ing. Raúl Macias, Ing. Renato Mendieta Mg (tutor de mi trabajo de graduación) y demás docentes (Ing, Doc, Abg, Ec), quienes con su gran empeño y dedicación me ayudaron para que esta investigación sea todo un éxito.

Fabian Stiven Murillo Cheme

DEDICATORIA

A Dios por ser mi fuerza espiritual y mi fe.

Con mucho aprecio a mis padres Nixon Murillo y Yexenia Cheme, a mis hermanos y demás familiares, quienes con su cariño y entrega me apoyaron moralmente en el desarrollo y culminación de este trabajo de graduación.

Fabian Stiven Murillo Cheme

ÍNDICE GENERAL

Pág.

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	ii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	iii
CERRTIFICACIÓN DE APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	iv
DERECHOS DE AUTORÍA	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
ÍNDICE DE CUADRADOS	16
ÍNDICE DE FIGURAS	18
ÍNDICE DE GRÁFICO.....	19
ÍNDICE TABLA.....	20
ÍNDICE DE ANEXOS	21
RESUMEN	23
ABSTRACT	25
CAPÍTULO I	26
1. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	26
1.1 INTRODUCCIÓN.....	26
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	27

1.2.1 Diagnóstico del problema.....	27
1.2.2 Planteamiento del problema	28
1.3 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	30
1.3.1 Variable independiente.....	30
1.3.2 Variable dependiente	30
1.4 Hipótesis.....	30
1.4.1 Ho Hipótesis nula.....	30
1.4.2 H1 Hipótesis alternativa	30
1.5 OBJETIVOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	31
1.5.1 Objetivo general.....	31
1.5.2 Objetivos específicos	31
1.6 JUSTIFICACIÓN	32
1.7 MARCO TEÓRICO.....	33
1.7.1 Antecedentes	33
1.8 Clasificación taxonómica	34
1.9 Características botánicas	35
1.10 Agroecología del cultivo.....	36
1.10.1 Condiciones climáticas.....	36
1.10.2 Suelo.....	36
1.11 Agrotecnia.....	37

1.11.1 Siembra.....	37
1.11.2 Requerimientos nutricionales	37
1.11.3 Distancia de siembra y producción.....	38
1.11.4 Labores culturales	39
1.11.5 Plagas y enfermedades.....	39
1.11.6 Cosecha y usos.....	40
1.12 Propiedades físicas del suelo	41
1.12.1 Textura	41
1.12.2 Clases de texturas	41
1.12.3 La estructura del suelo.....	43
1.12.4 La densidad y porosidad del suelo.....	44
1.13 Características hídricas de los suelos	47
1.13.1 Infiltración.....	47
1.13.2 Capacidad de campo	49
1.13.3 Punto de marchitez permanente	49
1.13.4 Agua útil (aprovechable) para el cultivo	49
1.4 Necesidades hídricas de los cultivos.....	50
1.14.1 La evaporación	50
1.14.2 La transpiración.....	50
1.14.3 La evapotranspiración potencial (ETP)	51

1.14.4 La evapotranspiración (ETc)	51
1.14.5 Determinación del coeficiente del cultivo (Kc).....	52
1.14.6 Métodos para determinar la evapotranspiración (ETo).....	53
1.15 Calidad del agua de riego.....	54
1.15.1 Normas de Riverside.....	56
1.15.2 Coeficiente de dispersión homogénea de distribución	58
1.15.3 Programación del riego	58
1.15.4 Láminas de riego en sandía.....	62
1.15.5 Análisis económico según metodología Cimmyt	62
CAPÍTULO II	65
2. METODOLOGÍA	65
2.1 Localización.....	65
2.2 Características agroquímicas del suelo	66
2.3 Característica del agua.....	67
2.4 Materiales y equipos.....	67
2.4.1 Fertilizantes.....	67
2.4.2 Herramientas	67
2.4.3 Equipos	68
2.5 Condiciones meteorológicas durante el ensayo	68
2.6 Materiales genéticos.....	69

2.7 Tratamientos y diseño experimental	69
2.8 Diseño experimental	70
2.9 Delineamiento Experimental	73
2.10 Manejo del Experimento	74
2.10.1 Uso del método de cuarteo para el análisis del suelo	74
2.10.2 Preparación del terreno.....	74
2.10.3 Semillero	74
2.10.4 Trasplante	74
2.10.5 Control de maleza	75
2.10.6 Control fitosanitario	75
2.10.7 Fertilización	76
2.10.8 Bio estimulante agrícola.....	77
2.10.9 Calidad del agua de riego	77
2.10.10 Riego.....	77
2.10.11 Cosecha	78
2.10.12 Peso del fruto	78
CAPÍTULO III	80
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	80
3.1 Resultados de las características químicas y físicas del suelo.....	80
3.2 Diseño del sistema de riego por goteo	80

3.3 Selección del emisor	82
3.4 Diseño agronómico.....	83
3.5 Evapotranspiración del cultivo de referencia (ET _o).....	83
3.6 Resultado del cálculo de la evapotranspiración del cultivo de referencia	84
3.7 Evapotranspiración de un cultivo determinado	84
3.8 Resultado de la evapotranspiración de un cultivo determinado.....	85
3.9 Necesidades netas de riego	85
3.10 Resultado de las necesidades netas del cultivo	87
3.11 Necesidades totales de riego.....	87
3.12 Resultado de las necesidades totales del cultivo	88
3.13 Intervalo de riego	88
3.14 Resultado del intervalo de riego	89
3.15 Duración de riego	89
3.16 Resultado de la duración de riego	90
3.17 Parámetros del diseño agronómico	91
3.18 Diseño Hidráulico	91
3.19 Datos para el diseño hidráulico	92
3.20 Caudal en el origen del lateral	92
3.21 Longitud ficticia del lateral	93
3.22 Pérdida de carga	93

3.23 Pérdida de carga admisible	94
3.24 Parámetros para calcular la tercia o lateral	94
3.25 Cálculo de la terciaria	94
3.26 Longitud ficticia.....	95
3.27 Pérdida de carga admisible	96
3.28 Presión en el origen de la terciaria	96
3.29 Potencia del equipo de bombeo	97
3.30 Hoja Técnica del diseño hidráulico	97
3.31 Comprobación de hipótesis	98
3.32 Modelo lineal general: Sandía Esmeraldas Peso en Kg. vs. Tratamientos; Bloque.....	99
3.32.1 Método	99
3.33 Comparaciones para Sandía Esmeraldas Peso en Kg. Comparaciones por parejas de Tukey: Tratamientos.....	101
3.34 Gastos de tesis.....	107
3.34.1 Continuidad de Gastos de Materiales	108
3.35 Gasto en análisis	109
3.36 Gastos varios.....	109
3.37 Gasto general	109
3.38 Actividad en campo.....	110

3.38.1 Continuidad de actividades en campo	111
3.39 Discusión	112
4. CONCLUSIONES	114
5. RECOMENDACIONES	116
6. BIBLIOGRAFÍA	118
7. ANEXOS	125

ÍNDICE DE CUADRADOS

	Pág.
Cuadrado 1. Clasificación de un suelo según el porcentaje de porosidad total.	46
Cuadrado 2. Relación entre la velocidad de infiltración y la textura del terreno.	47
Cuadrado 3. El Kc a lo largo de la etapa del cultivo.....	52
Cuadrado 4. Sales que han sido desintegradas en iones.	54
Cuadrado 5. Clasificación de las aguas de acuerdo con las regulaciones Riverside.	57
Cuadrado 6. Clima anual promedio de Cojimíes, Manabí, Ecuador.....	66
Cuadrado 7. Temperatura, Humedad relativa y precipitación, durante el ensayo.	69
Cuadrado 8. Sistema de Tratamientos.....	70
Cuadrado 9. Grado de Libertad del Experimento.....	70
Cuadrado 10. Fertilización y método de aplicación.....	77
Cuadrado 11. Riego aplicado al cultivo.	78
Cuadrado 12. Pesos de los frutos.	79
Cuadrado 13. Características físicas del suelo.	80
Cuadrado 14. Valores mensuales del cultivo y del sector	80
Cuadrado 15. Consideraciones para el diseño del sistema de riego.	81
Cuadrado 16. Datos para el diseño agronómico.	83
Cuadrado 17. Evaporación por el método de la cubeta.	84

Cuadrado 18.	Resultado de la evapotranspiración de un cultivo determinado.	85
Cuadrado 19.	Resultado de las necesidades netas del cultivo.	87
Cuadrado 20.	Resultado de las necesidades totales del cultivo.	88
Cuadrado 21.	Resultado del intervalo de riego.	89
Cuadrado 22.	Resultado de la duración de riego.	90
Cuadrado 23.	Parámetros del diseño agronómico.	91
Cuadrado 24.	Datos para el diseño hidráulico.	92
Cuadrado 25.	Datos para el cálculo del origen de la tercia.	94
Cuadrado 26.	Potencia del equipo de bombeo.	97
Cuadrado 27.	Hoja Técnica del diseño hidráulico.	97

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Triángulo textural del suelo	42
Figura 2. Normas de Riverside para medir la calidad de las aguas de riego. ..	56
Figura 3. Localización del sitio Experimental (Santa Rita).	65
Figura 4. Diseño de los tratamientos, área 300 m2.....	71
Figura 5. Distribución de los tratamientos.	72

ÍNDICE DE GRÁFICO

	Pág.
Gráfico 1. Gráfica de efectos principales para sandia esmeraldas peso en kg.	102
Gráfico 2. Gráfica de interacción para Sandia Esmeraldas Peso en Kg.	103
Gráfico 3. Diagrama de Pareto de efectos estandarizados.	104
Gráfico 4. Gráfica de residuos para sandia Esmeralda peso en Kg.	106

ÍNDICE TABLA

	Pág.
Tabla 1. Clasificación taxonómica de la Sandía (<i>Citrullus Lanatus</i>).....	34
Tabla 2. Método	99
Tabla 3. Información del factor.....	99
Tabla 4. Análisis de Varianza.	100
Tabla 5. Recoger datos mediante el método de Tukey con una confianza del 95%.	101
Tabla 6. Comparaciones por parejas de Tukey: BLOQUE.....	101
Tabla 7. Resumen del modelo.	105
Tabla 8. Coeficientes.	105
Tabla 9. Ecuación de regresión.	105
Tabla 10. Ajustes y diagnósticos para observaciones poco comunes.	106
Tabla 11. Gastos de Materiales.	107
Tabla 12. Gastos en Análisis.....	109
Tabla 13. Gastos varios.	109
Tabla 14. Gasto general.....	109
Tabla 15. Actividades en campo.	110

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Reporte de análisis de agua.	125
Anexo 2. Análisis de suelo.	126
Anexo 3. Análisis de suelo segunda parte	127
Anexo 4. Preparación de materiales (iniciadores).....	128
Anexo 5. Complementación de turba e iniciadores (Kristalon y Nutrinex)	128
Anexo 6. Semillero	129
Anexo 7. Cubrimiento plástico durante 3 días.....	129
Anexo 8. Preparación del terreno para el experimento	130
Anexo 9. Implementación del sistema de riego.....	130
Anexo 11. Distanciamiento para el trasplante (pata de gallina)	131
Anexo 12. Proceso del trasplante	132
Anexo 13. Fertilización inicial (BrioRaíz) directo a la raíz	132
Anexo 14. Control fitosanitario (Insecticidas-Nakar-Engeo-Esbow-Finan).....	133
Anexo 15. Control de riego continuo (a diario)	133
Anexo 16. Control de maleza continuo (entre semanas)	134
Anexo 18. Control bio estimulante (Jisamar) del estrés en la planta	135

Anexo 19. Quemazón y Estrés del cultivo.....	136
Anexo 20. Deformación y Caída del fruto	136
Anexo 21. Raíz con nematodos y sin nematodos	137
Anexo 22. Maduración temprana	137
Anexo 23. Formación de frutos y Floración.....	138
Anexo 24. Engorde del fruto	138
Anexo 25. Primer corte de Sandía (67 días de trasplante).....	139
Anexo 26. Peso de las Sandías	139
Anexo 27. Área Experimental y Último corte de Sandía a los 74 días de trasplante.	140
Anexo 28. Método de cuarteo para realizar el análisis de suelo	140
Anexo 29. Resultados de análisis estadístico de láminas de riego %, tiempo de riego en minutos y bloques.....	141
Anexo 30. Resultados de diferencia de las medias para Sandía	141

RESUMEN

La sandía, también llamada (*Citrullus lanatus*), forma parte de la familia de las cucurbitáceas, al igual que el melón. Es una especie herbácea procedente del sur de África, cuyo cultivo se ha propagado a múltiples países a nivel global. Sin embargo, su producción se topa con retos significativos principalmente a causa del uso excesivo de abonos químicos y la incorrecta gestión del riego, lo que ha provocado efectos adversos tanto en las áreas de cultivos como en el mercado de venta. A pesar de ello, la sandía continúa siendo una fruta esencial en la dieta humana por su alto contenido en vitaminas y minerales.

Esta investigación tuvo como objetivo evaluar diferentes láminas de riego para optimizar el uso del agua, considerando variables como la época de siembra, la calidad del agua, la textura del suelo, el manejo del cultivo en sus distintas etapas, la fertilización, el riego, y el control de plagas y enfermedades. Todo ello con el fin de mejorar la productividad en función del porcentaje de lámina aplicada y el desarrollo fisiológico de la planta.

Se aplicó un diseño experimental en el que los bloques se asignaron de manera completamente aleatoria (DBCA), con cinco tratamientos (T1: 40% x 4 min, T2: 60% x 6 min, T3: 80% x 8 min, T4: 100% x 10 min, T5: 120% x 12 min), cada uno con tres repeticiones. Al concluir el estudio, se comprobó con el software estadístico de Minitab que los T3, T4 y T5 fueron de mayor rentabilidad, sin embargo el T5 al 120% fue el de mayor productividad, mientras tanto el T1 y T2 fueron de mayor deficiencia, destacando el T1 su baja rentabilidad productiva, siendo el software muy determinante para obtener resultados estadísticos.

Palabras claves: Láminas de riego, Calidad de agua, Fertilización, Diseño (DBCA), Productividad, Manejo del cultivo, Rentabilidad, Software Estadístico Minitab.

ABSTRACT

Watermelon, also known as *Citrullus lanatus*, is part of the Cucurbitaceae family, like melon. It is a herbaceous species native to southern Africa, whose cultivation has spread to multiple countries worldwide. However, its production faces significant challenges, mainly due to the excessive use of chemical fertilizers and improper irrigation management, which has had adverse effects on both the crop and the market. Despite this, watermelon remains an essential fruit in the human diet due to its high vitamin and mineral content.

This research aimed to evaluate different irrigation depths to optimize water use, considering variables such as planting season, water quality, soil texture, crop management at different stages, fertilization, irrigation, and pest and disease control. All of this is aimed at improving productivity based on the percentage of depth applied and the physiological development of the plant.

An experimental design was applied in which the blocks were assigned completely randomly (DRA), with five treatments (T1: 40% x 4 min, T2: 60% x 6 min, T3: 80% x 8 min, T4: 100% x 10 min, T5: 120% x 12 min), each with three replicates. At the conclusion of the study, Minitab statistical software was used to verify that T3, T4, and T5 were the most profitable; however, T5 at 120% was the most productive. Meanwhile, T1 and T2 were the most deficient, with T1 being the most productive. The software was very crucial in obtaining statistical results.

Keywords: Irrigation sheets, Water quality, Fertilization, Design (DRA), Productivity, Crop management, Profitability, Minitab statistical software.

CAPÍTULO I

1. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN

La sandía (*Citrullus lanatus*) es una planta herbácea de origen africano del sur, donde crece de manera silvestre. Cultivo que actualmente se ha distribuido a un sin número de países, y que su consumo en la actualidad se ve considerablemente estable dando consigo múltiples beneficios de calorías, vitaminas y minerales que están compuestas por el 90% de agua, la cual hace que esta fruta sea apetecible en épocas de verano (Crawford, 2017).

Según el Censo Nacional Agropecuario INEC del 2023, cuenta con un aproximado de 5.133.969 hectáreas en uso de actividades agrícolas, de los cuales 812.294 son dirigidos a cultivos de ciclo corto, el cual se encuentra el cultivo de sandía.

El cultivo de sandía siempre se ha adaptado estratégicamente al trópico, siendo considerable las zonas de Manabí (Ecuador), como Santa Elena, Los Ríos y Guayas. En la península de Santa Elena, existen áreas especializadas en la producción de sandía, con una media de 1-5 hectáreas entre los productores de pequeña escala y entre los de mediana escala de 10-30 hectáreas. La sandía como tal es una hortaliza que más se cultiva; se siembra en tiempos muy puntuados de octubre a mayo; representando ingresos significativos para pequeños, medianos y grandes trabajadores agrícolas de las áreas norte y central de la Península de Santa Elena (Pincay, 2015).

Por otra parte, el mismo autor menciona que, para lograr una competitividad en el mercado sin la menor duda, sobre todo en condiciones limitadas de agua, se debe realizar una agricultura con la última tecnología. Esto justificara a realizar estudios focalizados al uso de fertilizantes orgánicos y láminas de riego por goteo, buscando maximizar la producción y precocidad del fruto, además de aumentar eficiencia en el uso de agua. El objetivo en este estudio es reconocer la productividad de la sandía, en respuestas de la fertilización orgánica y riego por goteo.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1 Diagnóstico del problema

La utilización de fertilizantes químicos y el mal uso de riego, ha ocasionado un problema regular, tanto en el mercado donde se comercializa, como en el área donde se cultiva la sandía, el cual poco a poco se ha venido presentando, perjudicado al mercado y al consumidor final, por ofrecer productos que no llegan a su optimo consumo estándar. Alterando al producto para que madure y pierda credibilidad, de la misma manera mostrando un mal manejo del cultivo (Murillo, 2025).

Asimismo, el autor señala que la distribución de agua genera mayor productividad, cuando hay una alta escases de lluvias y largas épocas secas, donde el desconocimiento de los agricultores los ha llevado al fracaso inminente en dichas temporadas, pero que se puede mejorar con toda la tecnología avanzada y actual que existe, teniendo como resultado un rendimiento optimo y que cumple con los requerimientos para el cultivo de sandia.

1.2.2 Planteamiento del problema

En términos generales, al cultivar y producir sandía, una de las principales limitaciones es la presencia de diversas plagas y enfermedades, especialmente aquellas causadas por hongos y virus. Las cuales se encuentran dispersas en todas las zonas productoras de sandía del Ecuador, con aumento de incidencias negativas en la producción, conociéndose casos de pérdidas de un aproximado del 80%. El virus de alto impacto en el cultivo de la sandía es el patógeno de mosaico del pepino (CMV), continuando con el virus del mosaico de la sandía (WMV-1) propiamente mencionado, también está el patógeno del mosaico amarillo del calabacín (ZyMV) (Valdez Morante, 2022).

De igual forma, el autor sostiene que antes esta variación de problemáticas, se han realizado ilusiones, de manera global, al control integrado de plagas y enfermedades, combinando estrategias culturales, realizando la desinfección de herramientas, así como la prevención de insectos vectores, tales como la mosca blanca, trips y pulgones, se debe llevar a cabo la eliminación de malezas tanto cercanas como dentro del cultivo en sí. También es importante el uso de insectos entomófagos como *Bemisia* y la preparación y aplicación de líquidos orgánicos, como repelentes de insectos, y aplicación preventiva de fungicidas específicos para disminuir las enfermedades de la sandía.

Realizar un análisis económico del cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*) utilizando el sistema de riego por goteo y un enfoque cultural específico, es fundamental para pueblos y recintos pequeños, tal es el caso del Recinto Camarones del Cantón Valencia, tener objetivos específicos como identificar la

gestión agrícola del cultivo de sandía. Distinguir los costos de producción del cultivo utilizando el sistema de riego por goteo comparado con un sistema de riego tradicional. Establecer la capacidad de generar beneficios de la sandía (Vásquez Chávez, 2018).

Igualmente, el autor expone que dicho proyecto de investigación se conocerá el manejo agronómico del cultivo, para visibilizar la incidencia de los costos de producción y luego la rentabilidad según cada sistema. Los procedimientos de búsqueda utilizados en el proyecto serán inductivos y deductivos, que permitirán obtener información optima a través de observaciones directa y la conversación de los agricultores, para desarrollar en general el proyecto.

El cultivo de sandía en Ecuador enfrenta diversos desafíos, siendo uno de los más significativos el manejo del riego y la proliferación de plagas y enfermedades, entre las que destaca la mosca blanca, que puede dañar el cultivo en cuestión de pocos días. Para contrarrestar este problema, se recurren a los agroquímicos que, aunque son efectivos a corto plazo, pueden afectar negativamente tanto el sistema de riego como la salud de la planta a largo plazo. Para mitigar estos efectos, es esencial realizar una evaluación integral del manejo técnico del cultivo, considerando diversos factores que permitan una gestión más sostenible y eficiente (Murillo, 2025).

1.3 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

1.3.1 Variable independiente

Evaluar el impacto de láminas de riego para estudiar el rendimiento productivo de la sandía (*Citrullus lanatus*).

1.3.2 Variable dependiente

Información biométrica del fruto (Peso en kilogramos).

1.4 Hipótesis

1.4.1 Ho Hipótesis nula

Los distintos niveles de riego utilizados no tienen un impacto significativo en el cultivo de sandía, por lo que las diferencias que se aprecian se deben al azar o a factores incontrolados.

1.4.2 H1 Hipótesis alternativa

Al menos un nivel de riego aplicado tiene un efecto significativo en el cultivo de sandía, indicando que el manejo del riego influye en variables como el peso del fruto, el rendimiento o la eficiencia hídrica.

1.5 OBJETIVOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

1.5.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de láminas de riego, en el comportamiento productivo de la sandía (*Citrullus lanatus*) en Carrizal (Santa Rita), del Cantón Pedernales.

