

UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

EXTENSIÓN EN EL CARMEN

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

Creada Ley No 10 – Registro Oficial 313 de Noviembre 13 de 1985

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA AGROPECUARIA**

“Optimización del recurso hídrico en la producción de plantas”

AUTOR: Mavelyn Liseth Dominguez Guaña

TUTOR: Ing. Francel Xavier Lopez Mejía, PhD.

El Carmen, septiembre del 2025

	NOMBRE DEL DOCUMENTO:	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	CERTIFICADO DE TUTOR(A)	
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1 Página II de 44

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor de la Extensión El Carmen de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría del estudiante **Mavelyn Lisseth Dominguez Guaña**, legalmente matriculado en la carrera de Ingeniería Agropecuaria, período académico 2025 (1), cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es **“Optimización del recurso hídrico en producción de plantas”**.

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, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida 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.

El Carmen, 08 de agosto del 2025.


Ing. Francel Xavier Lopez Mejía, PhD.

Docente Tutor

Área: Agricultura, Silvicultura, Pesca y Veterinario



	NOMBRE DEL DOCUMENTO:	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	CERTIFICADO DE TUTOR(A)	
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1
		Página 3 de 44

**UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABÍ
EXTENSIÓN EN EL CARMEN**

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TÍTULO:

“Optimización del recurso hídrico en producción de plantas”.

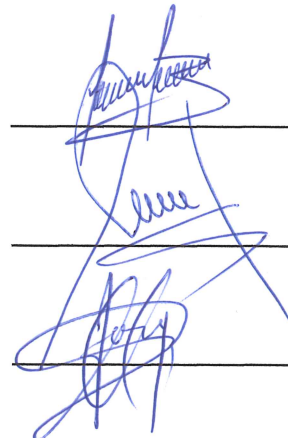
AUTOR: Mavelyn Lisseth Dominguez Guaña

TUTOR: Ing. Francel Xavier Lopez Mejía, PhD.

TRIBUNAL 1: Ing. De la Cruz Chicaiza Marco Vinicio, Mg

TRIBUNAL 2: Ing. González Dávila Ricardo Paúl, Mg

TRIBUNAL 3: Ing. Vivas Cedeño Jorge, Mg



CERTIFICADO DE AUTORÍA

Yo, Mavelyn Lisseth Dominguez Guaña con cédula de ciudadanía 235081552-4, estudiante de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, Extensión el Carmen, de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria, declaró que soy autor de la tesis titulada “Optimización del recurso hídrico en producción de plantas” esta obra es original y no infringe derechos de propiedad intelectual. Asumo la responsabilidad total en su contenido y afirmo que todos los conceptos, ideas, textos y resultados que no son de mi autoría, están debidamente citados y referenciados

Atentamente,



Mavelyn Lisseth Dominguez Guaña

El Carmen, 08 de agosto del 2025

DEDICATORIA

«El secreto del éxito es la perseverancia». – **Benjamin Disraeli**

De corazón pienso que esto se me ha resultado más complicado que redactar este documento, pero esta tesis se la dedico a mis papás y mi hermano que me han dado todo, para que yo pueda avanzar en este proceso académico así que este momento es para y con ustedes que estuvieron conmigo en los buenos y malos momentos.

Sobre todo, sin dejar de lado mi propio esfuerzo diario cada obstáculo superado cada mal momento que logre superar y vivir el día a día de este proceso, también quiero dedicar este trayecto de mi vida a quien apareció al final de esta etapa, esa persona que logro cambiarlo todo para mejor, brindarme su apoyo para mejorar y darme ese empujón que me hacía falta día a día.

Esta dedicatoria es para ustedes. ¡Los Amo!

Mavelyn Lisseth Dominguez Guaña

AGRADECIMIENTO

«La gratitud es la señal de un corazón noble» -Johann Wolfgang von Goethe.

Me gustaría empezar dándole gracias a Dios por permitirme este momento acompañado de mis padres y mis hermanos que han hecho todo lo posible sin escatimar esfuerzos para apoyarme en este proceso académico.

Esta experiencia ha sido tan gratificante que agradezco el hecho que en este tiempo encontré personas que alegraron mi día a día en la universidad y no hace falta nombrarlas talvez cuando lean este párrafo sabrán quienes son, así que gracias por todos los buenos momentos compartidos. Sin dejar de lado a todos los docentes que aportaron a mi crecimiento personal los cuales forjaron en mi la capacidad de estar preparada en el ámbito profesional cada consejo y confianza a mi persona me han impulsado hacer una gran profesional.

Gracias a quien llegó a mi vida, porque puedo decir que encontré mi propio trébol de cuatro hojas. A quien apareció para cambiarlo todo para ayudarme a ser mejor y demostrarme lo capaz que puedo llegar a ser.

Mavelyn Lisseth Dominguez Guaña

INDICE

DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
RESUMEN	11
Abstract	12
CAPITULO I	12
INTRODUCCIÓN	13
IMPORTANCIA:	14
JUSTIFICACIÓN:	15
Objetivo general:	16
Objetivos específicos:	16
1. METODOLOGIA	16
1.2. METODOS:	16
1.3 UBICACIÓN.....	16
1.4. Caracterización agroclimáticas de la zona	17
2. VARIABLES:	18
2.1. Variable independiente.....	18
2.1.2. Uso eficiente del agua.	18
2.2. Variable dependiente.....	18
2.2.1 Desarrollo óptimo de la planta. (Altura)	18
3. Diseño Experimental	18
3.1 Procedimiento experimental.....	19
3.2 Análisis de datos.....	19
CAPITULO II	20
MARCO TEÓRICO	20

DESARROLLO DE LA PROPUESTA.....	24
Descripción del sistema o proceso:	24
Diseño y Selección de tecnologías, herramientas o equipos a implementar	24
Materiales:.....	24
Construcción del Sistema de Riego.....	24
Experimento	26
Plan de implementación.....	26
Descripción y pruebas de funcionamiento del equipo, herramientas o método de implementado	28
1. Preparación e instalación del equipo	28
2. Encendido y puesta en marcha de la bomba.....	29
3. Evaluación del sistema de aspersores.....	29
CAPITULO IV	38
CONCLUSIONES.....	38
RECOMENDACIONES.....	39
BIBLIOGRAFIAS.....	40
ANEXOS	42

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Características climatológicas de la localidad	17
Tabla 2. Materiales de construcción del sistema de riego.....	24
Tabla 3. Materiales del Experimento	26
Tabla 4.. Costos total de los Materiales.....	26
Tabla 5. Datos del primer mes de germinación de las plantas del T0.....	30
Tabla 6. Datos del primer mes de germinación de las plantas del T1.....	30
Tabla 7. Datos de la altura promedio de las plantas sin sistema de riego T0.....	31
Tabla 8. Datos de la altura promedio de las plantas con sistema de riego T1.....	33
Tabla 9. Comparación de la altura de las plantas(cm) a los 15 días (Syzygium jambos)...	35
Tabla 10. Comparación de la altura de las plantas(cm) a los 30 días (Syzygium jambos).	37

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización geográfica del área de estudio	17
Figura 2. Referencia de la ubicación base del motor de agua.	26
Figura 3. Trayectoria de la manguera.....	27
Figura 4. Distribución de la manguera para el sistema de riego por aspersión.	27
Figura 5. Alcance de los aspersores.	28
Figura 6. Gráfica comparativa de la caja de altura de ambos tratamientos de 15 días.....	36
Figura 7. Gráfica comparativa de la caja de altura de ambos tratamientos de 30 días.....	37