1.5.2 Objetivos específicos

- Analizar los factores agronómicos que influyen en el rendimiento del cultivo en relación con las diferentes láminas de riego aplicadas.
- Identificar la lámina de riego optima que maximiza la productividad y sostenibilidad del cultivo.
- Realizar un análisis de costo de la investigación en estudio.

1.6 JUSTIFICACIÓN

La sandía es una fruta muy esencial en la alimentación humana a nivel global, debido a su riqueza alta de vitaminas y minerales. En la Provincia de Santa Elena este cultivo de sandía tiene gran impacto económico para los agricultores en general; sin embargo, no se han evidenciado grandes producciones debido a diferentes factores, al uso inapropiado de las técnicas de rociar, la calidad del agua utilizada para el riego, así como la escasez de lluvias, está relacionada con la acumulación de sales que se visualiza en los suelos y al ser regados con aguas salinas el desarrollo de salinización se aumenta, afectando de manera progresiva la producción agrícola (Pincay, 2015).

Es importante aprender los niveles nutricionales iniciales de un cultivo, así como la concentración y tipos de sales implementadas en el agua de riego; esto podrá permitir una buena selección de aspecto químico para los fertilizantes a utilizar sean de forma químicas u orgánicas, el cual reducirá al máximo el taponamiento de goteros en el riego. Para programar correctamente un fertirriego se debe entender la demanda de nutrientes en las diferentes categorías fenológicas del ciclo del cultivo de sandía. La curva eficiente de consumo en nutrientes define la tasa de aplicación de este, evitando la posibilidad de deficiencia o consumos de lujo (Santiago Rafael, 2002).

Con la presente investigación se focaliza obtener estadísticas beneficiosas a través del uso de láminas de riego, de modo que se muestre que es factible llevar a cabo un uso eficiente del agua en el riego, sin comprometer la rentabilidad del cultivo. Así mismo, se anticipa que la investigación será de gran utilidad como

recurso de referencia para futuros investigadores, que se interesan en el cultivo de sandía, permitiendo de cierta forma a los agricultores poder aplicar esta metodología de programación de riego tecnificado y mejorar la producción agrícola, en zonas que cumplan las condiciones para el cultivo (Pincay, 2015).

La sandía es una fruta vital para la alimentación global, desempeñándose por su alto contenido de vitaminas y minerales, sin embargo, enfrenta desafíos debido a técnicas de riego inadecuadas y la salinización del suelo, debido a una elevada concentración de sales en el agua. Por otra parte es fundamental comprender los niveles nutricionales del cultivo y la calidad del agua para mejorar el uso de fertilizantes y evitar problemas como el taponamiento de goteros. La investigación busca convencer la viabilidad de un riego eficiente sin afectar la rentabilidad, para mejorar la producción agrícola (Murillo, 2025).

1.7 MARCO TEÓRICO

1.7.1 Antecedentes

Se adelanta a la época prehistórica como lo han revelado pinturas halladas en tumbas egipcias hace relativamente 5000 años. Principalmente se atribuyó un origen asiático, aunque nunca fue posible localizar una especie silvestre en estos sitios. David Livingstone en 1849, encontró un sin número de especies silvestres en África central, quedando de mostrado que la sandía es originaria de África y que se esparció hacia Europa, Asia y América. Donde fue llevado a tierras americanas por colonizadores y esclavos africanos (Mendoza & Rugama, 2012).

La sandía o *Citrullus Lanatus*, también conocida como melón de agua, pertenece a la familia de las Cucurbitáceas. Sus cualidades principales es que esta unificada en su mayor punto de agua (máximo de un 90%) y su fruto, nombrado en botánica pepónide, presenta inicialmente formas circulares, aunque existen ovaladas, cilíndricas achatadas por los laterales y, gracias a los japoneses por sus técnicas hay de forma cuadrada (Guerrero, 2018).

Según el autor, también es importante considerar que existen un aproximado de 50 tipos de sandías y se clasifican acorde a sus pesos, forma, color de pulpa y de piel, entre varias opciones más. Genéticamente mencionando que existen dos tipos de sandía. Siendo una de esta sandía diploide (con semillas) y la otra sandía triploide (sin semilla).

1.8 Clasificación taxonómica

Cordón (2018) menciona que “la clasificación taxonómica de la sandía es como se encuentra a continuación”.

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la Sandia (*Citrullus Lanatus*)

Reino	Vegetal
Sub- reino	Embryobiota
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Dilleniidae
Orden	Viólales
Familia	Cucurbitáceas
Género	Citrulluslanatus

1.9 Características botánicas

Cordón (2018) señala que “la sandía es una planta herbácea con un sistema radicular, tallos, hojas, flores, frutos y semillas” y presenta las siguientes cualidades:

- **Sistema radicular:** Las raíces del cultivo son ramificadas, con posibilidades de desarrollarse mucho mejor, con el tipo de suelo y diversos factores positivos. En este caso en suelos profundos, con texturas de buena calidad y un grado de fertilidad se puede llegar alcanzar hasta 0.80 metros o más de profundidad, además, con un diámetro superior a 2 metros, se puede alcanzar un diámetro radical cercano a los 4 metros.
- **Tallos:** Durante sus primeras semanas de 25-30 días, después de su germinación el tallo es erecto y normalmente posee de 3-5 hojas verdaderas. Luego se hace un rastreo o decumbente. Donde la longitud del tallo puede estar de 2-4 metros o más, con 5 aristas, cubierto de tricomas blanquecinos y con cirros abundantes.
- **Hojas:** Está dividida en 3-5 lóbulos que a su vez se disparen en segmentos curvados, exhibiendo hendiduras profundas que no afectan al nervio principal. El rayo es delicado al contacto y el reverso es bastante rugoso, con nervaduras muy marcadas.
- **Flores:** La sandía es una planta monoica que presenta flores de dos tipos: masculinas y femeninas. Estas flores se desarrollan en las axilas de las hojas y posee un color común como lo es el amarillento. Casi todas las

flores se dan en la ramificación de la segunda clase, apareciendo principalmente las masculinas.

- **Frutos:** El fruto consiste en una baya, con formas variadas (redondeadas, oblongas, ovaladas, cilíndricas, etc.), con corteza verde y pulpa muy dulce de coloración amarilla, roja o naranjada.
- **Semillas:** Son generalmente de forma elipsoidal, siendo más delgadas del lado del hilo, con superficies lisa, rugosa y diversos colores (castaño claro u oscuro, negro, blanco, entre otros). El peso absoluto oscila entre 60 y 140 gramos. La plena madurez fisiológica de las semillas se alcanza a los 10-15 días después de la maduración del fruto.

1.10 Agroecología del cultivo

1.10.1 Condiciones climáticas

El cultivo de sandía tiene exigencias climáticas similar al del melón, si bien su exigencia calórica suele considerarse mayor a la de aquel, para que la floración pueda desarrollarse (Pincay, 2015).

Por otra parte la temperatura óptima se estima entre 18 y 20°C y su crecimiento se realiza de la manera más adecuada, en el rango de temperatura comprendido de 23 a 28°C (Maroto, 2002).

1.10.2 Suelo

La sandia como tal necesita suelos fértiles, bien drenados y de texturas franco – arenosa para responder con excelentes producciones con un pH que varía de 6,8 a 5,0 (capaces de soportar la acidez) (Manual Agropecuario, 2002).

También convienen los terrenos fértiles, aireados, (limo-arenoso) y de consistencia media. El cual se pueda cultivar en texturas arcillosas, siempre y cuando tenga un buen drenaje (Maroto, 2002).

1.11 Agrotecnia

1.11.1 Siembra

La siembra se da cuando las temperaturas logran un promedio entre 23 a 28°C, en la Península de Santa Elena, los meses apropiados para la siembra varían desde octubre hasta diciembre. Esta se puede realizar directamente en el suelo o mediante bandejas germinadoras. Si se emplea riego por gravedad, la distancia entre surco debe ser de 6 metros y la separación entre plantas sembradas en doble hilera deberá ser de 0,80 a 1 metro (Pincay, 2015).

También a la hora de sembrar se necesitan semillas libres de enfermedades, certificadas y con índices altos de germinación de un 85-90%. En función del tamaño de la fruta se determina un distanciamiento de siembra para el cultivo de sandía, la recomendación estándar es de 2,2 a 2,8 metros cuadrados por planta (Data Analytics, 2025).

1.11.2 Requerimientos nutricionales

A los 15 a 17 días de la siembra la sandía absorbe aproximadamente un 10% de los elementos nutritivos. En fase de floración su extracción se eleva al 31 a 48 % y es mayor al iniciar el engrosamiento de los frutos; en la maduración del fruto la absorción del potasio se aumenta considerablemente (Maroto, 2002).

La demanda de los elementos nutricionales se relaciona con el tipo de suelo y puede estar relacionado con lo siguiente: 120-140 kg/ha de N, 140-270 kg/ha de P₂O₅ y 180-360 kg/ha de K₂O (Pincay, 2015).

Cabe destacar que el propio autor también indica que otras fertilizaciones regulares de fondo en el cultivo de sandía son de 25-30 t/ha de abono orgánico, 30 UF/ha de nitrógeno, 90 UF de fósforo (P₂O₅)/ha y 100 UF/ha de potasio (K₂O).

En cobertera normalmente se aplica N en forma nítrica y fraccionada en 3 partes; la primera cuando la planta logra los 20 cm, la segunda antes que ocurra la floración y la tercera, cuando los frutos estén cuajando y estén aumentando, sin exceder en ningún caso las 20-25 UF de N/ha y su aporte (Maroto, 2002).

Asimismo, es ventajoso emplear fertilizantes orgánicos en los huecos, estiércol de bovino o de gallinaza, pues son muy ricos en fósforo, nitrógeno y potasio (Pincay, 2015).

1.11.3 Distancia de siembra y producción

El distanciamiento recomendado entre planta va de 1 a 1,50 m y 3 metros entre calles, también es recomendable podar la planta dejando 3 ramas principales para evitar exceso de ramas (Pincay, 2015).

En ese sentido, el autor manifiesta que la adaptación y comportamiento de 13 germoplasmas de sandía, determino que la longitud de guía de los 30 y 70 días fue de 185 y 318 cm y la cantidad de frutos por planta fue de 1,82 para la variedad Royal Charleston.

Normalmente la sandía se planta en lugares de mucha iluminación solar. Se siembra alrededor de 4 semillas juntas (el poder de germinación no es muy alto) a unos 2 cm de profundidad y a unos 30 cm de distancia de las siguientes, ya que por ende la planta ocupa mucho espacio. Entre 6 y 10 días las semillas comienzan a germinar, dependiendo del clima, el suelo y la variedad genética. En zonas de entorno fríos o heladas es muy riesgoso, por lo cual las semillas son sembradas en semilleros bajo condiciones controladas y después son trasplantadas teniendo como beneficio una planta segura (Fervalle, 2025).

1.11.4 Labores culturales

Son aquellas actividades o tareas que requiere un cultivo desde su siembra o trasplante hasta su cosecha o recolección, como lo es el desmalezado, dirección de ramas, aporque, cortes y eliminación de frutos defectuosos (Pincay, 2015).

Asimismo, el autor señala que el número de riegos en el cultivo de sandía no puede precisarse, pues depende de la genética sembrada, la zona del cultivo, terreno, condiciones meteorológicas que en conclusión, son factores que asimilan el aumento o reducción del riego.

1.11.5 Plagas y enfermedades

Las principales plagas que afectan al cultivo de sandías son Araña roja (*Tetranychus urticae*), Barrenador de la guía (*Diaphania nitidalis*), Mosca Blanca (*Aleyrodidae*), Trips (*Frankliniella spp*), Pulgón (*Aphis spp*), Hormiga (*Formicidae*), Minador de la hoja (*Liriomyza sativae*), gusano tierrero (*Agrostis ypsilon*), Lepidópteros (*Spodoptera exigua y littoralis*) . Su impacto en el cultivo está

determinado por las condiciones climáticas y el control generalmente se da de manera química. Entre las principales enfermedades estan, Oídio (*Oidium sp*), Mildiú vellosa (*Pseudoperonospora cubensis*), Antracnosis (*Colletotrichum*) y Fusarium (*Fusarium sp*) (Certis Belchim, 2024).

1.11.6 Cosecha y usos

El tiempo de cosecha de la sandía promedia entre 75-80 y entre 100-120, según la variedad y condición climática, la cosecha normalmente se realiza de manera manual. El fruto se corta, separando la sandía del tallo; a veces, se puede simplemente tirar, pero en otras ocasiones, se utiliza cuchillos que han sido preparados adecuadamente. El producto, en general, se coloca en estantes de plástico y se transporta al área de limpieza y empaquetado. Asimismo, es importante tener precaución en el manejo del fruto, ya que este es vulnerable a daños mecánicos durante la cosecha, el transporte y la selección (Mundo Agricultura, 2024).

Fervalle (2025) menciona que “la madurez de los frutos presenta varias características que indican su estado”.

Tales como:

- El zarcillo que se encuentra junto al pedúnculo debe estar totalmente seco.
- El tallo del fruto debe ser suave.
- La parte inferior del fruto ha tomado un color amarillento.
- El ruido generado por un suave golpe en el fruto es sordo o vacío.
- Después de ser rayada, la corteza se desprende con facilidad.

Además, el autor expresa que en lo referente al uso de la sandía, se da en consumo fresco, jugos, postres, uso industrial y demás. También la corteza del fruto puede ser bien aprovechada en ganaderías de bovinos y caballares.

1.12 Propiedades físicas del suelo

1.12.1 Textura

La textura del suelo tiene una característica principal que influye en muchos aspectos en la calidad del suelo. Las clases de texturas se determinan por el porcentaje de arena, de limo y de barro o arcilla que contenga el suelo. Normalmente, los suelos están vareados de partículas de tres diferentes tamaños. Las partículas de arena son relativamente grandes, las de arcilla muy pequeñas a diferencia de la arena y las de limo son medianas (Penn State Extension, 2023).

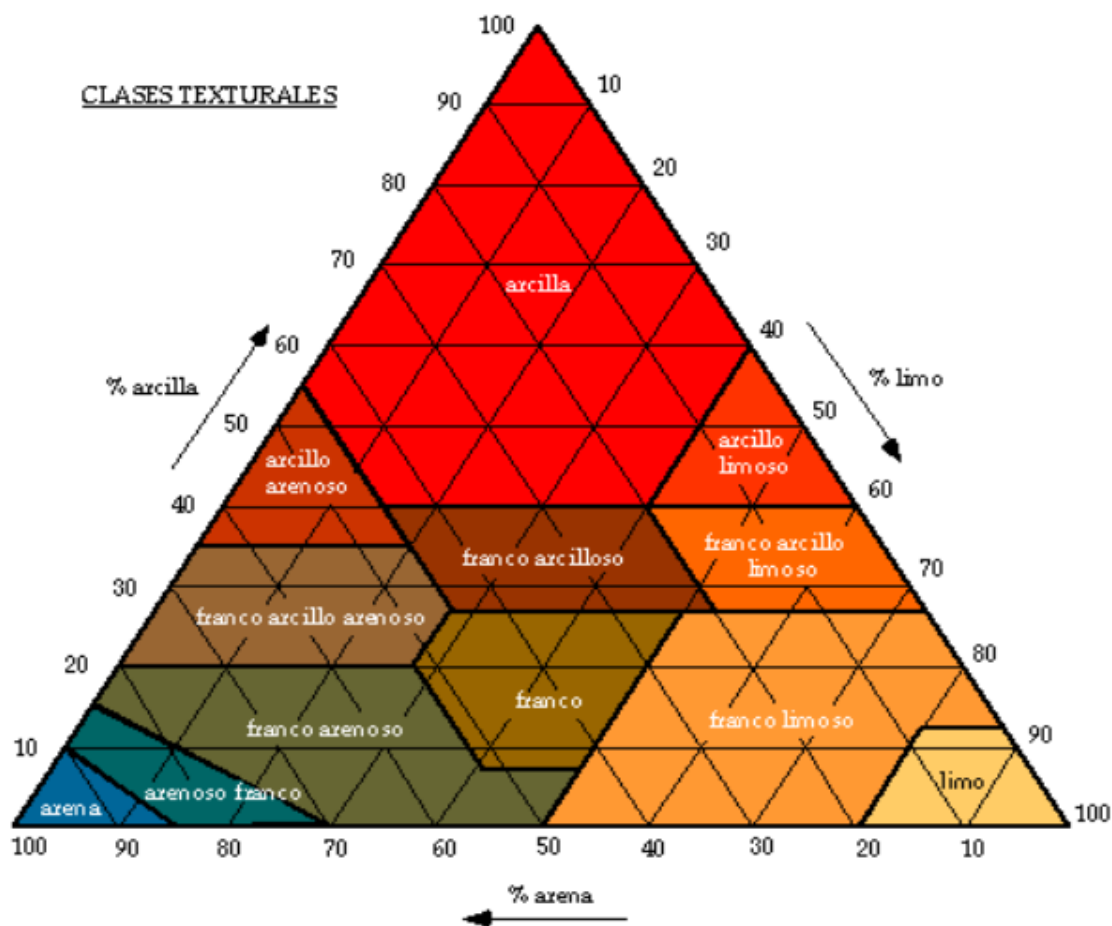
Cabe destacar que el autor también plantea que la arcilla y el limo retienen más agua y también más nutrientes para el desarrollo de una planta a diferencia de las partículas de la arena. La textura en general es una propiedad única del suelo que no cambia nunca ni bajo distintas prácticas de manejo. Los cuatro tipos de suelos se clasifican en (1) arenosos; (2) limos; (3) suelos francos y (4) arcillosos o barros. Esta clasificación se da por el tamaño de las partículas que contiene cada una en el suelo.

1.12.2 Clases de texturas

Las clases de texturas se dan de acuerdo con la composición del suelo y a las proporciones de arena, limo y arcilla. Dado que cada clase de textura cuenta con

un rango de equilibrio entre los tres tipos de partículas, la definición de la clase textural se logra mediante el triángulo de texturas (Pincay, 2015).

Figura 1. Triángulo textural del suelo



Fuente: (Dorronsoro, 2012)

Según el autor, también es importante considerar que en la (Figura 1), se puede observar que un suelo presenta un 30% de arcilla, 60% de arena y 10% de limo; se genera una clase textural Franco arcillo arenoso, el cual demostraría el mejor suelo para el cultivo de sandía. Las texturas Francas, en especial Franco arcillosas son ideales para la agricultura, por lo que presenta índices balanceados de las tres clases de partículas.

1.12.3 La estructura del suelo

Explica como las partículas individuales del suelo se unen en unidades de mayor tamaño y está estrechamente vinculada al porcentaje, tipo y distribución de los elementos de su fase sólida, tales como los minerales y la materia orgánica. No obstante, la estructura está fuertemente vinculada a otras características como la textura, el equilibrio de humedad y la densidad, además factores externos como la agricultura o el pastoreo (Pincay, 2015).

De acuerdo con Ámbar (2023), “se detalla los diferentes tipos de estructura”, de la siguiente manera:

- **Estructura esferoidal:** Forma redondeada, puede presentar irregularidades y granularidades. Los complejos arcillo humus constituyen esta clase de estructura, ideal para el uso agrícola.
- **Estructura en bloque:** Terrenos con elevados contenidos de arcillas o de óxido de hierro y aluminio, predominan terrones sólidos. Es habitual en terrenos Alfisoles u Oxisoles.
- **Estructura prismática:** Estructura vinculada a partículas de tierra que han dado lugar columnas o pilares verticales, divididos por pequeñas fisuras verticales bien definidas. El flujo de agua es más complicado y el drenaje es insuficiente. Usualmente se localiza en el horizonte B cuando se acumula arcilla, en terrenos Inceptisoles.
- **Estructura columnar:** Formada por la disgregación que provoca que las partículas de arcillas se expandan y pierdan su vinculación entre sí. Normalmente se encuentra en terrenos Salinos y Aridisoles.

- **Estructura laminar:** Estructura que requiere escasos cambios en los materiales iniciales del terreno. Son comunes en Inceptisoles y Ultisoles.
- **Estructura cuneiforme:** Forma vinculada a altos niveles de arcilla expansiva de tipo 2:1, que muestra formas de cuñas y fisuras en superficies de épocas secas. Normalmente se halla en terrenos Vertisoles.
- **Estructura biológica (bioestructura):** Vinculada a procesos biológicos. Un caso ilustrativo es la bioestructura compuesta por las excreciones de las lombrices de tierra, además de la producida en las raíces de ciertas plantas que experimentan simbiosis con bacterias de fijación de nitrógeno y hongos micorrízicos.

La esencia para comprender el suelo, el agua y las plantas es como estas mantienen un equilibrio dinámico. Así, se debería entender la estructura del suelo que se refiere a cómo las partículas del suelo se unen generando agregados y dejando entre ellas poros o canalículos (Bartolome & Vega, 2005).

De igual manera, el autor argumenta que en la construcción de la estructura se involucran el contenido de materia orgánica y la gestión que se haga del suelo. Esto está vinculado con demandas del tipo de cultivo, en este caso sandía, que prefiere un suelo con textura franco arenosa, que contenga materia orgánica y la estructura más adecuada sería la esferoidal.

1.12.4 La densidad y porosidad del suelo

Velásquez (2009) describe que “la densidad es una característica física de las sustancias, que refleja la relación entre su masa y el volumen que ocupa en un

espacio”. En el caso del suelo, se distinguen dos tipos de densidad: la densidad auténtica y la densidad aparente.

- ✓ La densidad auténtica, se refiere a la proporción entre masa del terreno seco y el volumen de sus componentes sólidos.
- ✓ La densidad aparente, se refiere a la relación entre la masa de la tierra seca y el volumen total.

Según la FAO (2025), “la porosidad de un suelo se refiere al volumen que no está ocupado por los sólidos que forman su textura o por materiales orgánicos. Por lo que menciona que hay dos tipos fundamentales de poros en el suelo”

Como:

Los microporos, o pequeños poros, son el resultado de cómo se distribuyen las partículas fundamentales del suelo, y por ello se les conoce como poros texturales.

Los macroporos, o poros de gran tamaño, son resultados de la estructura del suelo y representan los poros a través de los cuales se desplaza grandes volúmenes de agua y aire. La porosidad de un suelo puede determinarse utilizando la densidad real y la densidad aparente de este.

Como se muestra a continuación:

$$P = (1 - D_a/D_r) \times 100\%$$

Dónde:

P = Es el porcentaje de porosidad del suelo.

Da = Es la densidad aparente del suelo en (g.cm^{-3}) y.

Dr = Es la densidad real del suelo en (g.cm^{-3}).

Cuadrado 1. Clasificación de un suelo según el porcentaje de porosidad total.

Porosidad total (%)	Clasificación
> 70	Excesiva
55 - 70	Excelente
50 - 55	Satisfactoria
40 - 50	Baja
< 40	Muy baja

Fuente: (Kaurichev, 2014)

Debido a la textura y a la estructura del suelo, se representa su porosidad, que se refiere a su sistema de espacios vacíos o poros. Los suelos arenosos cuentan con abundantes macroporos, lo que posibilita un rápido drenaje del agua; sin embargo, presentan una baja capacidad para retener la humedad. Por otro lado, los suelos arcillosos son ricos en microporos, lo que puede resultar en una limitada oxigenación, pero tienen una alta capacidad para mantener el agua. Para lograr una producción óptima del cultivo de sandía, se debe utilizar un suelo apropiado, donde la porosidad debe estar entre 50 y 60, conforme el (Cuadro1) (Kaurichev, 2014).

1.13 Características hídricas de los suelos

1.13.1 Infiltración

La infiltración es el mecanismo mediante el cual el agua se introduce en el suelo desde la superficie, donde puede ser retenida por el mismo o llegar a un nivel acuífero, aumentando así el volumen que ya estaba acumulado previamente. Cuando la capacidad de retención del suelo se ve superada, el agua se desplaza hacia abajo debido a la combinación de la acción de las fuerzas capilares y la gravedad. Esta etapa del proceso es conocida por varios nombres: percolación, infiltración efectiva, infiltración profunda (Úbeda & Delgado, 2018).

La velocidad de infiltración se refiere al volumen de agua infiltrado durante un lapso específico. Se cuantifica en milímetros de altura del agua por hora, y se basa principalmente en la textura, estructura y el estado del medio ambiente (Manual Agropecuario, 2014).

Cuadrado 2. Relación entre la velocidad de infiltración y la textura del terreno.

TEXTURA DEL SUELO	VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN
Arenoso	Más de 30
Franco - arenoso	20 – 30
Franco	10 – 20
Franco – arcilloso	5 – 10
Arcilloso	Menos de 5

Fuente: (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 1999)

La infiltración está sujeta a la red de poros o canalículos del terreno y, en consecuencia, a su textura y estructura, aunque no se trata de una inclinación constante del suelo. Por ejemplo, un mismo terreno absorbe agua con mayor rapidez si está seco que si posee un nivel de humedad específico, por lo que los técnicos diferencian entre infiltración inmediata e infiltración estabilizada (Bartolome & Vega, 2005).

El autor también sostiene que es beneficioso conocer la velocidad de infiltración estable, que corresponde a los litros por metro cuadrado y ahora que ingresan a un terreno ya húmedo (Cuadro 2). Para la sandía, que se ajusta a cualquier tipo de terreno, pero para optimizar la producción, opta por terrenos sueltos, con un rango de infiltración de 8 a 20 mm/hora.

Para calcular la infiltración de un terreno, se utilizan infiltrómetros, los cuales contribuyen a establecer la capacidad de infiltración en zonas pequeñas y cerrada, inyectando agua de manera artificial a la tierra. Los infiltrómetros pueden clasificarse en dos categorías: de carga constante y de simulación de precipitaciones (Pincay, 2015).

Se realiza a través de la fórmula siguiente:

$$P = Q + F$$

Dónde:

P = Volumen de precipitación (m³)

Q = Volumen de escurrimiento directo (m³)

F = Volumen de infiltración (m³)

1.13.2 Capacidad de campo

Cuando un suelo está saturado, el agua tiende a desplazarse por gravedad hacia el subsuelo, llegando a una etapa en la que el drenaje es tan reducido que el contenido de agua se consolida. Al llegar a este punto, se considera que el suelo ha llegado a la capacidad de campo (C.C) (Pincay, 2015).

Asimismo, el autor señala que los índices de Capacidad de Campo se pueden manifestar en porcentajes sobre el peso de la tierra seca. Una capacidad de campo del 27% implica que cada 100 gramos de suelo seco retienen 27 gramos de agua.

1.13.3 Punto de marchitez permanente

El punto de marchitez constante es la humedad mínima donde una planta no puede continuar extrayendo agua del suelo y no puede reponerse de la pérdida de agua, a pesar de que la humedad del entorno sea saturada (Palomino, 2012).

1.13.4 Agua útil (aprovechable) para el cultivo

El contraste entre la capacidad agrícola y el punto de marchitez simboliza la porción de agua disponible (útil) para la cosecha. Si la textura es más fina, las tensiones de humedad en la tierra aumentarían, tanto en términos de Capacidad de Campo como en el punto de marchitez. Una adecuada estructura del terreno también incrementa la cantidad de agua aprovechable (Pincay, 2015).

El cultivo de sandía se ajusta a cualquier tipo de terreno, destacándose por los de textura franco-arenosa. Un terreno franco o arcilloso

conserva agua a 0,3 atm, en cambio, los terrenos arenosos lo hacen a 0,1 atm. Por esa razón, en un suelo arcilloso, donde la mayoría de los poros son diminutos, hay una fuerza de retención superior, la capacidad de campo y el punto de marchitez presentan un potencial mayor en comparación con un suelo arenoso (Manual Agropecuario, 2002).

Por otra parte, el autor afirma que no se trata de un valor fijo del suelo, sino que fluctúa según la habilidad de la planta para tolerar situaciones de sequía. En este sentido, el cultivo de sandía es vulnerable a la falta de agua; por ello, es fundamental considerar los requerimientos de riego y las características del suelo, con el fin de optimizar la disponibilidad de agua útil para el cultivo.

1.4 Necesidades hídricas de los cultivos

1.14.1 La evaporación

Es el proceso donde el agua se transforma de estado líquido a vapor, desde su superficie hacia la atmósfera. El agua puede transformarse en vapor desde diversas superficies como terrenos, lagos, ríos y plantas mojadas. Este cambio de estado necesita energía, que es principalmente suministrada por la radiación solar y, en menor medida, por el aire que rodea la superficie donde ocurre la evaporación (Manual Agropecuario, 2014).

1.14.2 La transpiración

Es el proceso mediante el cual el agua presente en los tejidos de la planta se evapora y se transporta como vapor hacia la atmósfera. Los cultivos

principalmente pierden agua a través de las estomas, y esto depende de la temperatura, la humedad relativa y el viento (Scott, 2021).

1.14.3 La evapotranspiración potencial (ETP)

La evapotranspiración potencial es un parámetro climático que muestra la capacidad de evaporación de la atmósfera. Dado que no siempre se presentan las condiciones ideales de humedad en el suelo, esto podría permitir que la evapotranspiración real (ET) llegue a igualar la evapotranspiración potencial (ETP). Por lo general, la ET es menor que la ETP, y la diferencia entre ambas es más significativa en zonas más áridas (Monterroso & Gómez, 2021).

1.14.4 La evapotranspiración (ETc)

Es la pérdida de agua en forma de vapor desde un terreno con vegetación, mediante la evaporación y transpiración, en condiciones favorables que se encuentran en terrenos bien gestionados y con un suministro adecuado de agua, logrando así la máxima producción según las condiciones climáticas (Monterroso & Gómez, 2021).

- Significado real: ingesta de agua por parte de las especies vegetales.
- Componentes: transpiración (suelo) y evaporación (cubierta de plantas).
- Unidades: l/m^2 y día (=mm/día).

Según Cenicaña (2015), “la ETc se calcula con la siguiente fórmula:”

$$ETc = ET_o \times Kc$$

Dónde:

ETc: Evapotranspiración del cultivo (mm/día).

ETo: Evapotranspiración del cultivo objetivo (mm/día), varía según el clima.

Kc: Índice de crecimiento (se basa en el cultivo y su fenología).

1.14.5 Determinación del coeficiente del cultivo (Kc)

El coeficiente de cultivo se establece como la proporción entre la evapotranspiración del cultivo bajo condiciones normales y la evapotranspiración de constancia. Este coeficiente muestra la diferencia entre la superficie cultivada y la superficie de referencia (Pincay, 2015).

$$Kc = ETc / ETo$$

El Kc varía durante el periodo de desarrollo de la planta, y se segmenta en cuatro etapas: inicio, desarrollo, medio y final (Cuadro 3).

Cuadrado 3. El Kc a lo largo de la etapa del cultivo.

Kc por fases y tiempo de las fases de cultivo de hortalizas y granos									
Kc					Duración de las etapas				
cultivo	I Ω	D Θ	Media	final	I	D	M	F	total
Sandía	0.40	0.70	1.00	0.75	10	20	30	30	90

Fuente: (Allen, Pereira, & Raes, 1998)

Ω Primera fase del cultivo

Θ Fase de evolución del cultivo

1.14.6 Métodos para determinar la evapotranspiración (ET_o)

Torre (2001) menciona que “los métodos se clasifican en métodos directos e indirectos”. Como se muestra a continuación:

Los primeros suministran directamente el consumo completo del agua requerido, empleando dispositivos e instrumentos para su cálculo. Ejemplo:

- Lisímetro
- Evapotranspiración de thornthwaite
- Procedimientos gravimétricos (tabla de prueba)

Los segundos, de manera indirecta y mediante el uso de fórmulas empíricas, consiguen lo siguiente el consumo de agua a través del ciclo vegetativo de la planta. Ejemplo:

- Penman-Monteith (1992)
- Evaporímetro clase A
- Hargreaves (1989)
- Blaney-Criddle (1977)

Para realizar las lecturas de evaporación se debe seguir esta fórmula:

$$ET_o = K_P \times EP$$

Dónde:

ET_o = Evapotranspiración de referencia.

K_P = Coeficiente de la cubeta.

EP = Evaporación en mm/día.

1.15 Calidad del agua de riego

El agua constituye el medio máspreciado y limitante en la agricultura de zonas áridas y semiáridas, en las cuales la precipitación no es suficiente para agradar los requisitos de los cultivos (Sabspa, 2020).

Igualmente, el autor expone que el aprendizaje de la calidad del agua de riego es primordial para seleccionar el sistema de riego, su gestión y el cultivo a establecer. Las dificultades originadas por las sales estan vinculadas con los efectos.

Y se dan de la siguiente manera:

A. El nivel de salinidad

Los suelos poseen sales solubles derivadas de la degradación de rocas y de las aguas empleadas en el riego. El agua para irrigación posee sales que se incorporan a la ya presentes en el suelo (Cuadro 4) (Pincay, 2015).

Cuadrado 4. Sales que han sido desintegradas en iones.

Cationes (positivos)	Aniones (negativos)
Sodio (Na^+)	Carbonato (CO_3^{2-})
Calcio (Ca^{+2})	Bicarbonato (HCO_3^-)
Magnesio (Mg^{+2})	Cloruro(Cl^-)
Potasio (K^+)	Sulfato (SO_4^{2-})
	Nitrato (NO_3^-)

Fuente: (Fuentes, 1999)

El cultivo de sandía es normalmente sensible a la salinidad, con una variación de 1.3 a 3.0 ds/m, por lo que es necesario tener en cuenta una correcta gestión

del cultivo en términos de calidad del agua para irrigación, clase de terreno y método de riego. Esta situación puede prevenirse con aplicaciones superiores a las necesarias y regar durante periodos de lluvia. Si se utiliza un agua con una C_e de 3 ds/m la NL sería de un valor de 0.09, lo que significaría que sería necesario aumentar en un 9% la cantidad de agua para obtener un adecuado lavado de sales (Vegetables México, 2017).

B. La infiltración

La concentración alta de sales aumenta considerablemente la velocidad de infiltración. Mientras que una concentración baja disminuye su velocidad (Berlijn, 2014).

Para evaluar los inconvenientes de infiltración se estableció el índice RAS. Que define la siguiente formula:

$$SAR_{aj} = \frac{Na^+ [1 + (8.4 PH_c)]}{\frac{\sqrt{Ca^{+2} + Mg^{+2}}}{2}}$$

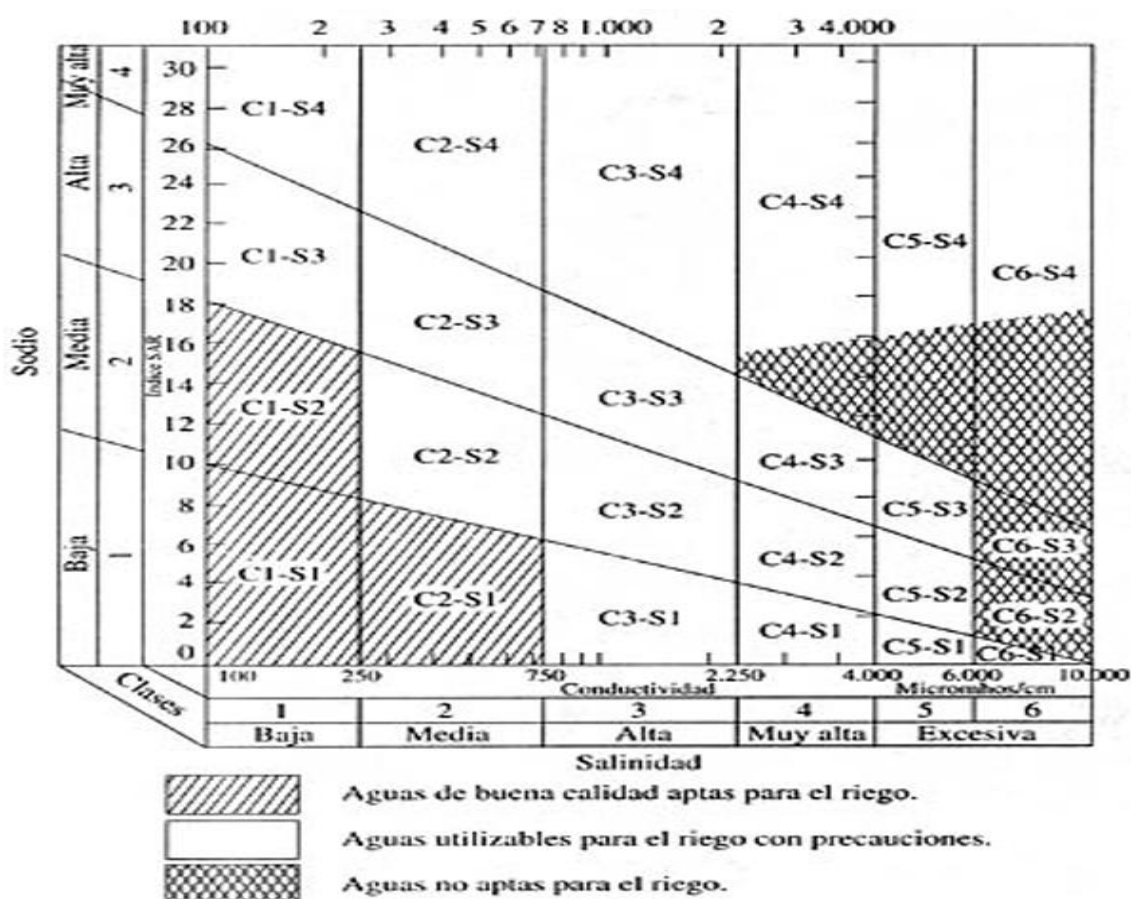
Siendo:

- **Na⁺**, la cantidad de sodio en el agua para irrigación, medida en meq/l.
- **Ca⁺²**, la cantidad de calcio en el agua para irrigación, medida en meq/l.
- **Mg⁺²**, la cantidad de magnesio en el agua para irrigación, medida en meq/l.

1.15.1 Normas de Riverside

La calidad de las aguas se da fundamentalmente de acuerdo con el método Riverside. (U.S Soil Salinity Laboratory), indican las diferentes clases de agua basándose en su conductividad (C.E) e indica SAR (relación de adsorción de sodio) (Figura 2) (Avila, Rodríguez, Riverón, & Bassas, 2022).

Figura 2. Normas de Riverside para medir la calidad de las aguas de riego.



Fuente: (Blasco y de la Rubia, 1973)

A partir de los datos de CE y RAS se define una categorización del agua de acuerdo con las regulaciones de Riverside, las cuales señala un método elemental para medir la calidad de las aguas destinadas al riego (Cuadro 5) (Pincay, 2015).

Cuadrado 5. Clasificación de las aguas de acuerdo con las regulaciones

Riverside.

Tipos	CALIDAD Y NORMAS DE USO
C1	Agua de baja salinidad reducida, adecuada para el riego en todas las situaciones. Solo pueden presentarse dificultades en terrenos de baja permeabilidad.
C2	Agua de salinidad moderada, adecuada para el riego. En determinadas situaciones puede ser imprescindible usar cantidades de agua excesivas y emplear cultivos que soporten la salinidad.
C3	Agua de elevada salinidad que puede emplearse para el riego de terrenos con adecuado drenaje, utilizando cantidades excesivas de agua para lavar el suelo y empleando cultivos altamente sensibles a la salinidad.
C4	Agua de elevada salinidad que frecuentemente no es adecuada para el riego. Solo se debe aplicar en terrenos altamente permeables y con adecuado drenaje, utilizando cantidades excesivas para lavar las sales del suelo y empleando cultivos altamente resistentes a la salinidad.
C5	Agua de alta salinidad, que solo debe utilizarse en situaciones muy limitadas, reforzando todas las precauciones previamente mencionadas.
C6	Agua de una salinidad elevada, no recomendable para el riego.
S1	Agua con un contenido reducido de sodio es adecuado para el riego en la mayoría de las situaciones. No obstante, puede surgir dificultades con cultivos altamente sensibles al sodio.
S2	Agua con un contenido moderado de sodio, lo que implica un riego de acumulación de sodio en el terreno, particularmente en suelos de textura fina (arcillosos y franco-arcillosos) y de baja permeabilidad. Es necesario monitorear las condiciones físicas del suelo, en particular el nivel de sodio variable del mismo, rectificándolo si es necesario.
S3	Agua con un elevado contenido de sodio y un riesgo significativo de acumulación de sodio en la tierra. Se recomienda la incorporación de materia orgánica y la utilización de yeso para rectificar el eventual exceso de sodio en el terreno. Además, es necesario un adecuado drenaje y la utilización de grandes cantidades de riego.
S4	Agua con un elevado contenido de sodio. En general, no se recomienda el riego, a menos que sea bajo salinidad y se tomen todas las precauciones indicadas.

Fuente: (Talens, 2002)

1.15.2 Coeficiente de dispersión homogénea de distribución

Es complicado proporcionar un riego de forma que el agua aplicada sea homogénea; siempre se notaran diferentes superficies en las que se aplica, esto se debe a la variación del emisor, diferencia de presión, tipo de emisor y fluctuaciones de la temperatura (García, 2025).

Cabe destacar que el autor también plantea que hoy en día es más habitual el empleo del coeficiente que compara la media del 25% de observaciones con el promedio total. También el coeficiente de uniformidad (Cu), que se establece para un riego, indica la calidad de la distribución del agua para un riego localizado.

Como:

$$CU = 100 \, q_{25\%} / q \qquad CU = \frac{q_{25\%}}{q_{med}} \times 100$$

Donde:

Q = caudal medio de todos los emisores.

Q25% = caudal medio del cuarto más bajo.

1.15.3 Programación del riego

La programación del riego posibilita anticipar las demandas de agua de la planta en el futuro, fundamentalmente en las evaluaciones del nivel de humedad existente en el suelo y en la información climática recopilada a lo largo del tiempo (Proain, 2020).

De igual manera, el autor argumenta que la programación del riego tiene como objetivo principal optimizar la gestión del agua, asegurando que se utilice solo en el momento y la cantidad precisa.

1.15.3.1 Necesidades de riego de los cultivos

Cañámero & Vasquez (2017), “establece que no toda el agua que se utiliza en la parcela de riego es absorbida por la planta. Una porción de esa agua se pierde debido a diversas razones”.

Como:

- Por escorrentías.
- Por evaporación.
- Por agregar agua excesiva para lavarlas sales.
- Por deficiente distribución del agua.

Se define diferencia entre:

a) Necesidades netas: es la cantidad de agua que puede tener la planta. La misma que viene dada por la formula:

$$\mathbf{Nnr = ETc - Pe}$$

Pe = Precipitación efectiva.

Nnr = Necesidades netas de riego.

ETc = Evapotranspiración del cultivo.

b) Necesidades totales: es el volumen de agua requerido por el sistema de riego. La ecuación es:

$$\mathbf{Nt = Nn * Ea}$$

Nt = Necesidad totales de riego.

Nn = Necesidades netas de riego.

Ea = Eficiencia de aplicación del agua.

1.15.3.2 Reserva de agua útil

Cadahía (2005) expresa que “el agua útil (AU) para las plantas se refiere al agua que se encuentra dentro del intervalo de humedad entre la capacidad de campo (CC, 0.33 bares) y el punto de marchitamiento (Pm)”.

Como se menciona a continuación:

$$AU = Cc - Pm$$

El agua que las plantas pueden usar está en el suelo, donde las raíces pueden llegar.

$$\text{Reserva disponible} = (Cc - Pm) \times \text{Profundidad de las raíces}$$

En riego localizado, se ajusta el ETc para tener en cuenta el impacto de la ubicación y las condiciones específicas del entorno.

1.15.3.3 Dosis de riego

Yague (1998) afirma que “se define como la cantidad de agua que se debe aplicar en cada riego por cada individuo de la superficie”.

Como:

a. Dosis neta de riego: que es la cantidad de agua correspondiente a la conservación disponible y se calcula de la siguiente manera:

- Densidad aparente (Da)

- Profundidad del suelo
- Humedad Capacidad de campo (Cc)
- Humedad punto de marchitamiento
- Fracción de agua disponible a (F)

b. Dosis total de riego: es la cantidad de agua que se suministra.