INDICE DE ANEXOS

<i>Anexo 1. Preparación del sustrato.....</i>	<i>42</i>
<i>Anexo 2. Siembra y ubicación de las fundas.</i>	<i>42</i>
<i>Anexo 3. Construcción del umbráculo.....</i>	<i>43</i>
<i>Anexo 4. Instalación de T con su respectiva llave de paso.....</i>	<i>43</i>
<i>Anexo 5. Colocación de aspersores.....</i>	<i>44</i>

RESUMEN

El presente proyecto tiene como objetivo identificar procesos para el uso eficiente del agua que certifique un desarrollo óptimo de las plantas, en procura de minimizar el desperdicio y asegurar la sostenibilidad del recurso hídrico, específicamente en el cultivo de *Syzygium jambos* (pomarroja). La problemática local del entorno a la disponibilidad limitada del recurso y a las crecientes demandas del cambio climático. Para abordar esta situación, se plantea la incorporación de tecnologías de riego que optimicen la aplicación del agua de acuerdo con las necesidades fisiológicas de las plantas y las condiciones agroclimáticas del sitio de implementación. El ensayo se llevó a cabo en la granja experimental Río Suma (El Carmen), bajo un diseño experimental completamente al azar con dos tratamientos: **T0** (sin riego) y **T1** (riego por aspersión). El sistema de riego, conformado por bomba de impulsión, tuberías y ocho aspersores estratégicamente distribuidos, garantizó una cobertura uniforme. Los resultados evidenciaron que **T1** superó significativamente a **T0** en porcentaje de germinación y altura de planta. El análisis mediante la prueba *t* de Student para la altura de las plantas a los 15 y 30 días mostró diferencias estadísticamente significativas, confirmando el efecto positivo del riego tecnificado sobre el desarrollo de las plantas. El sistema implementado demostró un funcionamiento eficiente, asegurando un suministro hídrico adecuado y uniforme, lo que optimizó la respuesta fisiológica del cultivo y su potencial productivo.

Palabras Clave: Uso eficiente del agua, sostenibilidad hídrica, riego por aspersión y potencial productivo.

Abstract

The present project aims to identify processes for the efficient use of water to ensure optimal plant development, seeking to minimize waste and guarantee the sustainability of water resources, specifically in the cultivation of ***Syzygium jambos*** (rose apple). The local issue is related to the limited availability of the resource and the increasing demands caused by climate change. To address this situation, the incorporation of irrigation technologies is proposed to optimize water application according to the physiological needs of the plants and the agroclimatic conditions of the implementation site. The trial was conducted at the Río Suma Experimental Farm (El Carmen) under a completely randomized experimental design with two treatments: **T0 (no irrigation)** and **T1 (sprinkler irrigation)**. The irrigation system, consisting of a pumping unit, pipes, and eight strategically distributed sprinklers, ensured uniform coverage. The results showed that **T1 significantly outperformed T0** in terms of germination percentage and plant height. The analysis using Student's t-test for plant height at 15 and 30 days revealed statistically significant differences, confirming the positive effect of technical irrigation on plant development. The implemented system demonstrated efficient operation, ensuring an adequate and uniform water supply, which optimized the crop's physiological response and its productive potential.

Keywords: Efficient water use, water sustainability, sprinkler irrigation and productive potential.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

La optimización del recurso hídrico en la producción de plantas se remonta a los desafíos históricos que la agricultura enfrentó para garantizar un uso eficiente del agua en diferentes condiciones climáticas y geográficas. A lo largo de la historia, las civilizaciones que dependían de la agricultura desarrollaron sistemas de riego que buscaban maximizar la productividad, como los canales de riego en Mesopotamia o los acueductos y terrazas de cultivo en el Imperio Inca. (Ecuador, 2013)

Durante largo tiempo el riego por inundación fue el método dominante en muchas partes, si bien este garantizó grandes cantidades de agua a los cultivos, también generaba un uso ineficiente del recurso hídrico, provocando grandes pérdidas por evaporación y filtración. Con esta situación se buscó alternativas para aprovechar su disponibilidad, dando origen a nuevas prácticas como el riego por surcos o zanjas. (Medrano, 2007)

A medida que el conocimiento científico avanzó, especialmente en el siglo XX, comenzó a desarrollarse tecnologías más sofisticadas para la gestión del agua en la agricultura. El riego por goteo, una técnica empleada en Israel en la década de 1960, fue uno de los mayores avances, esta técnica permite aplicar el agua directamente a las plantas a través de pequeños goteros reduciendo significativamente el desperdicio y la evaporación. Este sistema se convirtió inmediato en la innovación en la optimización del recurso hídrico que permitió un riego más eficiente sin desperdicios (Yaron, 2021)

A finales del siglo XX y principios del XXI, la incorporación de nuevas tecnologías avanzadas como los sistemas de riego automatizados y los sensores de humedad en el suelo ayudaron a mejorar la eficiencia del agua en los cultivos. Estos avances permiten la observación en tiempo real las necesidades hídricas de los cultivos y suelos; y regular de manera precisa para lograr el uso racional del agua. (Soriano, 2007)

En las últimas décadas, el impacto del cambio climático genera una mayor presión sobre los recursos hídricos en el mundo, provocando sequía en muchas regiones agrícolas. En respuesta a estos desafíos, se incrementó los estudios y proyectos que buscan integrar la

eficiencia hídrica dentro de un enfoque más amplio de sostenibilidad agrícola. Organismos internacionales como la FAO y el IWMI promovió prácticas de agricultura climáticamente inteligente, que buscan maximizar la eficiencia del uso del agua en los cultivos y minimizar la degradación de los ecosistemas (FAO, El Estado de los recursos de tierras y aguas del mundo para la alimentación y la agricultura, 2021)

IMPORTANCIA:

La optimización del recurso hídrico en la producción de plantas está impulsada por una serie de factores que reflejan la creciente necesidad de un manejo más eficiente y sostenible del agua en la agricultura. La disponibilidad de este elemento influye debido al incremento de la demanda por parte de sectores como el agrícola, industrial y urbano, lo que genera una competencia significativa. Esta situación demuestra la urgencia de adoptar medidas que maximicen la eficiencia en su uso. (Ecuador, 2013)

Los efectos del cambio climático incrementan esta necesidad, ya que las alteraciones en los patrones climáticos, como la variabilidad en las precipitaciones y la mayor frecuencia de sequías prolongadas, afecta la disponibilidad y previsibilidad del agua en el sector agrícola, estos desafíos motivan el desarrollo de prácticas más sostenibles en la gestión del recurso hídrico. (FAO, 2021)

A su vez, los avances en nuevas tecnologías como el riego por goteo, la automatización de sistemas y el uso de sensores, permitió una aplicación más precisa del agua, reduciendo las pérdidas y optimizando su uso en función de las necesidades específicas de las plantas y las condiciones ambientales. Este desarrollo tecnológico promueve la implementación de normativas ambientales más estrictas y políticas públicas orientadas a la conservación, que ejerció presión sobre el sector agrícola para adoptar prácticas más sostenibles. (FAO, El Estado de los recursos de tierras y aguas del mundo para la alimentación y la agricultura, 2021)

Finalmente, el creciente reconocimiento de la importancia de la sostenibilidad lleva a los productores agrícolas a buscar prácticas que no solo maximicen la eficiencia del agua, sino que también minimicen el impacto ambiental, asegurando la viabilidad a largo plazo de los

sistemas agrícolas. Estos antecedentes consolidaron la optimización del recurso hídrico como una prioridad estratégica en la producción de plantas. (Medrano, 2007)