Viene dada por la siguiente formula:

$$\text{Dosis total} = \frac{\text{dosis neta}}{\text{Eficiencia de aplicación}}$$

1.15.3.4 Duración del riego

En el riego el agua que se aplica debe proporcionarse de forma que el suelo pueda absorberla en su mayoría. Asimismo, es necesario equilibrar el periodo de uso del agua (tiempo de riego) con la rapidez de infiltración del agua en la tierra (Pincay, 2015).

Las diferentes formas de aplicar el agua, viene condicionalmente por distintos factores:

- La pendiente del terreno
- La habilidad del terreno para retener agua
- La permeabilidad del terreno
- La variedad de cultivo que se va a regar
- La provisión de agua

El autor también sostiene que en cada situación, se selecciona el método de riego más adecuado para satisfacer las demandas del cultivo, como por ejemplo

en el riego de goteo. La presión disminuye y los orificios de salida únicamente posibilitan un menor gasto de agua.

1.15.4 Láminas de riego en sandía

Una lámina de riego es la cantidad de agua en una unidad de área (1m²) expresados en mm (Cenicaña, 2010).

Por otra parte, el autor afirma que considerando el flujo de agua, el tiempo de avance y el área específica, se determinará la cantidad de agua que se aplica al suelo, que se corresponderá con la cantidad de agua que se puede aprovechar rápidamente establecida.

$$\text{Lámina de agua aplicada (mm)} = \frac{Q \times (t \times 3600)}{L \times D}$$

Dónde:

Q = caudal (L/s)

T = tiempo de avance (horas)

3600 = segundos contenidos en horas

L = longitud (m)

D = distancia (m)

1.15.5 Análisis económico según metodología Cimmyt

Es el núcleo global de optimización de maíz y trigo; mismo que presenta una serie de métodos para llevar a cabo el análisis económico de los resultados

obtenidos en pruebas, utilizando datos agronómicos, con el objetivo de favorecer al agricultor (Pincay, 2015).

Según Pincay (2015), “considerando los siguientes criterios:”

a) El presupuesto parcial

El presupuesto parcial es un método para calcular el total de los costos variables y los beneficios netos asociados a cada tipo de tratamiento en un experimento agrícola. El presupuesto parcial abarca los rendimientos promedio de cada tratamiento, los rendimientos corregidos y el ingreso bruto de campo (considerando el precio de campo del cultivo). Así mismo, considera todos los gastos que cambia para cada tratamiento.

b) El análisis marginal

El análisis marginal consiste en calcular la tasa de retorno marginales para diferentes tratamientos de manera metódica. Se comienza con el tratamiento más económico y se avanza hacia el más costoso, con el objetivo de determinar si cada opción es aceptable para el agricultor.

c) La variabilidad

Finalmente, el agricultor es consciente de que el entorno económico en el que opera no es completamente estable. Los costos de los cultivos se modifican de un año a otro, al igual que la cantidad de mano de obra disponible, su costo y los precios de los insumos. Aunque estos cambios son difíciles de prever con precisión, los investigadores desponen de métodos que les permiten evaluar sus

recomendaciones basándose en los posibles cambios en la situación económica del agricultor.

d) El resumen

Al elaborar su informe sobre los resultados de los ensayos en las fincas, los investigadores tienen la obligación de incluir un resumen del análisis económico. Los aspectos siguientes son útiles para estructurar el informe del análisis económico: evaluación de los objetivos de investigación, evaluación del diseño y gestión de los estudios, cálculo del total de los costos variables, cálculo de los rendimientos promedio, consideración del presupuesto parcial, cálculo del ajuste del rendimiento, estimación de los ingresos brutos del campo, determinación de los ingresos neto, estudio marginal y estudio de dominancia.

CAPÍTULO II

2. METODOLOGÍA

2.1 Localización

La investigación se llevó en la finquita de Santa Rita, ubicada en Carrizal, vía Cojimíes km 31, coordenadas (c) ($0^{\circ}20'00.3$ N $80^{\circ}02'11.8$ W). La cual está ubicada al frente del mar, y presenta una topografía plana con pendiente menor al 1% como se muestra en la, (Figura 3).

Figura 3. Localización del sitio Experimental (Santa Rita).



Fuente: (Google Earth, 2025)

La zona se caracteriza por presentar dos épocas bien enmarcadas para la adaptación de múltiples cultivos manejables, una de ellas es la lluviosa la cual es irregular en los últimos años, y la seca la cual presenta una duración amplia de 6 a

más meses estimados, siendo óptimo para una mayor productividad de cultivos y en especial la (*Citrullus Lanatus*) Sandía (Cuadro 6).

Cuadrado 6. Clima anual promedio de Cojimíes, Manabí, Ecuador.

Variable	Valor
Precipitación media/anual (mm)	1.400 – 1.470 mm
Temperatura media/anual (°C)	23 – 30 °C
Evaporación media/anual (mm)	1.000 – 1.200 mm (estimado)
Evaporación media (mm/día)	3 – 3.5 mm
Heliofanía	6 – 7 horas/día (estimado)

Fuente: (Clima y Tiempo, 2025)

2.2 Características agroquímicas del suelo

El análisis químico del suelo determino una clase de textura arenoso, con pH 5,5 parcialmente ácido que también requiere Cal, NH₄ 16 nitrógeno de absorción bajo (necesita fertilización elevada de nitrógeno), P 68 fósforo alto (se necesita neutralizar el fósforo para evitar cambios perjudiciales, en este caso se podría usar calcita o dolomita en bajas proporciones, para la disponibilidad del mismo), K 0,19 potasio bajo (fertilizar más potasio para obtener frutos sanos y dulces), M.O 0,9 materia orgánica bajo (ubicar materia orgánica en el tallo de la planta para tener mayor productividad), (Anexo 2 y 3).

2.3 Característica del agua

El informe del análisis de agua interpreto que tiene un Ph 7,3 normal (sin restricciones en el uso), en cuanto a la dureza tiene 124 mg/l, lo que demuestra que es moderadamente dura, y lo único que puede causar restricciones es el K (potasio) 4,66 mg/l, los demás parámetros son normal sin restricciones en el uso como lo menciona el (Anexo 1).

2.4 Materiales y equipos

2.4.1 Fertilizantes

- Urea
- Yaramila
- Menorel super (foliar)
- Fuerte verde (foliar)
- Citokelp (foliar)
- Jisamar (estimulante foliar)

2.4.2 Herramientas

- Machete
- Palas
- Rastrillo
- Libreta de apuntes
- Letreros de identificación de los tratamientos
- Piola
- Mascarilla

- Mochila
- Ropa protectora
- Esferos
- Caña
- Plástico
- Clavos
- Martillo
- Flexómetro
- Botas
- Excavadora
- Azadón
- Gramera

2.4.3 Equipos

- Sistema de riego (manguera, conectores, goteros, etc.)
- Bomba de mochila de 20L
- Cámara de dispositivo inteligente
- Computadora
- Calculadora

2.5 Condiciones meteorológicas durante el ensayo

Las condiciones meteorológicas observadas durante el ensayo (Cuadro 7) fueron tomadas de la fuente de clima y tiempo.

Cuadrado 7. Temperatura, Humedad relativa y precipitación, durante el ensayo.

Mes	Año	Humedad relativa (%)	Temperatura (°C)	Precipitación (mm)
Octubre	2024	84 %	28 °C	54 mm
Noviembre	2024	85 %	28–29 °C	42 mm
Diciembre	2024	86 %	28 °C	115 mm
Enero	2025	85 %	28 °C	160 mm

Fuente: (Clima y Tiempo, 2025)

2.6 Materiales genéticos

Para este estudio se usaron las semillas del híbrido 3367 Esmeralda, las cuales presentan las siguientes características: forma del fruto: oblongo, peso promedio: 14 kg, color de pulpa: rojo, dulzura: 12° a 14° Brix, planta: buen vigor, uniformidad y adaptabilidad, adaptación: 0 a 1200 m.s.n.m, ciclo de cultivo: almácigo de 10 a 12 días. Inicio de cosecha a los 60 a 75 días según el suelo térmico, con un ciclo medio entre 70 a 85 d.d.t, presentación: sobre de 1000 semillas (Terra Semillas, 2025).

2.7 Tratamientos y diseño experimental

El tratamiento se dará en 5 láminas de riego, determinadas por la tasa de evaporación, medida en un sistema de evaporación clase A. La cual se realizarán mediciones diarias y la reposición para el riego, considerando el promedio de las

lecturas de dos días continuos antes del riego. Y una vez reemplazadas las láminas, llega el momento de regar (Cuadro 8) (Pincay, 2015).

Cuadrado 8. Sistema de Tratamientos.

Sistema de Tratamientos	
Tratamientos	Tasa de Evapotranspiración del cultivo
T1	40% de la demanda hídrica del cultivo
T2	60% de la demanda hídrica del cultivo
T3	80% de la demanda hídrica del cultivo
T4	100% de la demanda hídrica del cultivo
T5	120% de la demanda hídrica del cultivo

Autor: (Murillo, 2025)

2.8 Diseño experimental

Se empleará un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con cinco tratamientos y tres repeticiones. Para la comparación de medias, se aplicará la prueba de Tukey al 5% de probabilidad, con el fin de confirmar diferencias estadísticas de significancia entre tratamientos.

Cuadrado 9. Grado de Libertad del Experimento.

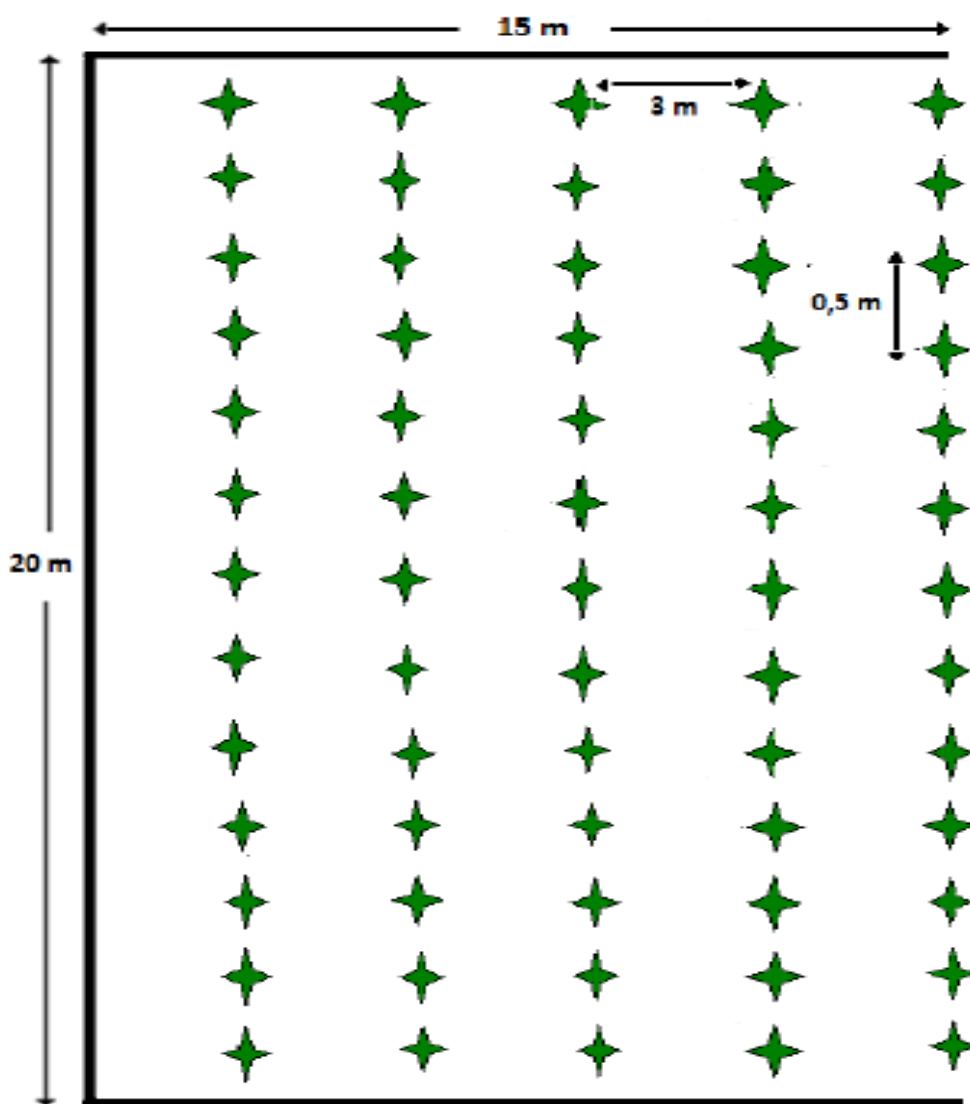
Grados de Libertad del Experimento		
F.V.		GL
Repeticiones	$r-1$	3
Tratamientos	$t-1$	4
Error Experimental	$(r-1)(t-1)$	12
Total	$rt-1$	19

Autor: (Murillo, 2025)

La entidad experimental tendrá un aproximadamente una medición de 3 m de ancho por 22 m de largo, lo que podrá dar un área de 66 m². Por otra parte, la distancia entre las líneas es de 3 m y la distancia entre plantas de 0,50. La superficie útil es de 20 m de largo y 3 m de ancho, o 60 m².

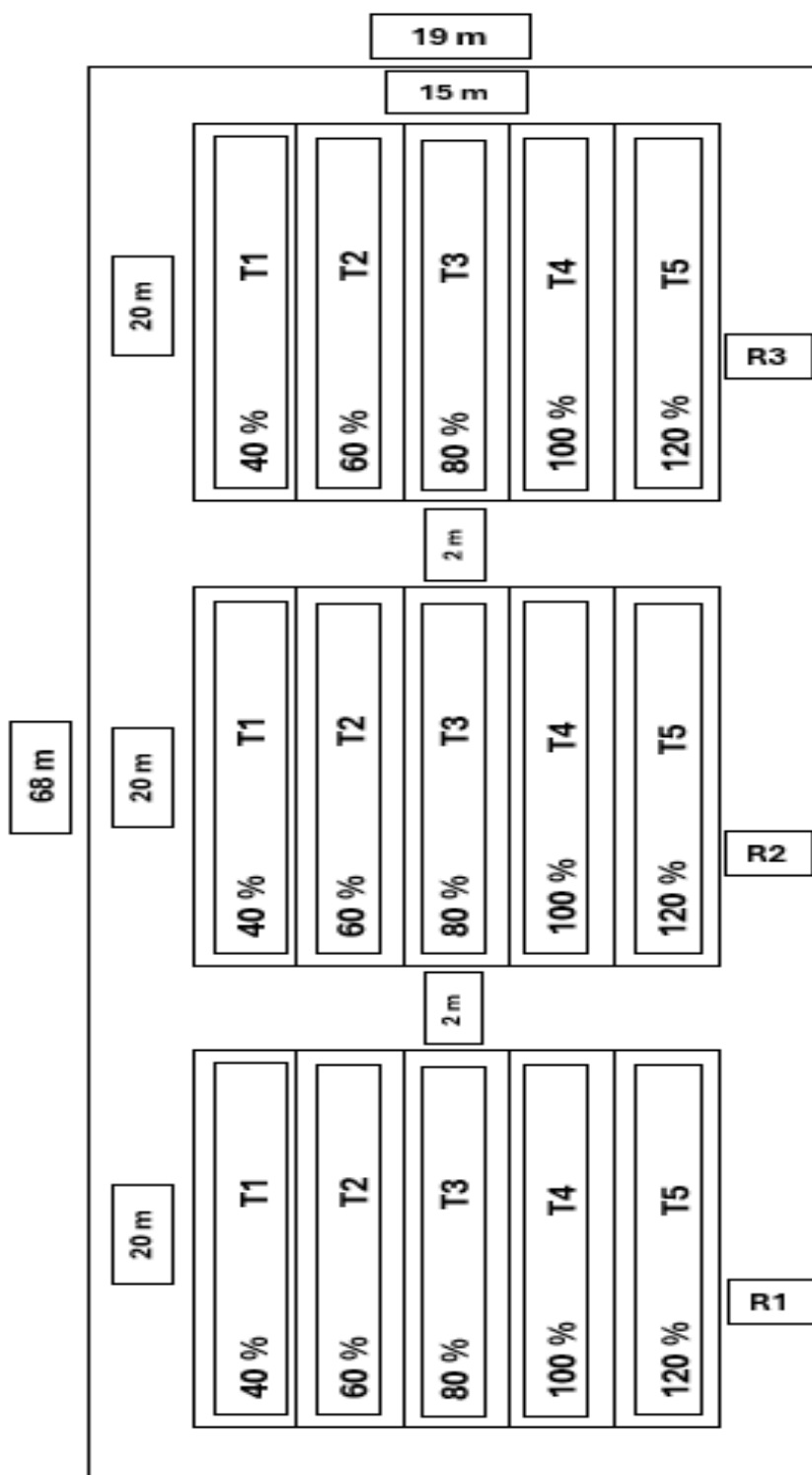
La distribución del tratamiento se muestra a continuación:

Figura 4. Diseño de los tratamientos, área 300 m².



Autor: (Murillo, 2025)

Figura 5. Distribución de los tratamientos.



Autor: (Murillo, 2025)

2.9 Delineamiento Experimental

Diseño experimental:	DBCA
Tratamiento:	5
Repeticiones:	3
Total de unidades experimentales:	15
Área total del tiramiento:	66 M2
Área útil del tratamiento:	60 M2
Área del bloque:	374 M2
Área útil del bloque:	300 M2
Efecto de borde:	2 M
Distancia entre hilera:	3 M
Distancia entre planta:	0,50 M
Longitud de hilera:	20 M
Número de plantas por hileras:	40
Número de hileras:	5
Número de plantas por tratamiento:	40
Número de plantas en experimento:	600
Número de plantas / ha:	6666,67
Forma de tratamiento:	RECTANGULAR
Distancia entre tratamientos:	3 M
Distancia entre bloques:	2 M
Distancia entre los 4 lados del borde experimental:	2 M
Área útil del experimento:	900 M2
Área total del experimento:	1292 M2

2.10 Manejo del Experimento

2.10.1 Uso del método de cuarteo para el análisis del suelo

Se utilizó el método de cuarteo para obtener una muestra más representativa, la cual consistió en tomar muestras al azar del área experimental, con una pala mecánica a 45° y 20 cm de profundidad, luego se la ubico en un plástico limpio para mezclar y aplanarla de tal manera que se pueda dividir en 4 partes, para descartar dos partes que se oponen entre sí, todo esto hasta quedar la masa requerida (1-2 kg), la cual siempre se escogerán las 2 partes restantes.

2.10.2 Preparación del terreno

La preparación del terreno incluyó una vuelta de arado y una de rastra, con el objetivo de mezclar y favorecer la descomposición de restos de maleza, así como mejorar la aireación del suelo y facilitar el crecimiento de las raíces de la planta.

2.10.3 Semillero

La siembra se llevó a cabo en bandejas de germinación que constan de 200 compartimientos, utilizando turba como sustrato para lograr un elevado porcentaje de germinación, e iniciadores como Kristalon y Nutrinex para acelerar su desarrollo, una vez mezclado estos dos elementos se procedió a colocar una semilla en cada compartimento y a dejarlo envuelto en un plástico por 3 días en un lugar oscuro, para luego desenvolver y dejar que siga su crecimiento.

2.10.4 Trasplante

El trasplante se dio a los 8 días después de la siembra, realizado de manera manual. Se hicieron los hoyos utilizando un espeque y se aplicó días después un

enraizador llamado BrioRaíz en dosis de 200 ml/ 20 L de agua, aplicándolo en una bomba de mochila, para que se adapten más rápido al suelo. La plántula se sembró a una distancia de 0.50 cm entre planta y 3 m entre líneas, logrando un total de 40 plantas por parcelas, conforme a la distribución estipulada en el diseño.

2.10.5 Control de maleza

Se controló al principio con un herbicida llamado Finan de 250 ml con ingrediente activo (Clethodim), en dosis de 50 ml/ 20 L de agua, en una bomba de mochila para su aplicación y evitar competencia por nutrientes. También se realizó de manera manual entre semanas, utilizando machete, rastrillo y la intervención humana con sus manos, con el fin de prevenir la competencia por nutrientes y la aparición de hospedadores de insectos plagas y enfermedades.

2.10.6 Control fitosanitario

Al comienzo del ensayo, se observó la presencia del gusano tierrero (*Agrostis ypsilon*), que estaba afectando las raíces y el tallo de las plantas en el suelo. Se utilizó insecticida Nakar con ingrediente activo (Benfuracarb) a una dosis de 50 ml/20 L de agua, aplicándolo con una bomba de mochila para su control.

Sin embargo, la plaga que causó mayor impacto en el cultivo fue la mosca blanca (*Aleyrodidae*). Esta se controló de igual manera con el insecticida Nakar en dosis de 50 ml/20 L de agua, Engéo con ingrediente activo (Tiametoxam) en dosis de 25 ml/20 L de agua y Esbow con ingrediente activo (Thiamethoxam + Fipronil) en dosis de 25 ml/20 L de agua, aplicándolo con una bomba de mochila para el control.

También otras plagas y enfermedades que afectaron en menor medidas y se controlaron con las mismas dosis antes mencionadas fueron, Trips (*Frankliniella spp*), Araña roja (*Tetranychus urticae*), Hormiga (*Formicidae*), Oídio (*Oidium sp*), Mildiú vellosa (*Pseudoperonospora cubensis*) y Fusarium (*Fusarium sp*).

2.10.7 Fertilización

La fertilización se realizó de manera foliar, directa a la raíz y alrededor de la misma. Para la foliar se usaron fertilizantes como, Fuerte verde (9% de Nitrógeno (N), 45% de Fósforo (P₂O₅) y 17% de Potasio (K₂O)) en dosis de 200 gr/20 L de agua, Menorel super (24% p/p de Nitrógeno (N), un 18% p/p de Fósforo (P₂O₅) y un 13% p/p de Potasio (K₂O)) en dosis de 100 gr/20 L de agua, Cito kelp (50% de extracto de algas marinas, un 25% de aminoácidos libres, y fitohormonas) en dosis de 40 ml/ 20 L de agua, aplicándolo en una bomba de mochila.

Fertilizantes directos a la raíz, se utilizó la Yaramila (15% de Nitrógeno (N), 9% de Fósforo (P₂O₅) y 20% de Potasio (K₂O)) en dosis de 2 libras (907.18 gr)/ 20 L de agua, aplicándolo en una bomba de mochila. Fertilizantes alrededor de la raíz, se aplicó Urea (46% de nitrógeno (N)) en dosis de 5-10 gr/planta y Yaramila en dosis de 10-15 gr/planta.

Cuadrado 10. Fertilización y método de aplicación.

Producto	Dosis	Método de aplicación
Fuerte Verde	200 g / 20 L agua	Aplicado con bomba de mochila (foliar)
Menorel Súper	100 g / 20 L agua	Aplicado con bomba de mochila (foliar)
Cito Kelp	40 ml / 20 L agua	Aplicado con bomba de mochila (foliar)
Yaramila	907.18 g (2 lb) / 20 L agua	Aplicado directamente a la raíz con bomba de mochila.
Urea	5–10 g por planta	Aplicada en cobertera, alrededor del tallo
Yaramila	10–15 g por planta	Aplicada en cobertera, alrededor del tallo

Autor: (Murillo, 2025)

2.10.8 Bio estimulante agrícola

Para la estimulación o estrés de la planta se utilizó un bio estimulante, conocido como Jisamar aplicándolo en dosis de 30 ml/20 L de agua, en bomba de mochila para su control.

2.10.9 Calidad del agua de riego

La calidad del agua en el riego fue excelente, ya que cuenta con un pH de 7,3 lo que es normal (sin restricciones) en su uso, también muestra un K Alto de 4,66 mg/l que ayuda a tener mayor dulzura y beneficios en el cultivo de sandia.

2.10.10 Riego

La aplicación del riego se realizó por goteo, con una cinta aproximada de mil metros que cuenta con 500 goteros, cada gotero está a 20 cm, dando 1,6 L/h cada uno de estos, las cuales se aprovecharon para dar su respectivo riego, en los tratamientos (T1 40%, T2 60%, T3 80%, T4 100%, T5 120%) del experimento.

Cuadrado 11. Riego aplicado al cultivo.

DETERMINACIÓN DEL RIEGO						
DESCRIPCIÓN	FORMULACIÓN		TRATAMIENTOS	MINUTOS	LITROS	
1 GOTERO	1,6L x 1G = 1,6 L/H	0,0266666667	T1 40%	4	0,10	L
	1,6/60 MIN =		T2 60%	6	0,16	L
			T3 80%	8	0,21	L
			T4 100%	10	0,26	L
			T5 120%	12	0,32	L
cada 5 goteros determinan el porcentaje de riego en área por hora.	1,6 x 5 = 8 L/H	0,133333333	T1 40%	4	0,53	L
	8/60 MIN =		T2 60%	6	0,80	L
			T3 80%	8	1,07	L
			T4 100%	10	1,33	L
			T5 120%	12	1,60	L
500 GOTEROS	1,6 x 500 = 800	13,33333333	T1 40%	4	53,33	L
	L/H 800/60 MIN =		T2 60%	6	80,00	L
			T3 80%	8	106,67	L
			T4 100%	10	133,33	L
			T5 120%	12	160	L

Autor: (Murillo, 2025)

2.10.11 Cosecha

Durante la realización del ensayo, se llevaron a cabo dos cosechas manuales a los 67 días y a los 74 días después del trasplante.

2.10.12 Peso del fruto

Se determino con una balanza, durante el tiempo de las cosechas, tomando en cuenta el peso individual de cada una de estas frutas en cada parcela experimental (Cuadro 12).

Cuadrado 12. Pesos de los frutos.

1 PARCELA					2 PARCELA					3 PARCELA				
T5	T4	T3	T2	T1	T5	T4	T3	T2	T1	T5	T4	T3	T2	T1
KG	KG	KG	KG	KG	KG	KG	KG	KG	KG	KG	KG	KG	KG	KG
2	1,58	2,49	2,19	0,55	3,07	2,38	1,86	1,02	0,68	2,2	2,01	2,47	1,74	1,38
0,58	1,04	0,9	0,36	1,13	3,96	3,48	2,31	0,92	1,58	4,53	1,36	2,67	0,66	1,58
0,9	1,7	2,08	1,63	2,04	5,1	5,66	6,72	2,26	1,81	4,08	0,92	0,47	1,36	1,81
0,9	2,49	1,81	1,36	1,58	5,59	5,88	3,62	1,49	0,9	3,71	3,4	1	0,9	1,36
2,26	2,49	2,72	1,13	1,58	3,4	6,38	3,62	0,54	0,45	2,04	3,4	1,58	1,36	2,04
3,62	2,49	1,58	1,08	1,45	5,44	3,8	2,94	1,81	0,68	2,04	2,26	2,49	1,81	0,9
2,49	1,81	2,04	0,86	1,58	4,08	3,17	2,94	1,36	0,9	2,49	1,81	2,04	2,26	0,99
2,26	2,76	1,58	0,9	0,68	7,93	4,49	3,17	0,9	0,68	3,85	2,94	0,9	1,36	0,68
2,26	1,81	1,81	0,68	0,45	2,72	2,94	2,49	1,36	0,68	1,58	1,36	1,81	0,68	0,68
2,04	1,81	2,17	0,58	0,45	2,72	2,04	2,26	0,68	0,9	1,13	2,72	1,81	0,68	0,68
1,36	1,81	0,9	0,68	1,36	2,49	2,49	2,26	1,13	0,45	1,13	2,04	1,58	0,9	0,68
2,54	1,58	0,58	0,45	0,9	2,49	2,72	0,95	0,45	0,63	0,9	1,13	1,36	1,36	0,45
1,81	1,22	0,72	0,45	1,36	2,26	2,49	2,04	0,9	0,68	1,13	1,36	1,4	1,13	0,49
1,81	0,9	0,9	1,36	1,13	2,44	1,58	2,04	0,9	0,45	2,94	1,13	1,58	0,9	0,45
0,9	1,36	0,9	0,68	1,13	1,58	0,9	1,76	1,13	0,45	2,72	2,26	1,13	0,9	0,9
1,13	0,77	1,13	0,9	0,9	1,81	4,53	1,81	0,9	0,9	2,26	2,72	0,9	0,99	0,77
0,9	0,68	0,45	0,45	0,68	4,98	3,62	1,58	0,68	0,68	1,67	0,9	1,04	1,08	0,72
0,68	0,4	2,26	2,26	0,68	1,81	1,81	1,13	0,9	0,68	1,36	1,58	0,95	1,13	0,45
0,68	1,81	0,9	0,45	1,13	1,36	2,26	1,36	1,08	0,45	0,9	1,81	1,36	1,36	0,49
0,63	1,36	1,13	1,36	0,9	0,9	2,04	1,4	0,99	0,9	0,9	1,9	1,17	1,17	0,45
1,81	1,36	1,58	0,68	0,9	1,9	1,36	1,67	0,9	0,9	1,81	1,67	1,36	1,22	0,68
1,81	1,54	1,81	0,9	0,68	1,58	1,36	1,4	0,95	0,68	1,85	1,4	1,49	1,04	0,45
1,36	1,49	2,26	0,9	0,45	1,58	0,9	1,36	1,08	0,95	1,36	1,76	1,36	1,13	0,53
1,54	1,54	1,36	0,68	0,9	1,36	0,9	1,4	1,17	0,99	1,81	1,36	1,67	1,11	0,72
1,76	1,4	0,9	0,9	0,77	2,72	1,81	1,49	1	0,72	2,22	1,13	1,74	1,31	1,36
1,9	1,31	0,9	1,13	0,9	2,26	1,81	2,04	1,17	0,86	2,08	1,54	1,76	1,4	1,45
2,04	1,54	1,36	0,99	0,86	1,81	1,36	1,42	0,99	0,63	2,1	1,36	1,66	1,45	0,68
2,44	1,45	0,9	1,04	0,72	1,9	1,63	1,36	1,04	0,58	2,4	1,85	1,79	1,42	1,04
1,63	1,36	0,99	1,17	0,77	1,36	1,54	1,76	1,22	0,68	2,8	1,81	1,77	0,97	0,9
1,54	1,32	0,9	0,77	0,72	1,81	1,67	1,45	1,4	0,86	2,09	1,95	1,6	0,89	0,92
2,57	1,22	1,1	0,72	0,81	1,44	1,63	1,55	1,45	0,81	2,07	1,94	1,6	0,9	1,04
2,17	1,36	1,14	0,86	0,72	1,42	1,85	1,67	0,99	0,72	1,96	2,01	1,56	1,17	0,77
2,81	1,46	1,23	0,89	0,63	2,13	2,04	1,78	0,89	0,58	1,93	1,78	1,68	1,35	0,72
1,95	1,5	2,01	0,85	0,63	2,76	2,31	0,98	1,13	0,79	2,02	1,86	1,13	1,16	0,83

Autor: (Murillo, 2025)

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Resultados de las características químicas y físicas del suelo

Para efectuar el trabajo se realizó una calicata en varios puntos del área plantada, los resultados se muestran a continuación.

Cuadrado 13. Características físicas del suelo.

Capa 20 cm		
Textura		
Arena	Limo	Arcilla
89	4	7
ARENOSO		

Autor: (Murillo, 2025)

3.2 Diseño del sistema de riego por goteo

Cuadrado 14. Valores mensuales del cultivo y del sector

	MIS DATOS		EVAPOTRANSPIRACIÓN	COEFICIENTE	Ev.TRANSP.
	PLUVIOMETRIA		POTENCIAL ETo mm/día	CULTIVO	CULTIVO
Anual	1335	mm/año	MIS DATOS	Valor Kc	Etc - mm/día
Enero	250	mm/mes	3,87	1,05	4,1
Febrero	330	mm/mes	3,37	1,05	3,5
Marzo	318	mm/mes	4,29	1,05	4,5
Abril	156	mm/mes	2,67	1,05	2,8
Mayo	86	mm/mes	2,90	1,05	3,0
Junio	65	mm/mes	3,07	1,05	3,2
Julio	35	mm/mes	4,77	1,05	5,0
Agosto	35	mm/mes	4,71	1,05	4,9
Septiembre	23	mm/mes	4,93	1,05	5,2
Octubre	10	mm/mes	4,94	1,05	5,2
Noviembre	5	mm/mes	5,20	1,05	5,5
Diciembre	22	mm/mes	4,97	1,05	5,2

Cuadrado 15. Consideraciones para el diseño del sistema de riego.

Características del diseño de riego		
Espacio entre planta	0.5	m
Espacio ente hilera	3	m
ETo (evapotranspiración de referencia)	5.2	mm
Coeficiente del cultivo	0.8	Kc
ET (cultivo)	5.2	mm/día
Eficiencia del sistema de riego	95	%
Lámina de agua a reponer	5.2	mm
Tiempo de riego	12	Minutos/día
Textura del suelo	Arenoso	
Cinta de riego	8	L/h

Autor: (Murillo, 2025)

En esta tabla se sintetizan los datos obtenidos de acuerdo con la metodología como: lámina de agua aplicada que es de 12 minutos diarios en el tratamiento de 120% de la lámina a aplicar, habiendo implementado una cinta de gotero de con un caudal de 8 litros por hora, la lámina a reponer es de 5.2 mm.

3.3 Selección del emisor

La cinta de goteo implementado en este sistema de riego fue:

Modelo: 8k

Tamaño de boquilla: mm

Presión max. De trabajo: 1 bar.

Diámetro de mojado: 0.5

Coeficiente de descarga: 28,8 K

Ecuación

$$q = K * h^x$$

Donde:

q= Caudal del emisor Litros/hora

K= Coeficiente de descarga

H= presión a la entrada del emisor

X= Exponente

3.4 Diseño agronómico

Cuadrado 16. Datos para el diseño agronómico.

Cultivo	Sandia (<i>Citrullus Lanatus</i>)
Área de la localidad	0.3 ha.
Usar área efectiva sombreada y/o a mojar?	No
Caudal disponible 24h al día	25 L/s
Días al mes con disponibilidad de caudal reportado	30 días
Horas al día disponibles para regar	12 horas
Localidad de referencia	Cojimíes

Autor: (Murillo, 2025)

3.5 Evapotranspiración del cultivo de referencia (ET_o.)

Este parámetro fue determinado a través del método de la cubeta evaporimétrica la cual relaciona la evaporación del agua de la cubeta y la evaporación del cultivo de referencia mediante la aplicación de la formula desglosada a continuación:

$$ET_o = K_p * E_p$$

Donde:

ET_o= Evaporación del cultivo de referencia expresada en mm por día

K_p= Coeficiente de la cubeta de la clase A

E_p= Evaporación de la cubeta expresada en mm por día

3.6 Resultado del cálculo de la evapotranspiración del cultivo de referencia

Cuadrado 17. Evaporación por el método de la cubeta.

Evaporación por el método de la cubeta			
MESES	KP	EP	Et _o (mm /día)
Enero	0,85	3,87	3,29
Febrero	0,85	3,37	2,86
Marzo	0,85	4,29	3,65
Abril	0,85	2,67	2,27
Mayo	0,85	2,90	2,47
Junio	0,85	3,07	2,61
Julio	0,85	4,77	4,06
Agosto	0,85	4,71	4,00
Septiembre	0,85	4,93	4,19
Octubre	0,85	4,94	4,20
Noviembre	0,85	5,20	4,42
Diciembre	0,85	4,97	4,22

3.7 Evapotranspiración de un cultivo determinado

$$ET(\text{CULTIVO})= ETo * KC$$

Donde:

ET(cultivo)= Evapotranspiración del cultivo o real expresada en mm

ETo= Evapotranspiración del cultivo de referencia expresada en mm por día

Kc= Coeficiente de cultivo

3.8 Resultado de la evapotranspiración de un cultivo determinado

Cuadrado 18. Resultado de la evapotranspiración de un cultivo determinado.

MESES	Et _o	Kc	Etc (mm/día)
Enero	3,29	0.8	2.63
Febrero	2,86	0.8	2.28
Marzo	3,65	0.8	2.92
Abril	2,27	0.8	1.81
Mayo	2,47	0.8	1.97
Junio	2,61	0.8	2,08
Julio	4,06	0.8	3.24
Agosto	4,00	0.8	3.2
Septiembre	4,19	0.8	3.35
Octubre	4,20	0.8	3.36
Noviembre	4,42	0.8	3.53
Diciembre	4,22	0.8	3.37

3.9 Necesidades netas de riego

$$Nn = ETc * K1 * K2 * K3$$

Donde:

Nn= Necesidades netas

ETc= Evapotranspiración del cultivo

K1= Coeficiente corrector por localización

K2= Coeficiente corrector por localización por variación climática

K3= Coeficiente corrector por advención

Cálculo de K1

$$FAS = \frac{\text{Proyección} - \text{de} - \text{copa}}{\text{Marco} - \text{de} - \text{plantación}} = \frac{3,14 * 1,20}{3 * 3}$$

$$K1 = 1,34 * FAS = 1,34 * 0,50 = 0,67$$

$$K1 = 0,1 + FAS = 0,1 * 0,50 = 0,60$$

$$K1 = FAS + 0,5 (1 - FAS) = 0,50 + 0,5 * (1 - 0,50) = 0,75$$

$$K1 = FAS = 0,15 (1 - FAS) = 0,58$$

$$K1 = \frac{0,60 + 0,67}{2}$$

$$\text{Valor } K1 = 0,64$$

$$\text{Valor } K2 = 1,2$$

$$\text{Valor } K3 = 1$$

3.10 Resultado de las necesidades netas del cultivo

Cuadrado 19. Resultado de las necesidades netas del cultivo.

Etc	K1	K2	K3	Nn
2.63	0,64	1,2	1	1,68
2.28	0,64	1,2	1	1,46
2.92	0,64	1,2	1	1,87
1.81	0,64	1,2	1	1,16
1.97	0,64	1,2	1	1,26
2,08	0,64	1,2	1	1,33
3.24	0,64	1,2	1	2,07
3.20	0,64	1,2	1	2,05
3.35	0,64	1,2	1	2,14
3.36	0,64	1,2	1	2,15
3.53	0,64	1,2	1	2,26
3.37	0,64	1,2	1	2,16

3.11 Necesidades totales de riego

El cálculo de las necesidades totales de riego se dio mediante la siguiente formula:

$$Nt = \frac{Nn}{Ea}$$

Donde:

Nt= Necesidades totales

Nn= Necesidades netas

Ea= eficiencia de aplicación

3.12 Resultado de las necesidades totales del cultivo

Cuadrado 20. Resultado de las necesidades totales del cultivo.

Meses	Nn mm	Ea.	Nt.mm.
Enero	2,63	0,85	2,24
Febrero	2,28	0,85	1,94
Marzo	2,92	0,85	2,48
Abril	1,81	0,85	1,54
Mayo	1,97	0,85	1,67
Junio	2,08	0,85	1,77
Julio	3,24	0,85	2,75
Agosto	3,20	0,85	2,72
Septiembre	3,35	0,85	2,85
Octubre	3,36	0,85	2,86
Noviembre	3,53	0,85	3,00
Diciembre	3,37	0,85	2,86

En este cuadro se observa el cálculo de las necesidades totales que es resultado de la división de las necesidades netas y la eficiencia de aplicación.

3.13 Intervalo de riego

El intervalo de riego se calcula mediante esta fórmula:

$$I = \frac{(Nn)}{Et (cultivo)}$$

Donde:

I: Intervalo de riego

Nn: Necesidades netas

Et: Evapotranspiración del cultivo de referencia

3.14 Resultado del intervalo de riego

Cuadrado 21. Resultado del intervalo de riego.

Meses	Nt mm	Etc. mm.	I Dias.
Enero	2,24	2.63	1
Febrero	1,94	2.28	1
Marzo	2,48	2.92	1
Abril	1,54	1.81	1
Mayo	1,67	1.97	1
Junio	1,77	2,08	1
Julio	2,75	3.24	1
Agosto	2,72	3.2	1
Septiembre	2,85	3.35	1
Octubre	2,86	3.36	1
Noviembre	3,00	3.53	1
Diciembre	2,86	3.37	1

3.15 Duración de riego

La duración de riego se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$t = \frac{Nt * I}{n * q}$$

Donde:

t = Tiempo de duración del riego, en horas.

Nt = Necesidad total, en litros por día.

I = Intervalo del Riego.

N = Números de emisores.

q = Caudal por cada emisor, en litros por hora.

3.16 Resultado de la duración de riego

Cuadrado 22. Resultado de la duración de riego.

Meses	Nn mm	I Dias.	Emisores/planta	Q(emisor) Litros/H.	t(Horas- riego)	t(Minutos- riego)
Enero	2,63	1	1	8	0,16	3,37
Febrero	2,28	1	1	8	0,14	2,55
Marzo	2,92	1	1	8	0,18	4,20
Abril	1,81	1	1	8	0,11	1,59
Mayo	1,97	1	1	8	0,12	1,89
Junio	2,08	1	1	8	0,13	2,16
Julio	3,24	1	1	8	0,2	5,18
Agosto	3,20	1	1	8	0,19	4,86
Septiembre	3,35	1	1	8	0,2	5,36
Octubre	3,36	1	1	8	0,2	5,38
Noviembre	3,53	1	1	8	0,21	5,93
Diciembre	3,37	1	1	8	0,21	5,66

3.17 Parámetros del diseño agronómico

Cuadrado 23. Parámetros del diseño agronómico.

HOJA TÉCNICA DISEÑO AGRONÓMICO												
Meses	Eto.mm.	Kc.	Etc.mm	A . S. K ₁ *K ₂ * K ₃	Nn. mm	Ea.	Nt. mm.	I Dias.	Emisores /planta	Q(emisor) Litros/H.	t(Horas- riego)	t(Minutos - riego)
Enero	3,29	0,8	2,63	0,77	2,63	0,85	2,24	1	1	8	0,16	2,86
Febrero	2,86	0,8	2,28	0,77	2,28	0,85	1,94	1	1	8	0,14	2,17
Marzo	3,65	0,8	2,92	0,77	2,92	0,85	2,48	1	1	8	0,18	3,57
Abril	2,27	0,8	1,81	0,77	1,81	0,85	1,54	1	1	8	0,11	1,35
Mayo	2,47	0,8	1,97	0,77	1,97	0,85	1,67	1	1	8	0,12	1,61
Junio	2,61	0,8	2,08	0,77	2,08	0,85	1,77	1	1	8	0,13	1,84
Julio	4,06	0,8	3,24	0,77	3,24	0,85	2,75	1	1	8	0,2	4,41
Agosto	4,00	0,8	3,2	0,77	3,2	0,85	2,72	1	1	8	0,19	4,13
Septiembre	4,19	0,8	3,35	0,77	3,35	0,85	2,85	1	1	8	0,2	4,56
Octubre	4,2	0,8	3,36	0,77	3,36	0,85	2,86	1	1	8	0,2	4,57
Noviembre	4,42	0,8	3,53	0,77	3,53	0,85	3,00	1	1	8	0,21	5,04
Diciembre	4,22	0,8	3,37	0,77	3,37	0,85	2,86	1	1	8	0,21	4,81

En esta tabla se muestran los resultados del diseño agronómico de o que se puede deducir que la mayor evapotranspiración del cultivo se da de julio a diciembre con valores superiores a 4, durante esos meses del año se aplicará agua aproximadamente durante 12 minutos por día.

3.18 Diseño Hidráulico

Para el cálculo del diseño hidráulico se tomaron en cuenta una serie de datos detallados a continuación.

3.19 Datos para el diseño hidráulico

Cuadrado 24. Datos para el diseño hidráulico.