Esta práctica asegura la sostenibilidad de la agricultura dado que el agua es un recurso limitado y esencial para la vida, su uso eficiente en la agricultura permite que esta actividad sea viable a largo plazo. La agricultura es uno de los sectores que más consume a nivel mundial, por lo que la optimización del recurso hídrico es crucial para reducir el desperdicio y garantizar la disponibilidad para futuras generaciones. (Arnaldo Augusto Setti, 2001)

La optimización del recurso hídrico contribuye a mejorar la productividad agrícola aplicando tecnologías y prácticas que se ajustan las necesidades específicas de las plantas, se puede mejorar el rendimiento de los cultivos utilizando la menor cantidad de agua que esta necesita esto no solo incrementa la eficiencia del recurso sino que también puede asegurar una mayor rentabilidad para los productores agrícolas. (Medrano, 2007)

JUSTIFICACIÓN:

La aplicación de técnicas eficientes como el riego por goteo y el uso de sensores de humedad en el suelo puede reducir el consumo de agua entre un 30% y 50% a diferencia de los métodos tradicionales en el caso del riego por inundación que el desperdicio era muy significativo. (Molinos-Senante, 2013)

La optimización y el uso eficiente del recurso hídrico ayuda a conservar los ecosistemas su uso en la agricultura maximiza la extracción excesiva de las fuentes naturales, como ríos y acuíferos esto produce un gran impacto en la biodiversidad y la degradación de los ecosistemas acuáticos pero con los avances en los sistemas de riego se trata de reducir el impacto en los ecosistemas. (Molinos-Senante, 2013)

Al optimizar el riego según las necesidades específicas de cada planta, se puede aumentar el rendimiento de los cultivos entre un 10% y 20%, ya que se evita el estrés hídrico (déficit o exceso de agua), que afecta negativamente al crecimiento y desarrollo de las plantas. (Guid D, 2023)

El ahorro de agua se puede deducir en una disminución de costos operativos relacionados con el bombeo, almacenamiento y distribución del agua, generando ahorros de hasta un 20% en los gastos totales de producción agrícola. (Service, 2020)

Un riego excesivo puede provocar la erosión del suelo y la pérdida de nutrientes. Al aplicar técnicas de optimización, se puede reducir la pérdida de nutrientes y la degradación del suelo hasta en un 40%, mejorando su fertilidad a largo plazo. (Guid D, 2023)

La optimización del recurso hídrico contribuye a la conservación de fuentes de agua y acuíferos. Una adecuada gestión del agua puede reducir la sobreexplotación de estos recursos en un 20% a 40%, ayudando a mantener los ecosistemas hídricos en equilibrio. (Arnaldo Augusto Setti, 2001)

Objetivo general:

Identificar procesos para el uso eficiente del agua que certifique un desarrollo óptimo de las plantas, en procura de minimizar el desperdicio y asegurar la sostenibilidad del recurso hídrico.

Objetivos específicos:

Implementar técnicas que optimicen la cantidad de agua utilizada en el riego, asegurando que las plantas reciban lo suficiente para su crecimiento óptimo.

Desarrollar un sistema de riego que distribuya el agua de manera uniforme y eficiente, ajustando la frecuencia y cantidad de riego según las necesidades específicas de las plantas y las condiciones climáticas.

Definir los costos de instalación de un sistema de riego en la producción de plantas.

1. METODOLOGIA

1.2. METODOS:

1.3 UBICACIÓN

En la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Ext El Carmen en la Granja experimental Río Suma.

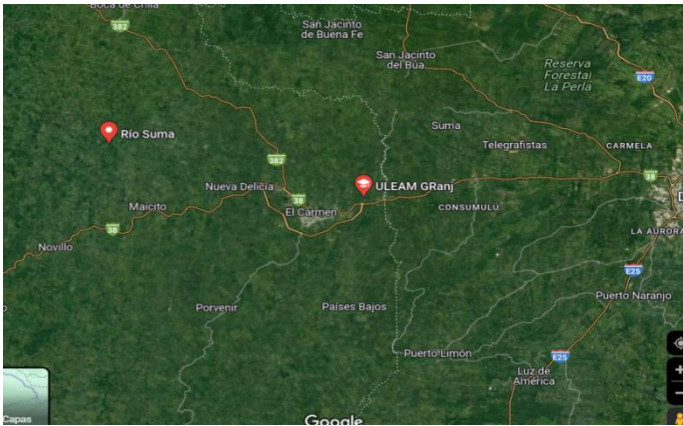
PROVINCIA: Manabí

CANTON: El Carmen

COORDENADAS: UTM: X=674967, Y=9971156 y Z=266msnm

REFERENCIAS: Se encuentra en el km 32 donde está ubicado el redondel de la Virgen del Carmen entre la Fábrica “Probaiza” y la Unidad Educativa “Liceo Cristiano Israel”

Figura 1. Localización del área de estudio



Fuente: Google Maps (2025).

1.4. Caracterización agroclimatológicas de la zona.

A continuación, algunas características agroclimáticas del cantón:

Tabla 1 Características climatológicas de la localidad

1. Características	El Carmen
Clima	Trópico Húmedo
Temperatura (°C)	24
Humedad Relativa (%)	86%
Heliofanía (Horas luz año ⁻¹)	1026,2
Precipitación media anual (mm)	2659
Altitud (msnm)	249

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI, 2022)

2. VARIABLES:

2.1. Variable independiente

2.1.2. Uso eficiente del agua.

El uso del agua en sistemas agrícolas constituye una prioridad fundamental para la producción agrícola se necesita cada vez más asegurar los rendimientos mínimos para ser una actividad viable, el riego se hace cada vez más prescindible para obtener una producción más regular en los cultivo y optimizar los recursos. (FAO, El Estado de los recursos de tierras y aguas del mundo para la alimentacion y la agricultura, 2021)

2.2. Variable dependiente

2.2.1 Desarrollo óptimo de la planta. (Altura)

El desarrollo óptimo de la planta, medido principalmente por su altura, está estrechamente vinculado con la eficiencia en el suministro de agua dentro de un sistema de producción moderno. Actualmente, la relación entre el riego y la incorporación de tecnologías como sensores, automatización, inteligencia artificial y sistemas de control es cada vez más común, buscando precisión y exactitud en la gestión hídrica. Estos avances no solo agilizan los procesos productivos, sino que favorecen el crecimiento uniforme y saludable de las plantas, aumentando la cantidad y calidad de las cosechas, al tiempo que promueven prácticas sostenibles para el cuidado del ambiente. (José Andrés León Mostacero, 2012)

3. Diseño Experimental

El estudio se desarrolló bajo un diseño completamente al azar de tipo comparativo con dos tratamientos:

4 Análisis estadístico

Se efectuó un análisis estadístico empleando la prueba t de Student mediante el software JASP. Esta prueba paramétrica fue seleccionada debido a su capacidad para contrastar la media de dos grupos independientes, permitiendo determinar si existen diferencias estadísticamente significativas entre ambas muestras garantizando confiabilidad.

Testigo (T0): 150 semillas de *Syzygium jambos* sin aplicación de riego por aspersión.

Tratamiento con riego (T1): 150 semillas de *Syzygium jambos* con aplicación de riego por aspersión.

Ambos tratamientos se establecieron bajo las mismas condiciones ambientales, a fin de evaluar el efecto del riego por aspersión sobre el porcentaje de germinación y la altura del primer mes. Se utilizaron 300 semillas en estado fisiológico óptimo para la siembra. Estas fueron distribuidas equitativamente en dos grupos experimentales 150 para T0 y 150 para T1 para la toma de altura se registraron los datos de 50 plantas por cada tratamiento.

3.1 Procedimiento experimental

La siembra se realizó en las respectivas fundas, manteniendo una profundidad estándar de colocación de la semilla.

- Para el tratamiento T0 (testigo) se aplicó únicamente riego manual según requerimientos básicos.
- Para el tratamiento T1 (aspersión) se implementó un sistema de riego por aspersión

El seguimiento incluyó:

- **Registro de germinación:** conteo diario del número de semillas germinadas hasta el primer mes
- **Medición de altura:** evaluación semanal de la altura de las plántulas mediante regla graduada, registrando la media y desviación estándar por tratamiento utilizando T students.

3.2 Análisis de datos.

Los datos obtenidos (porcentaje de germinación y altura promedio) se analizaron mediante estadística descriptiva y estadística inferencial prueba de comparación de medias para determinar diferencias significativas entre tratamientos.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

El uso óptimo y sostenible de los recursos hídricos disponibles para riego, requiere que las instalaciones usadas para irrigar permitan administrar el agua de la manera más uniforme con estrategias de manejo adecuadas a cada situación en la que se vaya utilizar dependiendo el cultivo. (Espinosa B. E., 2016)

El cultivo está fuertemente determinado por la cantidad de agua disponible en el suelo a pesar de la fuerte interferencia de otros factores limitantes como la temperatura, la disponibilidad de nutrientes o las horas de luz, así como de las dificultades de estimación de la producción de biomasa en determinados biomas por eso el recurso hídrico es un pilar para mantener nuestra producción viable. (Hipólito, 2007)

El riego a precisión incluye la exactitud en volumen y tiempo de aplicación de agua, impactando en el incremento de la rentabilidad de la cosecha, y disminuyendo el riesgo ambiental es una metodología que consiste en procedimientos sencillos para la aplicación de agua al suelo de manera óptima a un cultivo. (Ortega, 2008)

Un sistema de riego proporciona a la planta el agua imprescindible para su crecimiento y desarrollo para garantizar al máximo los caudales de agua disponibles se pueden utilizar sistemas de riego con programación de control automático, para asegurar el suministro cuando y en la cantidad que la planta necesite para evitar el desperdicio de agua (Espinosa O. L., 2011)

La producción agrícola necesita cada vez más asegurar rendimiento para ser una actividad viable el riego se hace cada vez más imprescindible para obtener una producción más regular de los cultivos cada vez hay más conocimientos y tecnologías disponibles que ayudan a incrementar la eficiencia en el uso del agua en la agricultura se ha establecido el riego localizado, por goteo o aspersión, sistemas mucho más eficientes que en buena parte tienen un consumo unitario mucho más bajo dependiendo el cultivo. (Hipólito, 2007)

En la siguiente investigación se realizó un sistema de riego Tumbaco, Ecuador, y tuvo como objetivo determinar las eficiencias de: conducción, distribución, aplicación, sistema y global tomando en cuenta las altas eficiencias en sistemas de riego son muy importantes para optimizar el uso del agua y mejorar la producción agrícola sus resultados mostraron una eficiencia de conducción de canales; la eficiencia de distribución, la eficiencia de aplicación, la eficiencia del sistema de riego y la eficiencia global. (Randon Ortiz Calle, 2021)

El agua es un recurso que se encuentra en una condición crítica, debido al deterioro en su calidad y su escasa disponibilidad por su alta demanda de sus múltiples usos como son las industrias, ciudades, energía y agricultura, siendo en estas utilizadas en forma constante y en mayor porcentaje lo cual es un recurso altamente competitivo y que presenta cada vez más riesgos de deterioro en cuanto a calidad por la misma contaminación que ocasionan los consumidores debido a esto surge la necesidad de perfeccionar el manejo y el diseño de los sistemas de riego. (Eduardo A. Holzapfel, 2007)

Se estudió los sistemas de riego desde un punto de vista agronómico para poder determinar la dosis de riego, el tiempo de consumo y en qué frecuencia se debe aplicar, se calcula el número de aspersores de un determinado tipo necesario para cubrir las necesidades de agua, así como la distribución que tendrán en la parcela implementada. (Francisco, 2014)

La alternativa de los sistemas de riego tradicionales hacia los sistemas de riego modernos como la aspersión de baja pluviosidad incorpora una estrategia eficiente para optimizar el uso del recurso hídrico esta tecnología permite una distribución controlada y uniforme minimizando pérdidas por escorrentía y evaporación lo cual favorece la conservación contribuyendo a la sostenibilidad de la producción agrícola y al manejo integral de los recursos naturales. (Pacheco, 2007)

El análisis de los coeficientes de uniformidad, eficiencias de aplicación y almacenamiento de agua, para diferentes simulaciones de espaciamientos entre aspersores, permite tomar decisiones en relación a la disposición en campo y el uso del agua para riego de forma más efectiva. (Natalia Flórez–Tuta, 2013)

ESTUDIO DEL ARTE

(FAO, The State of Food and Agriculture 2020 Overcoming water challenges in agriculture., 2020) en su publicación “El estado mundial de la agricultura y la alimentación: Superar los desafíos relacionados con el agua en la agricultura”, desarrolló un análisis global exhaustivo, recopilando datos de múltiples países y estudios de caso. La investigación concluye que la adopción de prácticas de riego de precisión y la gestión sostenible del agua son cruciales para enfrentar la escasez, pudiendo mejorar la productividad del agua en la agricultura hasta en un 35% el informe destaca la urgente necesidad de invertir en innovación y gobernanza para el recurso hídrico.

Se evaluó un sistema de aspersión en una plantación de banana lo cual se utilizaron dos pruebas de riego con esta producción y con usencia de este lo cual demostró que el riego subfoliar aparte de abarcar una gran cobertura su disposición de agua en las láminas es mucho más amplia y disponible. (León, 2020)

(Vega, 2021) realizó una investigación sobre la detección temprana de estrés hídrico en cultivos mediante el uso de drones multiespectrales, basada en análisis de imágenes NDVI y NDWI esta metodología consistió en vuelos periódicos sobre parcelas experimentales y la correlación de datos espectrales con mediciones de humedad en suelo el estudio concluye que es posible identificar zonas de riesgo de estrés hídrico con hasta dos semanas de antelación, permitiendo un riego diferenciado y eficiente en la producción.

Se presentó un diseño y evaluación de un sistema de riego por aspersión para cultivos de producción nacional para viveros frutales y silvestres lo cual reflejo de una alta uniformidad resultando en un diseño hidráulico que es capaz de garantizar un satisfactorio riego en vivero y a bajo costo con una operación sencilla. (Pedro Guerrero Posada, 2012)

(Elbeltagi, 2021) llevó a cabo una investigación sobre la implementación de plataformas de gestión de riego con inteligencia artificial, utilizando algoritmos de machine learning para predecir demandas hídricas. El estudio empleó datos históricos de clima, suelo y cultivo para entrenar modelos predictivos se demostró que la IA puede optimizar el riego reduciendo el

uso de agua en un 25% en comparación de los sistemas tradicionales sin comprometer la productividad.

Ante la escasez, ha crecido la inversión en infraestructura para tratar y reutilizar aguas con fines agrícolas, cumpliendo estrictos estándares de calidad esta práctica cierra el ciclo del agua en la producción agrícola, reduciendo la presión sobre fuentes de agua dulce como acuíferos y ríos. En combinación con sistemas de riego de alta eficiencia como el goteo, garantiza un suministro constante con un recurso alternativo y sostenible. (Pistocchi, 2021)

(Pistocchi, 2021) realizó un estudio titulado Reutilización de aguas regeneradas y captura de lluvia en invernaderos de alta eficiencia, con el objetivo de evaluar la viabilidad agronómica y ambiental. La metodología combinó tratamiento de aguas grises, sistemas de captación pluvial y riego por goteo. Los resultados confirmaron que es posible mantener una producción estable utilizando únicamente recursos hídricos alternativos, reduciendo la dependencia de fuentes convencionales.