Número de emisores	4 unidades
Longitud de lateral	20 m
Separación de gotero	0.5 m
Distancia del primer gotero al origen del lateral	5 m
Presión de trabajo de los micro aspersores	10.2 mca
Caudal de los emisores	8 L/h
Exponente de descarga	0.1
Longitud equivalente de conexión del gotero	0,5 m

Autor: (Murillo, 2025)

3.20 Caudal en el origen del lateral

La fórmula detallada a continuación fue aplicada para el cálculo en el origen de la lateral.

$$Q = n \times q$$

Donde:

Q= Numero de aspersores X Caudal de cada aspersor

Q= 8 X 120 Litros/Hora

Q= 960 Litros/Hora

3.21 Longitud ficticia del lateral

El cálculo del caudal en el origen del lateral se llevó a cabo mediante la siguiente fórmula:

$$L_f = l + L_e$$

Donde:

L_f = Longitud real + Longitud Equivalente (exponente de descarga x n)

L_f = 554+ (0,5*9) metros

L_f = 55 metros

3.22 Pérdida de carga

Para obtener la pérdida de carga se despejó la siguiente formula

$$h = j * F * L_f$$

Donde

h = Pérdidas de carga

j = 0,016 mca

F = Factor Christiansen F 0,42 Según la tabla 2 capitulo 9 para lo = 1, B = 1,75
y n 8

L_f = 55m

h = 0.016mca*0,428*55m

h = 0.38 mca

3.23 Pérdida de carga admisible

$$h_a = \frac{0,055}{x} H$$

h_a = Perdidas de carga admisible

x= Número de emisores

H = Presión de trabajo de los emisores

$$h_a = h_a = \frac{0,055}{0,50} 25,49$$

$$h_a = 2,80 \text{ mca}$$

La pérdida de carga es menor a la permitida. Después la tubería es legítima.

3.24 Parámetros para calcular la tercia o lateral

Cuadrado 25. Datos para el cálculo del origen de la tercia.

PARAMETROS	VALORES	UNIDADES
Número de laterales	3	Unidad
Separación de laterales	3	m
Distancia del primer lateral al origen	1	m

Autor: (Murillo, 2025)

3.25 Cálculo de la terciaria

Caudal en el origen de la terciaria

$$Q = Nl + Ql$$

$Q = \text{Número de laterales} \times \text{Caudal de cada lateral}$

$$Q = 3 \times 320 \text{ Lt/h}$$

$$Q = 960 \text{ Lt/h}$$

$$Q = 960 / 3.600 \text{ Lt/s}$$

$$Q = 0,6 \text{ Lt/s}$$

3.26 Longitud ficticia

A falta de datos la longitud ficticia es = 1,2

Longitud real es = 21

Se elige una tubería de polietileno de baja densidad y se verifica la pérdida de carga está dentro de los límites admisibles. Elegimos la tubería de 50.8 mm de diámetro exterior o dos pulgadas.

$$h = j \cdot F \cdot L_f$$

Para el cálculo de j se utiliza el anejo 5 para caudal 0.6 litros/segundo para la tubería de 50 mm (50,4) tiene una pérdida de carga de 18,56 mca/1000 m por tanto $j = 0,018 \text{ mca/m}$.

Para el cálculo mencionado se deben interpretar los datos dados en dicha tabla.

$$J = 0,018$$

$$F = 0,18$$

$$L_f = 21$$

$$h = 0,018 \text{ mca} \cdot 0,18 \cdot 21 \text{ m}$$

$$h = 0,068 \text{ mca}$$

3.27 Pérdida de carga admisible

Para calcular la pérdida de carga admisible se toma como referencia la formula dada a continuación:

$$h' = \frac{0,1}{X} H - h$$

$$h'a = \frac{0,1}{X} H - h$$

$$h' = 4,71 \text{ mca}$$

Los resultados obtenidos demuestran que la tubería elegida es válida ya que la perdida de carga es inferior a la admisible.

3.28 Presión en el origen de la terciaria

$$P'o = P_o + 0,73 \cdot h \cdot \frac{H_g}{2}$$

$$P_o = P_m + 0,73 \cdot h$$

$$25,76$$

$$29,20 \text{ mca}$$

3.29 Potencia del equipo de bombeo

Cuadrado 26. Potencia del equipo de bombeo.

INGRESO DE DATOS		valor	unidad
Q: Caudal		0,6	l/s
PÉRDIDAS DE ENERGÍA			
Presión de trabajo del emisor		1,00	bar
Altura de la porta emisor (elevador del aspersor) (m)		0,30	m.
Pérdidas por fricción en recorrido hasta el último emisor; porta laterales y laterales de riego		1,1	m.c.a.
Altura estática entre la bomba y el emisor más desfavorable (m)		0,00	m.
Pérdidas en la succión (altura succión + otras pérdidas)(m)		4,00	m.
RESULTADOS			
Altura manométrica que debe generar la bomba		5,41	m.
Potencia teórica de la bomba		1,05	HP
η . Rendimiento de la bomba (%)		70%	
P: Potencia real		1,36	HP

3.30 Hoja Técnica del diseño hidráulico

Cuadrado 27. Hoja Técnica del diseño hidráulico.

HOJA TÉCNICA DISEÑO HIDRAULICO				
	DIAMETRO TUBERIAS	PERDIDA DE CARGA	PERDIDA DE CARGA ADMISIBLE	POTENCIA DE LA BOMBA
	mm	mca	mca	Hp
TUBERIAS LATERALES	16	0,68	4,71	
TUBERIAS SECUNDARIAS	50	0,02	1,72	
TUBERIAS TERCIARIAS	50	0,02	1,72	
BOMBA				1.1

Autor: (Murillo, 2025)

En esta tabla de resumen se puede visualizar el diámetro de las tuberías idóneas para aplicar el sistema de riego según los resultados del diseño hidráulico, de acuerdo a los cálculos arrojados en este diseño la tubería a implementar en la lateral de polietileno con un diámetro de 16 mm, en cuanto a la tubería terciaria fue de 50.4 mm de diámetro, y la secundaria con un diámetro de 50.4 mm, y por último la potencia de la bomba es de 1.1 Hp con una pérdida de carga de 1,72 m. c. a. como lo arrojaron los cálculos hechos previo a su instalación.

3.31 Comprobación de hipótesis

Después de haber realizado el respectivo análisis de varianza por medio de un modelo lineal general utilizando el procedimiento Tukey y con una fiabilidad del 95% se comprueba la hipótesis donde, las láminas de riego que se determinaron en base al diseño agronómico del cultivo y teniendo en cuenta la demanda hídrica mediante el método de riego por goteo en el cultivo de sandía, favorecen un uso eficiente del agua de riego.

3.32 Modelo lineal general: Sandía Esmeraldas Peso en Kg. vs. Tratamientos; Bloque

Este modelo lineal general, analiza el peso (kg) de sandías Esmeraldas en función de los factores Tratamientos y Bloques, usando codificación ortogonal (-1, 0,+1).

3.32.1 Método

Esta codificación permite estimar efectos lineales y cuadráticos de manera eficiente en un diseño experimental, posiblemente factorial o con bloques completos al azar.

Tabla 2. Método

Codificación de factores	(-1; 0; +1)
--------------------------	-------------

Fuente . Minitab

Tabla 3. Información del factor.

Factor	Tipo	Niveles	Valores
TRATAMIENTOS	Fijo	5	Lamina de riego 100 % x 10 minutos por día; lamina de riego 120 % x 12 minutos por día; lamina de riego 40 % x 4 minutos por día; lamina de riego 60 % x 6 minutos por día; lamina de riego 80 % x 8 minutos por día
BLOQUE	Fijo	6	1; 2; 3; 4; 5; 6

Nota. Representación en Tabla 2 de los factores en estudio tratamientos (5), bloques (6).

Tabla 4. Análisis de Varianza.

	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TRATAMIENTOS	4	7,736	1,9341	12,69	0,000
BLOQUE	5	3,891	0,7782	5,11	0,004
Error	20	3,048	0,1524		
Total	29	14,675			

Nota. Comparación de las medias los grupos en estudio (tratamiento-bloques). Para determinar si existe o no diferencia significativa entre las medias de los grupos.

También se consideró una redistribución de los datos, pasando de tres bloques a seis bloques, como se muestra en los datos general del (Cuadro 12). Esta modificación no afectó los resultados de la investigación; por el contrario, permitió una mayor precisión en el análisis al reducir el margen de error y aumentar la relevancia estadística.

El valor de p (0,000) para el factor tratamiento es menor al nivel de significancia (0,05) permite rechazar la hipótesis nula, debido a que existe una evidencia marcada para poder afirmar que de las medias obtenidas al menos dos son diferentes estadísticamente.

3.33 Comparaciones para Sandía Esmeraldas Peso en Kg. Comparaciones por parejas de Tukey: Tratamientos

Tabla 5. Recoger datos mediante el método de Tukey con una confianza del 95%.

TRATAMIENTOS	N	Media	Agrupación		
LAMINA DE RIEGO 120 % X 12 MINUTOS POR DIA	6	2,18735	A		
LAMINA DE RIEGO 100 % X 10 MINUTOS POR DIA	6	1,97039	A		
LAMINA DE RIEGO 80 % X 8 MINUTOS POR DIA	6	1,65647	A	B	
LAMINA DE RIEGO 60 % X 6 MINUTOS POR DIA	6	1,07176		B	C
LAMINA DE RIEGO 40 % X 4 MINUTOS POR DIA	6	0,86706			C

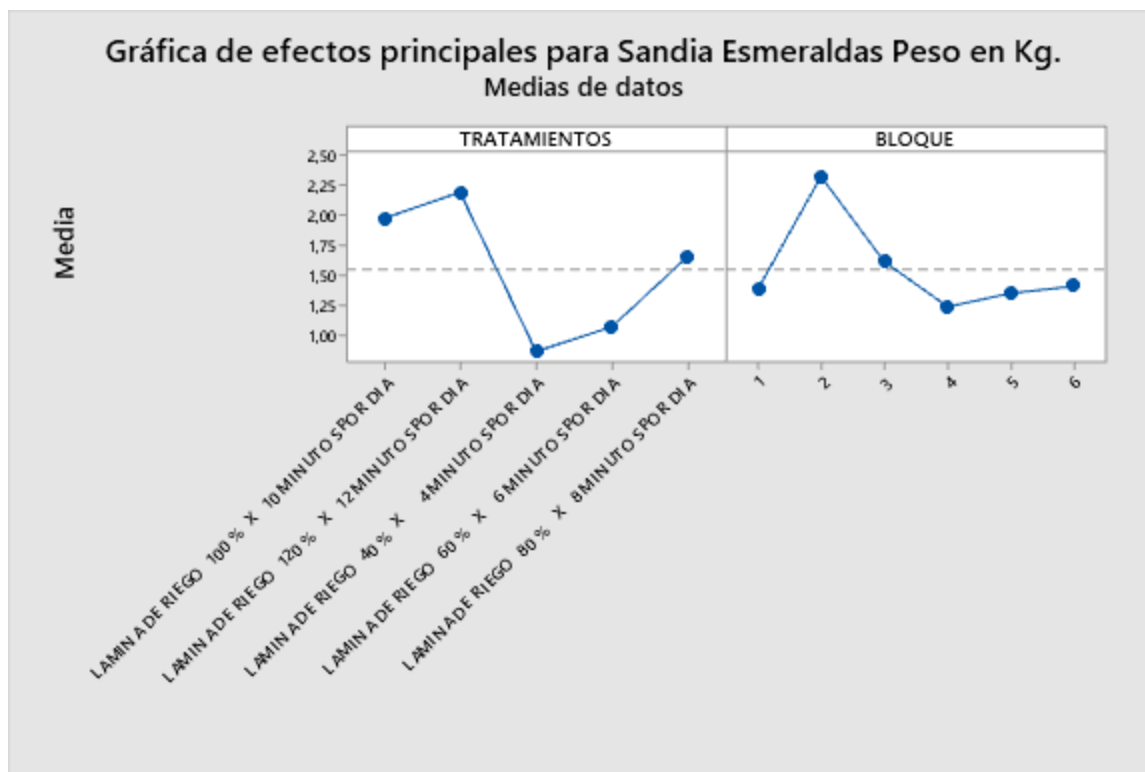
Nota. Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Tabla 6. Comparaciones por parejas de Tukey: BLOQUE.

BLOQUE	N	Media	Agrupación	
2	5	2,31659	A	
3	5	1,61153	A	B
6	5	1,40800		B
1	5	1,38024		B
5	5	1,34976		B
4	5	1,23753		B

Nota. Las medias que no tienen una letra en común son notablemente distintas.

Gráfico 1. Gráfica de efectos principales para sandía esmeraldas peso en kg.

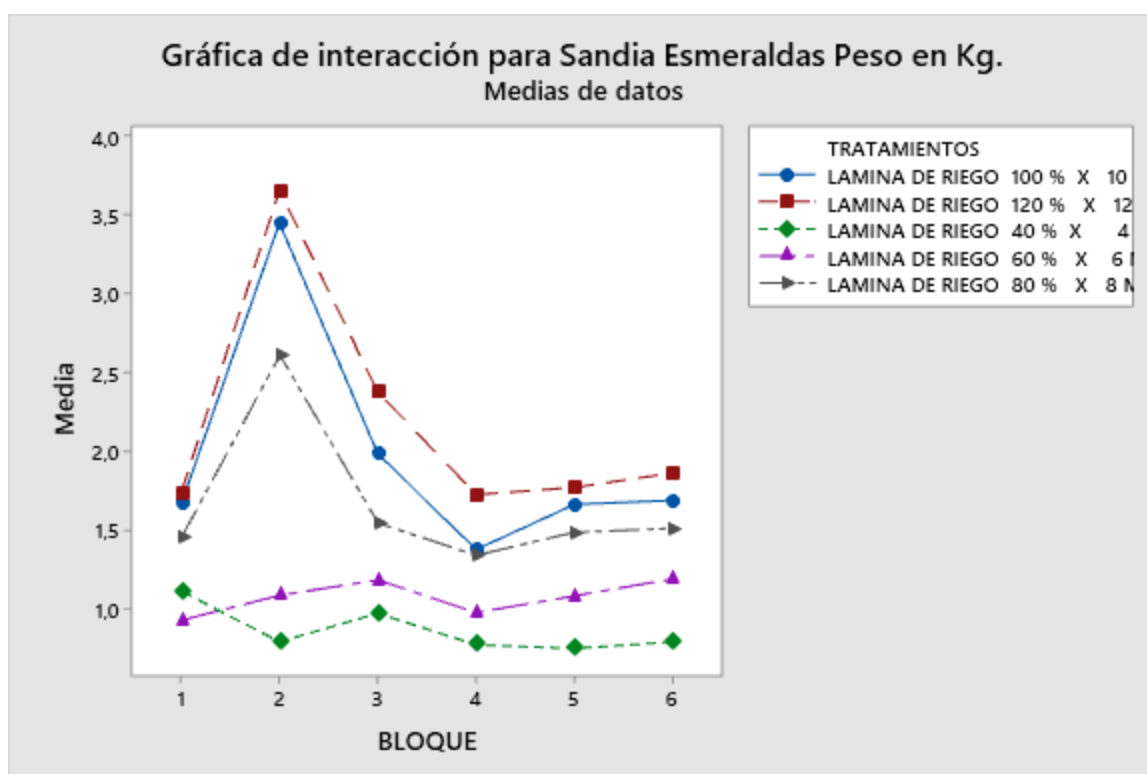


En la gráfica de efectos principales para Sandía Esmeralda de peso en Kg se muestra que los tratamientos: lámina de riego 100% x 10 minutos por día, lámina de riego 120% x 12 minutos por día y lámina de riego 80% x 8 minutos por día presentan un efecto o respuesta positiva sobre el cultivo, y su eficiencia fue mayor en los bloques 2 y 3.

Los resultados obtenidos en el presente ensayo concuerdas con los obtenidos en el 2018, en un estudio realizado en Manglaralto y Manantial de Colonche, en la región norte de la provincia de Santa Elena, con el propósito de evaluar la conducta productiva de la sandía, bajo diferentes láminas de riego. Entre los tratamientos tenían cinco láminas de riego, 40, 60, 80, 100 y 120% con un diseño

de bloques completos al azar, como resultado obtuvieron que el tratamiento de mejor desempeño es para la lámina de 120%, cual concuerda con este ensayo donde en la lámina de riego 120% x 12 minutos por día se obtiene un resultado favorable dentro de las unidades experimentales (bloque 2 y bloque 3).

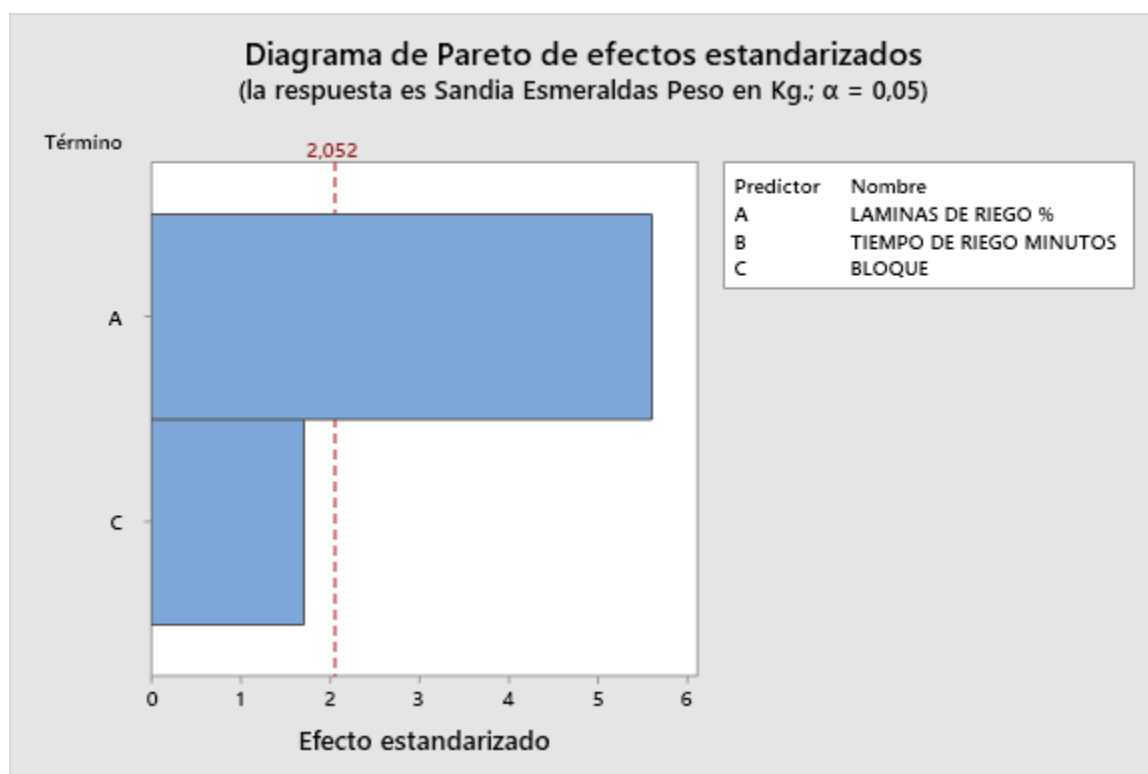
Gráfico 2. Gráfica de interacción para Sandía Esmeraldas Peso en Kg.



En la gráfica de interacción para Sandía Esmeraldas Peso en Kg, permite entender cuál es la relación entre dos factores (tratamientos - bloques) y como estos intervienen en la respuesta del ensayo, aquí se evidencia como el tratamiento de lámina de riego de 120% x 12 minutos por día presenta un efecto sobre los bloques 2 y 3 al igual que la lámina de riego de 100% x 10 minutos por día y la lámina de riego de 80% x 8 minutos x día.

Menciona León et al. (2018) que el peso del fruto muestra un comportamiento ascendente según las láminas de riego, evidenciando una diferencia estadística significativa al 5% de probabilidad, en el tratamiento del 120% donde se observó un ligero aumento. Esto posiblemente se debe a que el agua representa entre el 80 a 95 % de la masa de los tejidos en crecimiento, donde cumple funciones fundamentales, bajo condiciones normales de temperatura.

Gráfico 3. Diagrama de Pareto de efectos estandarizados.



El diagrama de Pareto de efectos estandarizados muestra que las láminas de riego en % presentan un efecto positivo o una respuesta favorable sobre el cultivo de Sandía Esmeralda y su peso en Kg.

Tabla 7. Resumen del modelo.

S	R-cuad.	R-cuad.(ajustado)	R-cuad.(pred)
0,390376	79,23%	69,88%	53,27%

Tabla 8. Coeficientes.

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	1,5506	0,0713	21,76	0,000	
Tratamientos					
Lamina de riego 100 % x 10 minutos por día	0,420	0,143	2,94	0,008	1,60
Lamina de riego 120 % x 12 minutos por día	0,637	0,143	4,47	0,000	1,60
Lamina de riego 40 % x 4 minutos por día	-0,684	0,143	-4,80	0,000	1,60
Lamina de riego 60 % x 6 minutos por día	-0,479	0,143	-3,36	0,003	1,60
Bloque					
1	-0,170	0,159	-1,07	0,298	1,67
2	0,766	0,159	4,81	0,000	1,67
3	0,061	0,159	0,38	0,706	1,67
4	-0,313	0,159	-1,96	0,064	1,67
5	-0,201	0,159	-1,26	0,222	1,67

Tabla 9. Ecuación de regresión.