Con base en los estudios anteriores, se puede afirmar que la optimización del recurso hídrico en la producción de plantas ha evolucionado hacia un enfoque integral que combina tecnología digital, biotecnología y gestión inteligente del agua. Estos antecedentes son fundamentales para la presente investigación, ya que proporcionan evidencia científica sobre estrategias efectivas para reducir el consumo de agua sin afectar la productividad. Además, ofrecen un marco metodológico y tecnológico sobre el cual se puede diseñar e implementar un sistema de gestión hídrica sostenible y escalable.

CAPITULO III

DESARROLLO DE LA PROPUESTA

Descripción del sistema o proceso:

Se consiguió tierra de negra y lombricompost como materia orgánica para el sustrato, se mezcló con la cascarilla de arroz de forma uniforme para luego colocar en las fundas de 5x8; una vez llenas se comenzó con la siembra de las semillas de pomarrosa. (Anexo 1 y 2)

Para el umbráculo donde van colocadas las fundas se la construyo con caña y plástico de invernadero con una medida de 24 m². (Anexo 3)

La manguera reforzada de 150 m fue enterrada a 0.50 m de profundidad del suelo desde el rio hasta donde está el vivero donde sale la manguera madre de 1" la cual está sujeta a una T con salidas de izquierda a derecha cada una con su respectiva llave de paso con reducción a 3/4 para la manguera que se distribuye el agua sus medidas respectivas son de 5 m de largo unida a una T 3/4 de está como primera base hay una conexión de 3.5 m de cada lado en uno de estos se coloca una L de 3/4 para la ubicación del primer aspersor el cual su altura es de 1 m sobre el nivel del suelo.(Anexo 4)

Continuando con los otros 3.5 m y ya lo anterior mencionado la distancia de cada aspersor es de un total de 7 m con las mismas indicaciones solo que en el aspersor 2 y 3 se utilizan T de 3/4 y en el 4 aspersor se finaliza como en el aspersor 1 con una L de 3/4 así se manifiesta cada lado tanto el izquierdo como el derecho dando una totalidad de 8 aspersores en la zona de los viveros. (Anexo 5)

Diseño y Selección de tecnologías, herramientas o equipos a implementar

Materiales:

Construcción del Sistema de Riego.

Tabla 2. Materiales de construcción del sistema de riego

CANTIDAD	ESPECIFICACIÓN
1	Bomba de agua
150 metros	Manguera reforzada 1"
10 m	Manguera 1 ½"

1	Acople rapidoA200
1	Acople rápido tipo C200-2
5 metros	Manguera succión anillada refortz naranja 2x32
1	Cheque pvc beege de 2"
1	Adaptador negro 2"
2	Abrazaderas 2"
1	Acople rápido tipo A150 1 ½"
1	Acople rápido tipo C150 1 ½"
2	Abrazadera 1 ½"
1	Unión de aluminio de 1"
3	Abrazaderas de 1"
1	Unión aluminio 1 ½" a 1"
3	Teflones amarillos grande.
65	Manguera negra ¾
1	T roscable 1"
2	Valvula tigre esferi ¾ macho
7	T flex ¾
35	Abrazaderas ¾
1	Buje ¾
2	Adaptadores hembra flex ¾
1	Arco mini sierra plástica
8	Aspersores plásticos ¾
8	Adaptadores macho flex ¾
1 Paquete	Correas plásticas
8	Caracas
1	Cemento
2 Carretillas	Arena
2 Carretillas	Ripio

Experimento

Tabla 3. Materiales del Experimento

CANTIDAD	ESPECIFICACIÓN
300	Fundas de 5x8
1	Sustrato: Suelo 30%
1	Materia Orgánica -Lombricompost 30%
2	Cascarilla de arroz 40%
4	Cañas
1	Plástico de vivero 6x4
300	Semillas de <i>Sysygium jambos</i> (Pomarosa)

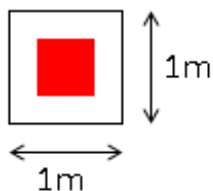
Tabla 4..Costos total de los Materiales

Costo total	Valor Total
Materiales de construcción del sistema de riego	608,03
Materiales del Experimento	\$30
Total	638,03

Nota: Los precios mencionados tienen incluido el IVA al 15%

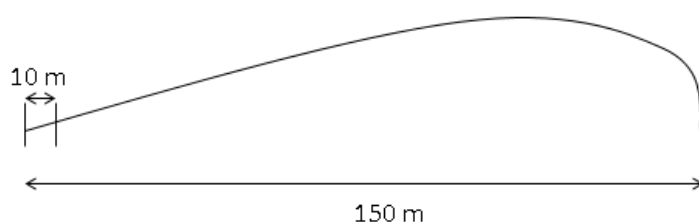
Plan de implementación

Figura 2.Referencia de la ubicación base del motor de agua.



La base dónde se instaló el motor de agua será a lado del río en una plancha de cemento con medidas $1 \times 1 \text{ m}^2$. La cual tendrá 5 m de manguera succión anillada desde el río al motor de agua la cual se dirigirá a una salida de $1 \frac{1}{2}$ " anexada con 10 m de manguera reforzada con una reducción de $1 \frac{1}{2}$ " a 1" de 150 m de manguera reforzada.

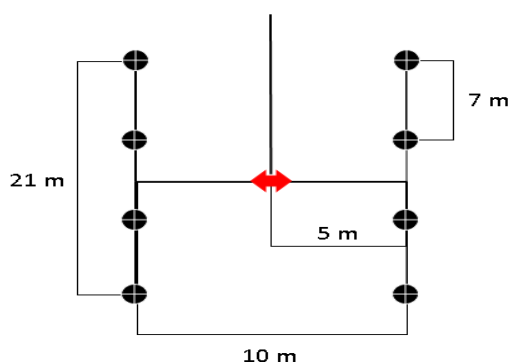
Figura 3. Trayectoria de la manguera.



Todo este transcurso de la manguera va enterrada a 0,50 m de profundidad hasta llegar a la zona de los viveros de la granja experimental.

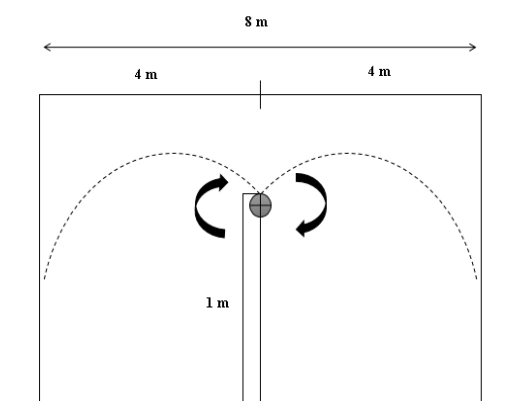
Esta manguera tiene una conexión de T con salida de ambos lados cada uno con su respectivo pase de agua el cual puede estar abierto o cerrado según la disposición de agua que se requiera en cada lado (izquierda y derecha).

Figura 4. Distribución de la manguera para el sistema de riego por aspersión.



La distribución de cada aspersor consta desde la T de llave de paso la cual consta de una distancia de 5 m cada lado dando un total de 10 m desde ahí parte con la primera distribución anexada a una T de $\frac{3}{4}$ que da origen a la conexión de los aspersores está distribuida de 3,5 m tanto ascendente y descendente dando una separación por aspersor de 7 m de distanciamiento para cada uno.

Figura 5. Alcance de los aspersores.



Los aspersores colocados en los centros de cada lado están unidos a una T de $\frac{3}{4}$ y los exteriores con una L de $\frac{3}{4}$ cada aspersor tienen una altura de 1 m a nivel del suelo anexadas a caracas con una medida 1 m sobre el nivel del suelo y 0,50 m por debajo de este. Toda la conexión de la manguera de $\frac{3}{4}$ está enterrada a una profundidad de 0,15 m.

Descripción y pruebas de funcionamiento del equipo, herramientas o método de implementado.

La descripción detallada del procedimiento realizado para las pruebas de funcionamiento del sistema de riego, verificando la correcta instalación, operación y desempeño de cada uno de sus componentes, con especial énfasis en la bomba de agua, el sistema de succión y los aspersores, a fin de garantizar la eficiencia en la distribución hídrica.

1. Preparación e instalación del equipo.

Se inició el procedimiento instalando la bomba sobre una base de cemento nivelada, asegurando su estabilidad y evitando vibraciones durante su funcionamiento. Posteriormente, se acopló la manguera de descarga de 1½" a la salida de la bomba mediante un conector de acople rápido, lo cual facilita tanto la conexión como futuras maniobras de mantenimiento.

Al mismo tiempo, se procedió a llenar con agua la manguera de succión anillada reforzada (color naranja), lo cual es fundamental para evitar el funcionamiento en seco de la bomba.

Esta manguera fue conectada firmemente a la entrada principal de la bomba (de 2" de diámetro), garantizando la hermeticidad y evitando fugas de aire que puedan afectar la presión de succión.

2. Encendido y puesta en marcha de la bomba.

Con el equipo correctamente instalado, se procedió a la activación del sistema. Para ello:

- Se abrió el paso de combustible (gasolina).
- Se activó el ahogador para facilitar el encendido en frío.
- Se jaló la cuerda de arranque (piola) de manera continua hasta lograr la ignición del motor.
- Una vez encendido, se retornó la palanca del ahogador a su posición original para estabilizar la mezcla de aire y combustible.
- Finalmente, se ajustó la palanca del acelerador a una posición de velocidad media, permitiendo un flujo constante y una presión adecuada para la evaluación del sistema.

Durante este proceso se monitoreó la conducta del motor, el nivel de vibración y la estabilidad del flujo de salida, observando y registrando que todos los parámetros estuvieran dentro del rango esperado y sin presentación de fugas.

3. Evaluación del sistema de aspersores.

El sistema de riego por aspersión se encuentra dividido en dos zonas de distribución: área izquierda y área derecha. Se realizó pruebas individuales en cada sección con el fin de verificar el correcto funcionamiento de todos los aspersores instalados.

Durante esta prueba se evaluaron los siguientes aspectos técnicos:

- Presión de operación en cada sección.
- Alcance y uniformidad del riego por cada aspersor.
- Cobertura efectiva del área destinada al riego en el sector del vivero.
- Presencia de fugas o fallas mecánicas en los accesorios o conexiones.

Los resultados que se obtuvieron indicaron que el sistema de riego por aspersión funciona de forma óptima, cumpliendo con todos los requerimientos de caudal y presión necesarios para satisfacer la demanda hídrica del área.

Comprobación del efecto del sistema de riego por aspersión en *Syzygium jambos*.

Tabla 5. Datos del primer mes de germinación de las plantas del T0.

DIAS	PLANTAS T0	OBSERVACIONES
1-7	0	Sin germinación
8-15	13	Presentó el 8,67 % de germinación
16-23	62	Presentó el 41,33 % de germinación
24-30	92	Presentó el 61,33 % de germinación
30-35	150	Presentó el 100% de germinación

Tabla 6. Datos del primer mes de germinación de las plantas del T1.

DIAS	PLANTAS T1	OBSERVACIONES
1-7	0	Sin germinación
8-15	31	Presentó el 20,67% de germinación
16-23	89	Presentó el 59,33% de germinación
24-30	150	Presentó el 100% de germinación

Los datos indicados en las Tablas 4 y 5 muestran diferencias significativas en los porcentajes de germinación entre los tratamientos T0 y T1 durante el primer mes de observación. En el T0, la germinación comenzó entre los días 8 y 15, alcanzando un 8,67% (13 plantas), mientras que el T1 registró un 20,67% (31 plantas) en el mismo período. Esta tendencia se mantuvo

en las siguientes semanas: para los días 16-23, el T0 presentó un 41,33% (62 plantas), en contraste con el 59,33% (89 plantas) del T1.

El T0(Testigo) requirió 35 días para alcanzar el 100% de germinación de las 150 plantas, mientras que el T1(Sistema de riego) logró este resultado en 30 días. Estos resultados demuestran que el T1 fue más efectivo en el proceso de germinación en comparación con el T0 que presento menos capacidad de crecimiento inicial.

Tabla 7. Datos de la altura promedio de las plantas sin sistema de riego T0.

Altura promedio de las plantas T0		
Plantas	15 días Altura(cm)	30 días Altura(cm)
1	9,9	14,1
2	10,4	15,8
3	10,5	17,1
4	10,6	15,7
5	13,3	17,6
6	14	16,7
7	10,8	15,7
8	13,7	13,7
9	10,9	14,6
10	13,7	17,2
11	10,5	16,1
12	12,3	16,2
13	13,1	16,1
14	10,2	15,8
15	12,9	16,8
16	13,1	17,9
17	12,9	16,1
18	10,7	15,8

19	12,8	16,1
20	13,8	17,1
21	13,0	17,3
22	9,7	14,2
23	10,8	15,1
24	11,3	15,8
25	12,3	17,2
26	13,4	16,4
27	11,5	16,7
28	12,3	16,3
29	11,9	15,9
30	12,7	17,4
31	13	16,2
32	11,8	15,9
33	10,2	15,1
34	11,0	14,3
35	13,3	15,7
36	13	18,2
37	9,8	14,5
38	13,4	18,1
39	11,3	16,7
40	13,9	19
41	10,7	14,2
42	10,2	16,2
43	9,2	15,8
44	12,5	18,2
45	12	17,2
46	10	15,8
47	12,8	17,9

48	13,5	19
49	13,7	18,6
50	13,8	18,7
Promedio	12	16,4

Tabla 8. Datos de la altura promedio de las plantas con sistema de riego T1.