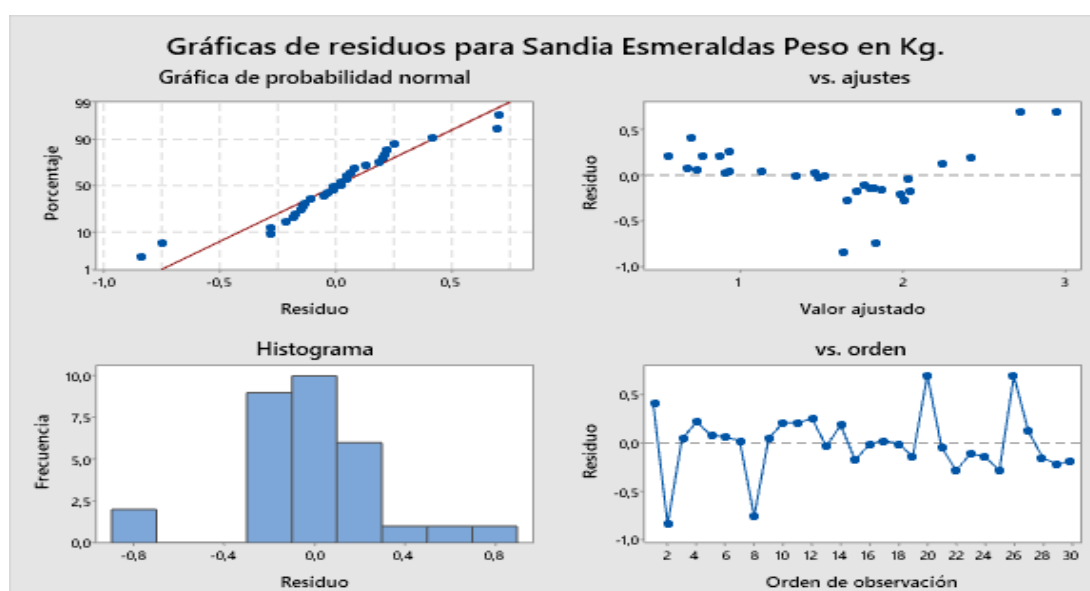
Sandía esmeraldas peso en kg.	=	1,5506 + 0,420 tratamientos lámina de riego 100 % x 10 minutos por día + 0,637 tratamientos lámina de riego 120 % x 12 minutos por día - 0,684 tratamientos lámina de riego 40 % x 4 minutos por día - 0,479 tratamientos lámina de riego 60 % x 6 minutos por día + 0,106 tratamientos lámina de riego 80 % x 8 minutos por día - 0,170 bloque_1 + 0,766 bloque_2 + 0,061 bloque_3 - 0,313 bloque_4 - 0,201 bloque_5 - 0,143 bloque_6
-------------------------------	---	--

Tabla 10. Ajustes y diagnósticos para observaciones poco comunes.

Obs	Sandia Esmeraldas Peso en Kg.	Ajuste	Resid	Resid est.	
2	0,794	1,633	-0,839	-2,63	R
8	1,084	1,838	-0,754	-2,36	R
20	3,444	2,736	0,708	2,22	R
26	3,651	2,953	0,697	2,19	R

Nota. Residuo grande R

Gráfico 4. Gráfica de residuos para sandia Esmeralda peso en Kg.



Después del análisis de datos para sandía Esmeralda variable peso en kg, se obtiene la gráfica de residuos donde se observa normalidad en los datos debido a que el tratamiento 100% x 10 min/día presentó un aumento en 0.42 kg por lo que es significativo, el tratamiento 120% x 12 min/día presento un aumento de 0.64 kg lo cual es altamente significativo, el tratamiento 40% x 4 min/día disminuye el peso en kg de la sandía Esmeralda en 0.68 kg y el tratamiento 60% x min/día disminuye el peso en 0.48 kg. Concluyendo que los valores se ajustan y por ende el mejor tratamiento es 120% x 12 min/día produciendo un mayor incremento del peso en kg del cultivo de Sandía

3.34 Gastos de tesis

Tabla 11. Gastos de Materiales.

GASTOS DE MATERIALES			
DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR	FECHA
SEMILLA DE SANDIA ESMERALDA	1	\$ 59,75	3/10/2024
CAUCHO BANARIEGO	35	\$ 5,07	9/10/2024
FILTRO BANARIEGO	1	\$ 24,34	9/10/2024
VALVULA BANARIEGO	35	\$ 18,59	9/10/2024
APORTE AL SEÑOR JOSE CHEME	N/G	\$ 88,31	12/10/2024
MANGUERA 2 PULGADAS (100MTS)	1	\$ 111,69	14/10/2024
PLASTICO TRANSPARENTE (MTS)	10	\$ 28,00	10/10/2024
CLAVO 2 PULGADAS (LB)	1	\$ 1,25	10/10/2024
PLASTICO NEGRO (MTS)	5	\$ 5,00	15/10/2024
KRISTALON INICIAL	1	\$ 5,95	15/10/2024
NUTRINEX INICIAL	1	\$ 6,04	15/10/2024
TURBA COLE 300 LT	1	\$ 55,10	15/10/2024
UNION BANARIEGO (16MM)	7	\$ 1,50	16/10/2024
GASOLINA	25	\$ 25,00	17/10/2024
ABRAZADERA BANARIEGO	1	\$ 2,39	17/10/2024
BUSHING BANARIEGO	1	\$ 0,30	17/10/2024
BUSHING TEFEN	1	\$ 1,33	17/10/2024
CODO BANARIEGO 50X45°	2	\$ 1,81	17/10/2024
COLLARIN BANARIEGO 32X1	1	\$ 1,51	17/10/2024
COLLARIN BANARIEGO 32X 3/4	1	\$ 1,45	17/10/2024
LLAVE BANARIEGO 50 PLOMA	3	\$ 14,00	17/10/2024
MANGUERA SUCCION VERDE (MTS)	4	\$ 19,91	17/10/2024
MANOMETRO AUTOMATICO DE GLICERINA	1	\$ 14,31	17/10/2024
TEE BANARIEGO 50	1	\$ 2,31	17/10/2024
UNION BANARIEGO (16MM)	3	\$ 0,63	17/10/2024
TROMPA CUCHUCHO TERMOFORMADA	1	\$ 11,55	17/10/2024
TEFLON BANARIEGO INDUSTRIAL	1	\$ 1,01	17/10/2024
ACOPLE	1	\$ 5,00	18/10/2024
ACOPLE	1	\$ 5,00	18/10/2024
ABRAZADERA BANARIEGO	1	\$ 2,40	18/10/2024
ADAP BARARIEGO 63X2H	1	\$ 2,87	18/10/2024
ADAP FLEX 2M	1	\$ 0,70	18/10/2024
ADAP BARARIEGO 50X2RM	2	\$ 6,82	18/10/2024
CHEQUE BANARIEGO RECTO	1	\$ 12,41	18/10/2024
WELD ON 705- 1/8	1	\$ 3,94	18/10/2024
REDUCTOR BANARIEGO BUJE 63X50	1	\$ 1,41	18/10/2024

3.34.1 Continuidad de Gastos de Materiales

GASTOS DE MATERIALES			
DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR	FECHA
TUBO BANARIEGO	1	\$ 9,50	18/10/2024
COLLARIN BANARIEGO 50X1	2	\$ 3,25	22/10/2024
VALVULA DE AIRE DOBLE ACCION AUTOMATICA	1	\$ 7,71	22/10/2024
ADAPTADOR HEMBRA	1	\$ 6,00	22/10/2024
UNION BANARIEGO (16MM)	10	\$ 2,20	28/10/2024
FINAN 250 ML	1	\$ 7,90	29/10/2024
YARAMILA COMPLE (LB)	11	\$ 7,15	29/10/2024
BRIO RAIZ MEGA	2	\$ 13,80	31/10/2024
YARAMILA COMPLE (LB)	20	\$ 13,00	31/10/2024
NAKAR 500CC	1	\$ 16,90	7/11/2024
UNION BANARIEGO (16MM)	6	\$ 1,32	15/11/2024
GASOLINA (L)	20	\$ 20,00	17/11/2014
ENGEO 100CC	1	\$ 9,50	17/11/2014
JERINGA 20ML	1	\$ 0,50	17/11/2014
MENOREL SUPER 24	1	\$ 5,00	23/11/2024
CITOKELP 250ML	1	\$ 8,90	23/11/2024
RAIZ FARE 100ML	1	\$ 1,85	25/11/2024
UREA PRILLED	15	\$ 6,00	25/11/2024
ENGEO 100CC	1	\$ 9,50	5/12/2024
GASOLINA (L)	10	\$ 10,00	15/12/2024
JISAMAR 250ML	1	\$ 6,50	20/12/2024
ESBOW 100ML	1	\$ 10,90	20/12/2024
JISAMAR 250ML	1	\$ 6,50	23/12/2024
ESBOW 100ML	1	\$ 10,90	23/12/2024
EMPLASTICADO	5	\$ 5,00	5/1/2025
IMPRESIONES	5	\$ 1,25	5/1/2025
TACHUELA	1	\$ 0,75	5/1/2025
TOTAL		\$ 750.43	

Autor: (Murillo, 2025)

3.35 Gasto en análisis

Tabla 12. Gastos en Análisis.

GASTOS DE ANÁLISIS			
DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR	FECHA
ANÁLISIS AGUA	1	\$ 18,49	14/5/2025
ANÁLISIS SUELO	1	\$ 33,69	14/5/2025
TOTAL		\$ 52,18	

Autor: (Murillo, 2025)

3.36 Gastos varios

Tabla 13. Gastos varios.

GASTOS VARIOS	
DESCRIPCION	VALOR
GASTOS VARIOS (PASAJE/RECARGAS MÓVILES/OTROS)	\$ 257,2
TOTAL	\$ 257,2

Autor: (Murillo, 2025)

3.37 Gasto general

Tabla 14. Gasto general.

GASTO TOTAL	
DESCRIPCION	VALOR
GASTO VARIOS	\$ 257,2
MATERIALES	\$ 750,43
ANÁLISIS	\$ 52,18
TOTAL	\$ 1059,81

Autor: (Murillo, 2025)

3.38 Actividad en campo

Tabla 15. Actividades en campo.

ACTIVIDADES	
Siembra y cubrimiento de plástico por 3 días	17/10/2024
Limpieza del terreno y liberación del plástico en el cultivo	20/10/2024
Implementación del sistema de riego por goteo, y riego al cultivo	21/10/2024
Riego al cultivo	22/10/2024
Riego al cultivo y al sistema por goteo	23/10/2024
Trasplante/limpieza/riego	24/10/2024
Trasplante y riego	25/10/2024
Trasplante y riego	26/10/2024
Riego	27/10/2024
Riego y supervisión	28/10/2024
Riego	29/10/2024
Riego y supervisión	30/10/2024
Fumigación de enraizador	31/10/2024
Riego	1/11/2024
Riego y supervisión	2/11/2024
Riego	3/11/2024
Riego y supervisión	4/11/2024
Riego	5/11/2024
Riego y supervisión	6/11/2024
Fumigación de insecticida (Nakar 500ml-Finan 250 ml)	7/11/2024
Riego	8/11/2024
Riego y supervisión	9/11/2024
Riego y limpieza de maleza	10/11/2024
Riego y fertilización de (Yaramila)	11/11/2024
Riego y supervisión	12/11/2024
Riego y observación de primeros brotes de sandia y flores	13/11/2024
Riego y guías al cultivo	14/11/2024
Riego y fertilización (Yaramila y Urea)	15/11/2024
Riego y continuidad de guías al cultivo de sandia	16/11/2024
Riego y supervisión	17/11/2024
Riego y fumigación de insecticida (Engeo 100cc)	18/11/2024
Riego y fumigación de insecticida (Engeo 100cc)	19/11/2024
Riego y fumigación de insecticida (Engeo 100cc)	20/11/2024
Riego y supervisión	21/11/2024
Riego y supervisión	22/11/2024
Riego y fertilización (Yaramila)	23/11/2024
Riego/fumigación foliar (Menorel-Citokelp 250 ml)/limpieza de maleza y guías	24/11/2024
Riego y guías al cultivo	25/11/2024
Riego y guías al cultivo	26/11/2024

3.38.1 Continuidad de actividades en campo

Riego y fumigación de insecticida (Mosca blanca, Moho gris y gusano C.)	27/11/2024
Riego y fumigación de insecticida (Mosca blanca, Moho gris y gusano C.)	28/11/2024
Riego y supervisión	29/11/2024
Riego y limpieza de maleza agresiva	30/11/2024
Riego y limpieza de maleza agresiva	1/12/2024
Riego y limpieza de maleza agresiva	2/12/2024
Riego y supervisión	3/12/2024
Riego y supervisión	4/12/2024
Riego/fertilización/fumigación de insecticida (Mosca blanca)	5/12/2024
Riego y supervisión	6/12/2024
Riego y supervisión	7/12/2024
Riego/fertilización/castración	8/12/2024
Riego/fertilización/fumigación de insecticida (Mosca blanca)	9/12/2024
Riego y supervisión	10/12/2024
Riego y castración	11/12/2024
Riego y supervisión	12/12/2024
Riego y castración	13/12/2024
Riego y castración	14/12/2024
Riego/fumigación foliar (Fuerte verde y Citokelp 250 ml)/fertilización	15/12/2024
Riego y supervisión	16/12/2024
Riego y supervisión	17/12/2024
Riego y supervisión	18/12/2024
Riego y supervisión	19/12/2024
Riego y supervisión	20/12/2024
Riego y supervisión	21/12/2024
Riego y fumigación foliar (Jisamar 250 ml y Esbow 100 ml)	22/12/2024
Riego y supervisión	23/12/2024
Riego y fumigación foliar (Jisamar 250 ml y Esbow 100 ml)	24/12/2024
Riego y supervisión	25/12/2024
Riego y supervisión	26/12/2024
Riego y supervisión	27/12/2024
Riego y supervisión	28/12/2024
Riego y primer corte	29/12/2024
Riego y supervisión	30/12/2024
Riego y supervisión	31/12/2024
Riego y supervisión	1/1/2025
Riego y supervisión	2/1/2025
Riego y supervisión	3/1/2025
Riego y supervisión	4/1/2025
Riego y segundo corte	5/1/2025
Continuidad del segundo corte	6/1/2025

Autor: (Murillo, 2025)

3.39 Discusión

El presente estudio evaluó el efecto de distintas láminas de riego aplicadas mediante un sistema de goteo en el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*) bajo condiciones de campo, con el objetivo de concluir que tratamiento es de mayor eficiencia en términos de rendimiento y uso hídrico de la planta. La discusión de los resultados se centra en el análisis del rendimiento obtenido, la eficiencia en el agua y las diferentes estadísticas entre tratamientos.

Los datos muestran que la lámina de riego del T5 al 120%, obtuvo el mayor rendimiento promedio de peso, siendo este de 2,19 kg, superando significativamente los demás tratamientos. Estos hallazgos coinciden con investigaciones validadas, como las de Pincay (2015), que reportan un rendimiento óptimo en escenarios de riego completo, donde el contenido de humedad del suelo se mantiene cercano a la capacidad de campo, favoreciendo la absorción de nutrientes y la expansión celular en los frutos. Sin embargo, la comparación con los tratamientos T1 (40%), T2 (60%) y T3 (80%) pone de manifiesto que la deficiencia hídrica puede tener efectos contraproducentes.

También hay que destacar que se redistribuyeron los datos, cambiando la estructura inicial de tres bloques a seis bloques sin afectar el (Cuadro 12), esta modificación no produjo cambios en los resultados obtenidos. Sin embargo, esta favoreció una mejor precisión en el análisis, ya que disminuyó el margen de error y reforzó la importancia estadística de los resultados.

Además, teniendo en cuenta la calidad del agua, siendo esta de un pH 7,30 el cual representa una normalidad en su uso (sin restricciones), lo cual indica que es apta para el riego agrícola.

Por último, al comprobar estos resultados con estudios desarrollados en zonas de climas semiáridos, se observa una tendencia similar en cuanto a la eficiencia del riego al 100% de la ETo, lo cual respalda su efectividad en la maximización del rendimiento agrícola. Otro investigador como López (2020), “demuestra que en cultivos de cucurbitáceas existen consenso en que disminuciones inferiores de riego al 75% de la ETo generan deficiencias importantes en la producción y calidad del fruto”. En este contexto, los resultados obtenidos en esta investigación respaldan la implementación de riego por goteo al 100% como una técnica agronómica efectiva y práctica en relación con la producción y el uso consciente del agua.

4. CONCLUSIONES

- Las variables de rendimiento presentaron una diferencia significativa al 5% de probabilidad en relación con las cantidades de agua aplicadas al 40%, 60%, 80%, 100% y 120% de ETc.
- El tratamiento T5 al 120% ETc obtuvo el mejor desempeño, pues se evidencio en el peso del fruto y número de frutos.
- Aunque el tratamiento T5 al 120% de ETc implica una mayor aplicación de agua, su alta eficiencia en la conversión de recurso hídrico en producción agrícola lo posicionan como la mejor alternativa desde el punto de vista técnico y económico.
- El cultivo obtuvo el menor rendimiento con el tratamiento T1 al 40% evapotranspiración, lo que se reflejó en el peso y en la cantidad de frutos.
- El rendimiento deficiente observado en el tratamiento T1 al 40% evapotranspiración del cultivo muestra que altos niveles de limitación hídrica impactan de manera adversa en la formación y crecimiento de los frutos, poniendo en riesgo la rentabilidad del cultivo.
- Los hallazgos indican que en circunstancias agroclimáticas parecidas a las del experimento, la gestión del riego debe dirigirse a cubrir e incluso exceder ligeramente las necesidades de agua del cultivo para alcanzar una producción optima y lucrativa.
- La relación directa entre el incremento del porcentaje de ETc y el rendimiento del cultivo indica que el manejo hídrico adecuado es un factor determinante para maximizar la productividad.

- La rentabilidad del cultivo no depende solo del agua, sino también de distintos factores como la época de siembra, el método de aplicación, la fertilización, el control fitosanitario, control de plagas y enfermedades, el uso de instrumentos y entre otros factores determinantes que ayudan a mejorar la rentabilidad, por lo que la adopción de tecnologías en el riego y métodos del manejo en el cultivo, deben ir acompañada de capacitaciones técnicas y seguimiento continuo del sistema.
- La clase textural fue Arenosa, lo que influyó positivamente en la dinámica del agua en el perfil del suelo, mejorando la infiltración y disponibilidad hídrica para las raíces, lo cual sugiere que este tipo de suelo es perfecto para implementar un riego localizado con sus tecnologías ideales.
- El uso del software estadístico Minitab permitió validar con exactitud la hipótesis planteada, asegurando las diferencias estadísticas significativas entre tratamientos y determinando el riego adecuado para el cultivo de sandía en las condiciones locales del lugar.

5. RECOMENDACIONES

- Incorporar sensores de humedad del suelo como herramienta de monitoreo para complementar la programación de riego, lo cual facilitaría la toma de decisiones más precisas en función de las condiciones reales del suelo y evitaría riegos innecesarios.
- Fomentar la capacitación de los agricultores en el manejo eficiente del agua de riego, adoptando nuevas tecnologías y prácticas, y más cuando va acompañada de formación técnica adaptada al contexto local.
- Es necesario tomar en cuenta factores climáticos locales para adaptar la planificación del riego a las condiciones particulares de la región, tales como la evapotranspiración real, la temperatura y la humedad relativa, en modelos de prevención más dinámicos.
- Evaluar la repuesta de cultivos en situaciones de escasez de agua, podría ser ventajoso en zonas con escasez hídrica, donde se necesita sostener una producción adecuada con menor disponibilidad de agua.
- Establecer para zonas arenosas el tratamiento 120% de ET_c, utilizando sistema de riego localizado.
- Realizar investigaciones de cultivos de ciclo corto, utilizando porcentajes e intervalos de tiempo similares a este estudio.
- Evaluar la eficiencia del uso del agua bajo porcentajes de ET_c y tipos de sistemas de riego, permitirá identificar el porcentaje óptimo de reposición de agua que maximice el rendimiento del cultivo y minimice el uso del recurso hídrico.

- Realizar análisis económico del uso de diferentes láminas de riego y tecnología empleadas para determinar la viabilidad económica de las recomendaciones técnicas para los productores locales.
- Finalmente, es fundamental tener en cuenta que elementos como la textura del suelo, la ubicación de los emisores y las condiciones climáticas particulares del área de investigación pueden afectar la reacción del cultivo. Por lo tanto, se sugiere respaldar estos hallazgos con estudios económicos y pruebas a lo largo de varios años para confirmar su consistencia.

6. BIBLIOGRAFÍA

Allen, R., Pereira, L., & Raes, D. (1998). *Riego y Drenaje*. Obtenido de ResearchGate:

https://www.researchgate.net/publication/235704197_Crop_evapotranspiration-Guidelines_for_computing_crop_water_requirements-FAO_Irrigation_and_drainage_paper_56

Ámbar, A. (2023). *Introducción a la ciencia del suelo*. Obtenido de Iowa State University:

<https://iastate.pressbooks.pub/introsoilscience/chapter/soilstructure/>

Avila, D., Rodríguez, F., Riverón, Z., & Bassas, N. (2022). Evaluación preliminar de la calidad de las aguas del río Yamanigüey para el riego agrícola. En *Minería y Geología* (págs. 38 (1), 83-98).

Bartolome, J., & Vega, I. (28 de marzo de 2005). *Curso de riego para agricultores*. Obtenido de Scribd: <https://es.scribd.com/document/631533242/Curso-de-riego-para-agricultores>

Berlijn, J. (2014). *Manual para la educación agropecuaria*. México: Trillas S.A.

Blasco y de la Rubia. (1973). *Normas de Riverside para evaluar la calidad de las aguas de riego*. Obtenido de U.S. Soil Salinity Laboratory: <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/156/5/03%20REC%2068%20Anexo%206%20Normas%20Riverside.pdf>

Cadahía, C. (2005). *Fertirrigación*. Madrid: Mundi Prensa.

- Cañámero, M., & Vasquez, I. (2017). Necesidades de agua de los cultivos. En *Fundamentos de la ingeniería de riego* (pág. 225). Lima.
- Cenicaña. (2010). *Manejo de aguas de riego y láminas de agua*. Obtenido de Cenicana.org:
www.cenicana.org/MRT/manejo.../calculo_lamina_agua_aplicada.pdf
- Cenicaña. (17 de marzo de 2015). *Evapotranspiración del cultivo*. Obtenido de Cenicaña: <https://www.cenicana.org/evapotranspiracion-del-cultivo-etc/>
- Certis Belchim. (26 de febrero de 2024). *Control de Plagas y Enfermedades en el Cultivo de Melón y Sandía en Invernadero*. Obtenido de Certis Belchim: <https://certisbelchim.es/control-de-plagas-y-enfermedades-en-el-cultivo-de-melon-y-sandia-en-invernadero/>
- Clima y Tiempo. (2025). *Elclimaytiempo.com*. Obtenido de El clima en Cojimíes: https://elclimaytiempo.com/ecuador/cojimies-1184317/diciembre/?utm_source=chatgpt.com#meses
- Cordón, G. J. (2018). *Evaluación de láminas de riego y dosis de hidrogel sobre el rendimiento de sandía; la fragua, zacapatepec, tesis de grado*. ZACAPA: CAMPUS "SAN LUIS GONZAGA" .
- Crawford, H. (2017). *Manual de manejo agronómico para cultivo de sandía*. Obtenido de biblioteca.inia.cl: <https://biblioteca.inia.cl/items/1410277d-0cea-4087-9066-01fe1223b44a>

Data Analytics. (05 de marzo de 2025). *Cultivo De Sandía: Consejos Para Un Mayor Rendimiento*. Obtenido de Data Analytics:
<https://eos.com/es/blog/cultivo-de-sandia/>

Dorronsoro. (2012). *Triángulo de texturas de suelos*. Obtenido de ResearchGate:
https://www.researchgate.net/figure/Figura-132-Triangulo-de-texturas-de-suelos-Fuente-Dorronsoro-2012_fig7_276089469

FAO. (2025). *Propiedades Físicas del Suelo*. Obtenido de Fao.org:
<https://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/propiedades-del-suelo/propiedades-fisicas/es/>

Fervalle. (2025). *Cultivo de Sandía*. Obtenido de Fervalle:
https://www.fervalle.com/sandias/?srsltid=AfmBOooANGPucjJHol5_FVzhwBLPJ3CnSBADGGFwDLyLP_xATmNpzpEN

Fuentes, Y. (1999). Curso de riego. Madrid: Mundi Prensa.

García, C. J. (2025). *Coeficiente de uniformidad de distribución*. Obtenido de Scribd: <https://es.scribd.com/document/541127209/COEF-UNIFORMIDAD-DE-CHRISTIANSEN>

Google Earth. (04 de julio de 2025). Obtenido de Google Earth:
https://earth.google.com/web/search/ecuador/@0.33357234,-80.03650025,4.66766583a,362.24956096d,35y,279.25857723h,0t,0r/data=CiwiJgokCaCMFMWKVzNAESY7wAob-DPAGeFiZem3s0IAIQsdSjVL3EjAQgIIAUICCBKDJ_____8BEAA

- Guerrero, G. (2018). *“Efecto de la aplicación de tres dosis de calcio en rendimiento y calidad de dos variedades de sandía (Citrullus lanatus), en el en el sector de Yachay, provincia de Imbabura”*. El Ángel - Carchi.
- INIAP Pichilingue. (2025). *Reporte de análisis de suelo y agua*. Quevedo- Ecuador.
- Kaurichev. (25 de septiembre de 2014). *Edafología*. Obtenido de Kaurichev: www.bdigital.unal.edu.co/2242/1/70060838.2002.pdf
- López, J. M. (2020). *Respuesta productiva de un cultivo de sandía en invernadero con uso de agua desalada frente al agua de pozo*. Almería-España: Asociación Española de Riegos y Drenajes (AERYD).
- Manual Agropecuario. (2002). Biblioteca del campo. Bogotá: Quebecor World.
- Manual Agropecuario. (2014). Riego y Drenaje. México: Mundi Prensa S.A.
- Maroto, B. (2002). Horticultura herbácea especial. Madrid: MundiPrensa.
- Mendoza, A., & Rugama, M. (2012). *Evaluación de tres cultivares de sandía (Citrullus lanatus) taiwanesa en ambiente protegido, en el Centro Nacional de Referencia en Agroplasticultura, Campus Agropecuario*. LEÓN - NICARAGUA.
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (1999). En *Manual práctico sobre la utilización del suelo y fertilizantes* (págs. 18- 19, 30-31). Madrid: Mundi Prensa S.A.

Monterroso, I. A., & Gómez, D. J. (2021). Impacto del cambio climático en la evapotranspiración potencial y periodo de crecimiento en México. México: Terra Latinoamericana.

Mundo Agricultura. (2024). *Cultivo de Sandía aprende todo desde la Siembra hasta la Cosecha*. Obtenido de MundoAgricultura.com: <https://mundoagricultura.com/cultivos/cultivo-de-sandia/>

Palomino, V. K. (2012). Riego por bombeo y drenaje. Lima - Perú: Macro S.A.

Penn State Extension. (06 de enero de 2023). *Introducción a los Suelos: La Calidad de los Suelos*. Obtenido de Penn State Extension: <https://extension.psu.edu/introduccion-a-los-suelos-la-calidad-de-los-suelos>

Pincay, G. E. (2015). *Evaluación de láminas de riego en el rendimiento del cultivo de sandía (citrullus lanatus t.) híbrido royal charleston en la parroquia manglaralto, provincia de Santa Elena*. LA LIBERTAD - ECUADOR: UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA.

Proain. (3 de septiembre de 2020). *Frecuencia y tiempos de riego para los cultivos agrícolas*. Obtenido de Proain: https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/frecuencia-y-tiempos-de-riego-para-los-cultivos-agricolas?srsItd=AfmBOoqgoljG3DAt2Fp_jP9M9-PbNIJ5fsrEbzuJ2-RJFu2TfvYzq7rE

Sabspa. (19 de junio de 2020). *La calidad del agua para riego*. Obtenido de Sabspa: <https://www.sabspa.com/es/la-calidad-del-agua-para-riego/>

- Santiago Rafael, M. Y. (2002). *Efecto del color del acolchado y nivel de agua aplicado sobre rendimiento y absorción de macronutrientes en sandía (citrullus lanatus) bajo riego por goteo–cinta*. México: Revista Chapingo Serie Zonas Aridas.
- Scott, T. (7 de octubre de 2021). *La transpiración en las plantas: su importancia y aplicaciones*. Obtenido de CID Bio-Science: <https://cid-inc.com/blog/transpiration-in-plants-its-importance-and-applications/>
- Talens, M. (2002). Riego localizado y fertirrigación. Madrid: Mundi Prensa S.A.
- Terra Semillas. (2025). *Sandía híbrida Esmeralda*. Obtenido de Terra Semillas: <https://terrasemillas.com.ec/semillas>
- Torre, I. (2001). *Manual del uso y manejo del agua de riego*. Barcelona - España.
- Úbeda, J., & Delgado, Y. (02 de julio de 2018). *La infiltración del agua en los suelos y componentes artificiales y materia orgánica que se utilizan en ellos para la agricultura*. Obtenido de Portal.amelica.org: <https://portal.amelica.org/ameli/journal/394/3941754001/html/index.html>
- Valdez Morante, N. A. (2022). *Principales enfermedades que se presentan en el cultivo de sandía (Citrullus lunatus) en el Ecuador*. Obtenido de Universidad Técnica de Babahoyo: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/11303>
- Vásquez Chávez, M. R. (2018). *Análisis económico del cultivo de sandía (Citrullus lanatus) bajo el sistema de riego por goteo y un sistema tradicional, en el recinto camarones del Cantón Valencia*. Quevedo-UTEQ: Zambrano Madranda, Luis Amable.

Vegetables México. (7 de febrero de 2017). *Técnicas y recomendaciones para la siembra de sandía*. Obtenido de Vegetables México:
<https://www.vegetables.bayer.com/mx/es-mx/recursos/noticias/blog-tecnicas-y-recomendaciones-para-la-siembra-de-sandia.html>

Velásquez, K. P. (2009). Riego por goteo. Lima-Perú: Starbook.

Yague, F. (1998). Curso de riego. Madrid: Mundi Prensa.

7. ANEXOS

	ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE" LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24 Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.cetp@iniap.gob.ec
---	---

REPORTE DE ANALISIS DE AGUAS

DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : MURILLO CHEME FABIAN STIVEN Dirección : MANABÍ / PEDERNALES Ciudad : PEDERNALES Teléfono : 0979803568 Fax :	DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : S/N Provincia : Manabí Cantón : Pedernales Parroquia : Cojimies Ubicación :
DATOS DEL LOTE Superficie : Identificación : MI Murillo Cheme	PARA USO DEL LABORATORIO N° Reporte : 13168 N° Muestra Lab. : 1833 Fecha de Muestreo : 14/5/2025 Fecha de Ingreso : 15/5/2025 Fecha de Reporte : 22/5/2025

Parámetro	Unidad	Contenido	Interpretación
CE	dS/m	0,37	Normal(Sin Restricciones en el uso)
TSD	mg/l	183,00	Normal(Sin Restricciones en el uso)
Ca	mg/l	35,52	Normal(Sin Restricciones en el uso)
Mg	mg/l	8,55	Normal(Sin Restricciones en el uso)
Na	mg/l	25,51	Normal(Sin Restricciones en el uso)
K	mg/l	4,66	Puede Causar Restricción en el uso
CO ₃	mg/l	0,00	Normal(Sin Restricciones en el uso)
HCO ₃	mg/l	136,64	Normal(Sin Restricciones en el uso)
Cl	mg/l	49,00	Normal(Sin Restricciones en el uso)
SO ₄	mg/l	1,97	Normal(Sin Restricciones en el uso)
NO ₃	mg/l	0,00	Normal(Sin Restricciones en el uso)
Fe	mg/l	0,03	Normal(Sin Restricciones en el uso)
B	mg/l	0,06	Normal(Sin Restricciones en el uso)
pH		7,30	Normal (Sin Restricciones)
RAS	(meq/l)½	0,99	Normal(Sin Restricciones en el uso)
Dureza	mg/l	124	Moderadamente Dura

Interpretación de pH
 pH < 4.5 ó pH > 8 (Severa restricción en el uso)

Unidades:
 dS/m = deciSiemens/metro
 mg/l = miligramos/litro = ppm
 meq/l = miliequivalentes/litro
 (meq/l)½ = raíz cuadrada de meq/l
 ppm = partes por millón

OBSERVACIONES
 C2. Agua de salinidad media. Apta para riego. En ciertos casos puede ser necesario emplear volúmenes de agua en exceso y utilizar cultivos tolerantes al Na. S1. Agua con bajo contenido en Na. Pueden presentarse problemas con cultivos muy sensible Na.


 RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUAS




 RESPONSABLE LABORATORIO

Anexo 1. Reporte de análisis de agua.



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"

LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS

Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24
Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO

Nombre : MURILLO CHEME FABIAN STIVEN
Dirección : MANABÍ / PEDERNALES
Ciudad : PEDERNALES
Teléfono : 0979803568
Fax :

DATOS DE LA PROPIEDAD

Nombre : S/N
Provincia : Manabí
Cantón : Pedernales
Parroquia : Cojimies
Ubicación :

PARA USO DEL LABORATORIO

Cultivo Actual : Sandía
N° Reporte : 13168
Fecha de Muestreo : 14/5/2025
Fecha de Ingreso : 15/5/2025
Fecha de Salida : 3/6/2025

N° Muest. Laborat.	Datos del Lote		pH	ppm		meq/100ml			ppm					
	Identificación	Area		NH4	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
115371	Murillo Cheme		5,5 Ac RC	16 B	68 A	0,19 B	3 B	1,0 M	4 B	3,6 M	1,4 M	210 A	6,8 M	0,35 B



La muestra será cuantada en el laboratorio
por tres métodos. Te pedimos que si aceptarás
reclamos en los resultados

INTERPRETACION				
pH			Elementos: de A a B	
MAc = Muy Acido	LAe = Liger. Acido	LAAl = Lige. Alcalino	RC = Requiere Cal	B = Bajo
Ac = Acido	PN = Prac. Neutro	MeAl = Media Alcalino		M = Medio
MeAc = Media. Acido	N = Neutro	Al = Alcalino		A = Alto

METODOLOGIA USADA	EXTRACTANTES
pH = Suelo: agua (1:2,5)	Olsen Modificado
N,P,B = Colorimetría	N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn
S = Turbidimetría	Fosfato de Calcio Monobásico
K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn = Absorción atómica	BS

RESPONSABLE DFTO. SUELOS Y AGUAS

RESPONSABLE LABORATORIO

Anexo 2. Análisis de suelo.



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"

LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS

Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24

Quevedo - Ecuador Teléf. 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO			DATOS DE LA PROPIEDAD			PARA USO DEL LABORATORIO		
Nombre	:	MURILLO CHEME FABIAN STIVEN	Nombre	:	S/N	Cultivo Actual	:	Sandia
Dirección	:	MANABÍ / PEDERNALES	Provincia	:	Manabí	N° de Reporte	:	13168
Ciudad	:	PEDERNALES	Cantón	:	Pedernales	Fecha de Muestreo	:	14/5/2025
Teléfono	:	0979803568	Parroquia	:	Cojimies	Fecha de Ingreso	:	15/5/2025
Fax	:		Ubicación	:		Fecha de Salida	:	3/6/2025

N° Muest.	meq/100ml			dS/m	(%)	Ca	Mg	Ca+Mg	meq/100ml	g/cm3	ppm	Textura (%)			Clase Textural
	Al+H	Al	Na			Mg	K	K				Arena	Limo	Arcilla	
115371					0,9 B	3,0	5,26	21,05	4,19	1,09		89	4	7	Arenoso



La muestra será guardada en el laboratorio por tres meses. Tiempo no se aceptarán reclamos en los resultados

INTERPRETACION			
Al+H, Al y Na	C.E.		M.O. y Cl
B = Bajo	NS = No Salino	S = Salino	B = Bajo
M = Medio	LS = Lig. Salino	MS = Muy Salino	M = Medio
T = Tóxico			A = Alto

ABREVIATURAS	
C.E.	= Conductividad Eléctrica
M.O.	= Materia Orgánica
RAS	= Relación de Adsorción de Sodio

METODOLOGIA USADA	
C.E.	= Conductímetro
M.O.	= Titulación de Welkley Blanc
Al+H	= Titulación con NaOH

RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUA

RESPONSABLE LABORATORIO

Anexo 3. Análisis de suelo segunda parte



Anexo 4. Preparación de materiales (iniciadores)



Anexo 5. Complementación de turba e iniciadores (Kristalon y Nutrinex)



Anexo 6. Semillero



Anexo 7. Cubrimiento plástico durante 3 días



Anexo 8. Preparación del terreno para el experimento



Anexo 9. Implementación del sistema de riego



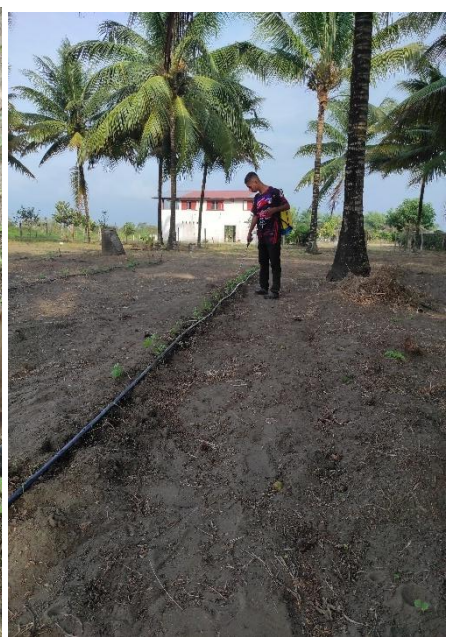
Anexo 10. Semillero óptimo para el trasplante



Anexo 11. Distanciamiento para el trasplante (pata de gallina)



Anexo 12. Proceso del trasplante



Anexo 13. Fertilización inicial (BrioRaíz) directo a la raíz



Anexo 14. Control fitosanitario (Insecticidas-Nakar-Engeo-Esbow-Finan)



Anexo 15. Control de riego continuo (a diario)



Anexo 16. Control de maleza continuo (entre semanas)





Anexo 17. Fertilización foliar (Fuerte verde, Menorel super, Cito kelp, etc.) y Fertilización a raíz (Urea, Yaramila, etc.)



Anexo 18. Control bio estimulante (Jisamar) del estrés en la planta



Anexo 19. Quemazón y Estrés del cultivo



Anexo 20. Deformación y Caída del fruto



Anexo 21. Raíz con nematodos y sin nematodos



Anexo 22. Maduración temprana



Anexo 23. Formación de frutos y Floración



Anexo 24. Engorde del fruto



Anexo 25. Primer corte de Sandía (67 días de trasplante)



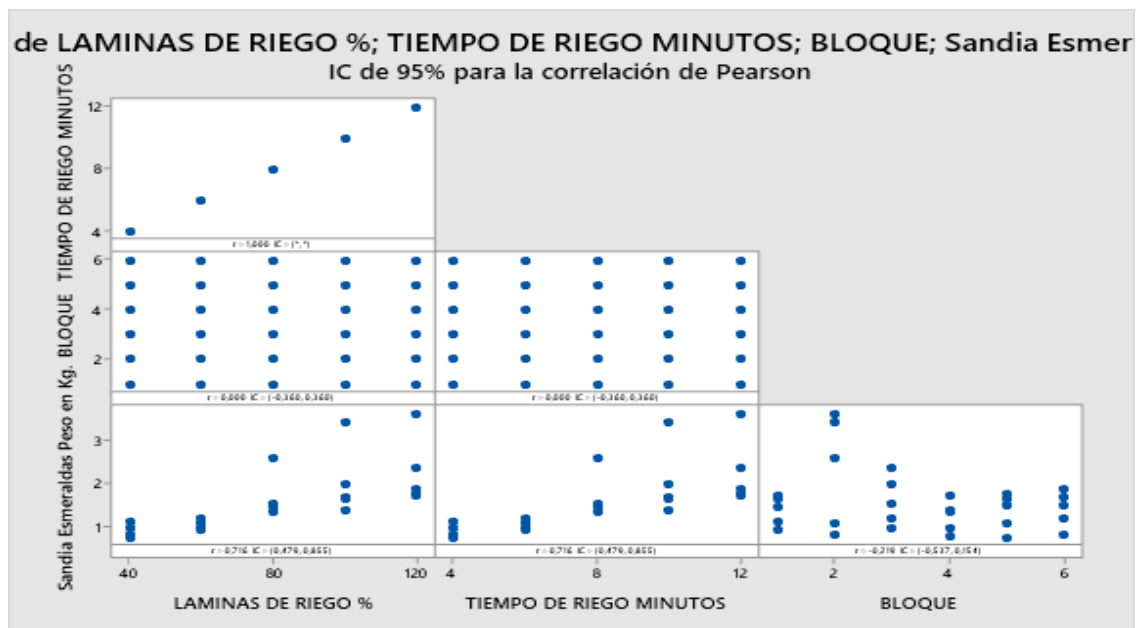
Anexo 26. Peso de las Sandías



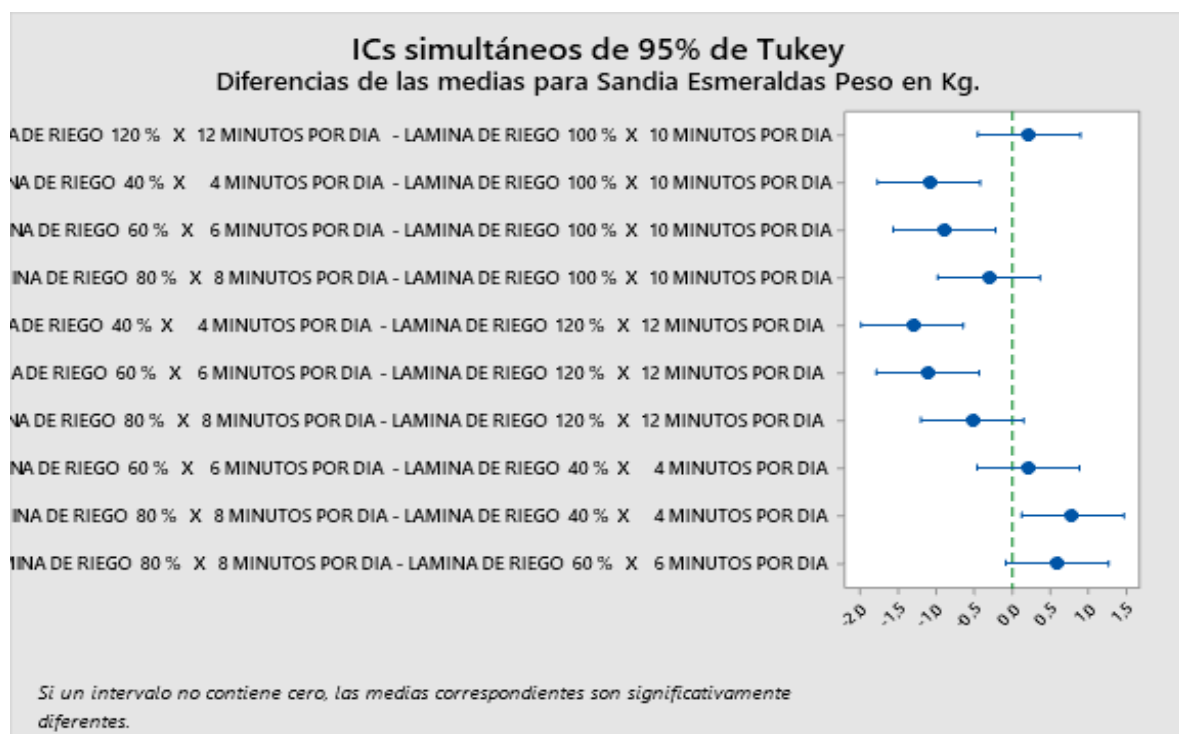
Anexo 27. Área Experimental y Último corte de Sandía a los 74 días de trasplante.



Anexo 28. Método de cuarteo para realizar el análisis de suelo



Anexo 29. Resultados de análisis estadístico de láminas de riego %, tiempo de riego en minutos y bloques



Anexo 30. Resultados de diferencia de las medias para Sandía