Altura promedio de las plantas T1		
Plantas	15 días Altura(cm)	30 días Altura(cm)
1	16,2	21,3
2	17,8	20,8
3	18,5	22,3
4	19,1	24,6
5	17	21
6	20,4	25,1
7	16,7	20,9
8	21,3	25,8
9	18,9	23,4
10	19,7	24,6
11	22	26
12	17,5	24,3
13	20,8	25,8
14	16,9	21,6
15	21,7	25,2
16	18,2	23,1
17	20	24,6
18	19,3	24,3

19	21,0	25,8
20	17,6	23,6
21	22	27
22	16,8	24,3
23	19	24,7
24	20,2	25,3
25	21,4	26,1
26	18,4	23,5
27	17,2	22,6
28	19,8	24,3
29	18,6	23,6
30	20,6	24,9
31	16,3	21,4
32	21,6	25,7
33	18	22,3
34	17,9	22,2
35	20,1	24,6
36	21,1	25,3
37	18,7	24,1
38	19,5	21,8
39	22	26,2
40	16,6	21,9
41	20,9	25,1

42	19,2	25,4
43	21,2	26,1
44	18,3	23
45	19,6	24,6
46	20,5	25,2
47	17,7	21,9
48	18,1	23,1
49	21,5	26,8
50	16	20,3
Promedio	19,5	24,2

A los 15 días, las plántulas con frecuencia de riego presentaron mayor altura que aquellas sin frecuencia de riego: 19,188 cm vs 11,962 cm. La diferencia de medias fue 7,226 cm lo que representa un incremento relativo del 60,40% a favor del riego. La prueba t de Student para muestras independientes indicó diferencia significativa ($p < 0.001$) (Tabla 9)

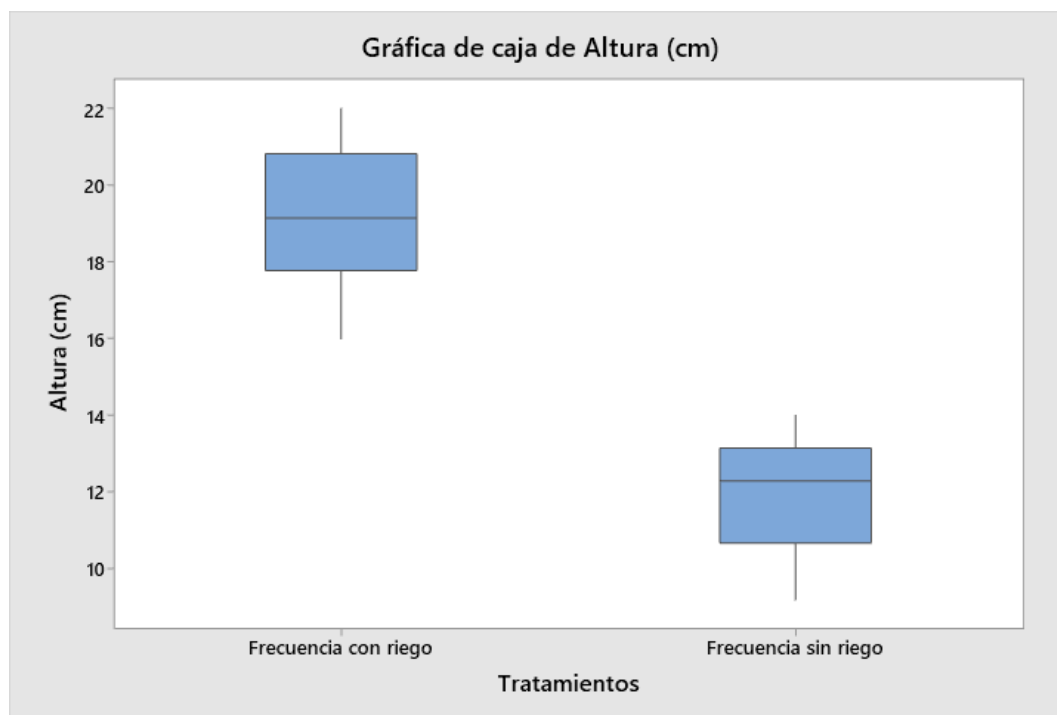
Tabla 9. Comparación de la altura de las plantas(cm) a los 15 días (*Syzygium jambos*)

	Frecuencia de Riego	Sin frecuencia de Riego
Media	19,188	11,962
Varianza	3,123	1,968
Media(1)-Media (2)	7,226	
pHomVar	0,095	
T	22,646	
p-valor	< 0,001	

Nota. Valores en centímetros (cm), =diferencia de media, pHomVar: Pruebad de homogeneidad de varianzas(Levene)

Se observa una diferencia visible en las medianas y rangos de altura entre ambos tratamientos demostrando una mayor altura. Según (Taiz, 2010) hace referencia que el recurso hídrico es el factor más crítico que afecta directamente al crecimiento y desarrollo de las plantas; a su vez la deficiencia de agua inhibe su proceso lo cual conlleva su crecimiento vegetativo.

Figura 6. Grafica comparativa de la caja de altura de ambos tratamientos de 15 días.



A los 30 días, las plántulas con frecuencia de riego presentaron mayor altura que aquellas sin frecuencia de riego: 23.948 cm vs 16.396 cm. La diferencia de medias fue 7.552 cm, lo que representa un incremento relativo del 46.1% a favor del riego. La prueba t de Student para muestras independientes indicó diferencia significativa ($p < .001$) (Tabla 10)

Tabla 10. Comparación de la altura de las plantas(cm) a los 30 días (*Syzygium jambos*)

	Frecuencia de Riego	Sin frecuencia de Riego
Media	23,948	16,396
Varianza	3,094	1,748
Media(1)-Media (2)	7,552	
pHomVar	0,011	
T	24,269	
p-valor	< 0,001	

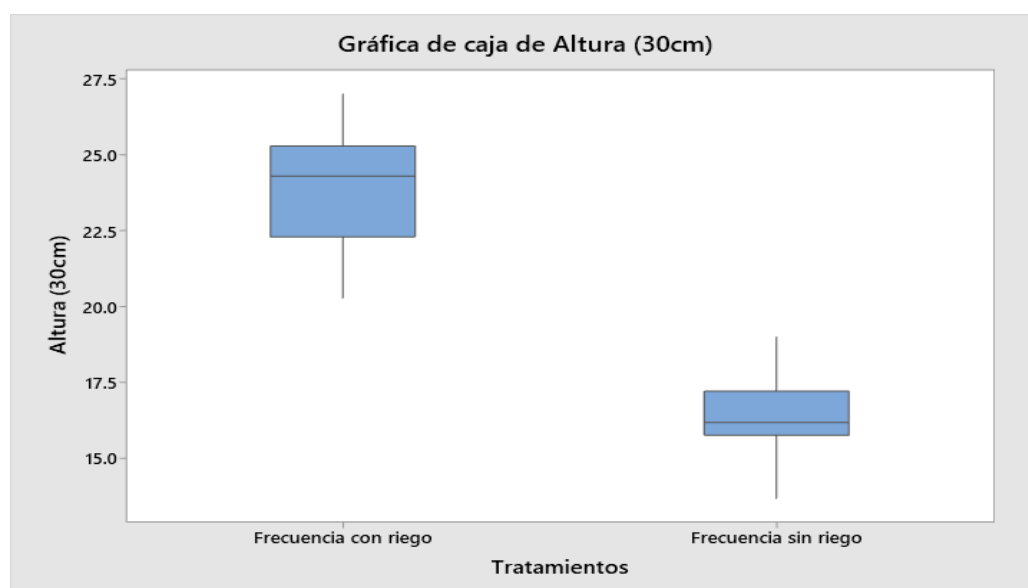
Nota. Valores en centímetros (cm), =diferencia de media, pHomVar: Prueba de homogeneidad de varianzas(Levene)

El diagrama de cajas muestra que el tratamiento con riego tiene una mediana de altura mayor que el tratamiento sin riego, lo que sugiere un efecto positivo del riego sobre el crecimiento de las plantas.

El riego frecuencial favorece el crecimiento de las plantas en términos de altura promedio, mientras que la falta de riego limita significativamente el crecimiento de estas.

El agua en el suelo afecta directamente al desarrollo de la planta ya que esta determina la disponibilidad y absorción de nutrientes necesarias para el desarrollo vegetal. (Hillel, 2004)

Figura 7. Grafica comparativa de la caja de altura de ambos tratamientos de 30 días.



CAPITULO IV

CONCLUSIONES

La implementación del sistema de riego por aspersión para el cultivo de *Syzygium jambos* permitió verificar la viabilidad técnica de esta alternativa como método eficiente de gestión hídrica en la producción plantas de mostrando que la falta de riego limita significativamente el crecimiento de esta.

El uso de técnicas de riego por aspersión permitió maximizar la eficiencia hídrica, evitando excesos o déficits que pudieran afectar el desarrollo fisiológico en la producción de las plantas.

El sistema de riego que se implementó garantizó una distribución homogénea del agua en toda el área de cultivo, adaptándose a las necesidades específicas de las plantas y a los cambios climáticos esto mejoró la uniformidad en el desarrollo de las plantas y maximizo la productividad.

Este análisis demostró que la inversión para la implementación del sistema de riego por aspersión resulta viable al considerar los beneficios que genera incluyendo, mayor eficiencia hídrica, reducción de desperdicios y aumento en la productividad del cultivo. Por lo tanto, la implementación de este sistema se justifica no solo por su impacto técnico, sino también por su rentabilidad a largo plazo en la producción.

RECOMENDACIONES

Se recomienda mantener el riego por aspersión y realizar registros en el cultivo dado que ha demostrado ser altamente eficiente en la optimización del recurso hídrico este método garantiza el desarrollo óptimo de las plantas.

Implementar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo del sistema de riego, que contemple la inspección periódica de la bomba, válvulas, conexiones y aspersores para asegurar su óptimo desempeño. Este plan debe incluir la limpieza de filtros, la revisión de uniones y la calibración de presión, con el fin de prevenir obstrucciones y deterioros que comprometan la eficiencia del riego.

De igual manera, se recomienda documentar cada ciclo de riego, registrando datos de caudal, presión y cobertura para evaluar periódicamente la eficiencia del sistema e introducir mejoras en su operación. Este enfoque contribuirá a la sostenibilidad del recurso hídrico y garantizará la prolongación de la vida útil de los componentes instalados, consolidando el riego por aspersión como una práctica técnica confiable y ambientalmente responsable para futuras implementaciones en la localidad.

BIBLIOGRAFIAS

(. (s.f.).

Arnaldo Augusto Setti, J. E. (2001). INTRODUÇÃO AO GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS. *Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas*.

CIFUENTES, D. E. (2017). METODOS ESTADISTICOS Y DISEÑO DE EXPERIMENTOS: PLANIFICACION, EJECUCION Y ANALISIS DE RESULTADOS . *SCIELO*.

Critchley, W. C. (1991). Water Harvesting for plant production. *Food and Agriculture Organization of the united Nations(FAO)*.

Ecuador, R. D. (2013). “La Gestión Integral de los Recursos Hídricos:Aportes a un desarrollo conceptual para la gobernabilidad del agua.

Eduardo A. Holzapfel, X. M. (2007). Análisis técnico-económico para selección de aspersores. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*.

Espinosa, B. E. (2016). Diseño de un sistema de riego hidrante parcelario con los métodos por Turnos y Clement: análisis técnico y económico. *Redalyc*.

Espinosa, O. L. (2011). PROTOTIPO PARA AUTOMATIZAR UN SISTEMA DE RIEGO MULTICULTIVO. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*.

FAO. (2020). The State of Food and Agriculture 2020 Overcoming water challenges in agriculture. *Rome*.

FAO. (2021). El Estado de los recursos de tierras y aguas del mundo para la alimentacion y la agricultura. *FAO*.

Francisco, M. (2014). *Introducción al Riego*. Mendeley.

Guid D, M. g. (2023). Smart irrigation management for in drylands under climate change. *Agronomy*.

Hillel, D. (2004). *Introduction to Environmental Soil Physics*. Press.

Hipólito Medrano, J. n.-C. (2007). EFICIENCIA EN EL USO DEL AGUA POR LAS PLANTAS. *Investigaciones Geográficas*.

Hipólito, M. (2007). Eficiencia en el uso del agua por las plantas. *Investigaciones Geográficas*.

José Andrés León Mostacero, H. F. (2012). Implementación de riego a precisión en un sistema de pivote central. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*.

León, G. S. (2020). Evaluación del desempeño del riego por aspersión en lotes con cultivo de banana en Chiapas, México. *Scielo*.

- Medrano, H. (2007). EFICIENCIA EN EL USO DEL AGUA POR LAS PLANTAS. *Redaly*.
- Mena, J. A. (2021). Internet de las cosas aplicado en la agricultura ecuatoriana: Una propuesta para sistemas. *Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*. .
- Molinos-Senante. (2013). Optimización de la gestión de recursos hídricos en cuencas deficitarias. *Dialnet*.
- Natalia Flórez-Tuta*, I. Z.-G.-C.-B.-d.-R.-M. (2013). Eficiencia de aplicación de agua en la superficie y en el perfil del suelo en un sistema de riego por aspersión. *Scielo*.
- Natalia Flórez-Tuta, I. Z.-B. (2013). ficiencia de aplicación de agua en la superficie y en el perfil del suelo en un sistema de riego por aspersión. *Scielo*.
- Ortega. (2008). Agricultura de precisión y manejo. *Redalyc*.
- Pacheco, C. (2007). EVALUACION DEL RENDIMIENTO DE SISTEMAS DE RIEGO POR ASPERSION DE BAJA PLUVIOSIDAD COMO RESULTADO DE LA APLICACION DE LA EXTENSÓN COMO SOPORTE TECNICO. *Ingeniería del agua*.
- Pedro Guerrero Posada, C. B. (2012). Tecnología para el riego en viveros de frutales y forestales. *Redalyc*.
- Postel, S. (1999). Pillar of sand: Can the irrigation miracle last? *Norton & Company*.
- Randon Ortiz Calle, J. P. (2021). Eficiencias en el sistema de riego Tumbaco, Ecuador. *Mendeley*.
- Rendón-Macías, M. E. (2016). Estadística descriptiva. *Redaly*.
- Service, N. R. (2020). Irrigation water management: Conservation practice at a standard code 449. *Department of Agriculture*.
- Soriano, F. &. (2007). Deficit irrigation for reducing agricultural water use. *Journal of Experimental Botany*, 147-159.
- Taiz, L. &. (2010). *Fisiología Vegetal*. Sinauer Associates.
- Vega, F. A. (2021). Multi-temporal imaging using an unmanned aerial vehicle for monitoring a sunflower crop. . *Biosystems Engineering*.
- Yaron, D. ,. (2021). Innovations in drip irrigation. *In Economics of water resources: From regulation to privatization*.

ANEXOS

Anexo 1. Preparación del sustrato



Anexo 2. Siembra y ubicación de las fundas.



Anexo 3. Construcción del umbráculo.



Anexo 4. Instalación de T con su respectiva llave de paso



Anexo 5. Colocación de aspersores





madelyn 2

8%
Textos sospechosos

0% Similitudes

0% similitudes entre comillas

0% entre las fuentes mencionadas

1% Idiomas no reconocidos

7% Textos potencialmente generados por la IA

Nombre del documento: madelyn 2.pdf
ID del documento: 2874bf36130e780c1c4a43b09596bfa684303903
Tamaño del documento original: 652,18 kB

Depositante: FRANCEL LOPEZ MEJIA
Fecha de depósito: 7/8/2025
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 7/8/2025

Número de palabras: 5064
Número de caracteres: 32.192

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuente principal detectada

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	TESIS_mavelyn.pdf TESIS_mavelyn #e33da3 Viene de de mi biblioteca 6 fuentes similares	91%		Palabras idénticas: 91% (4629 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	TSRPA-2023-2-08.docx TSRPA-2023-2-08 #d4a96b Viene de de mi grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (12 palabras)
2	Documento de otro usuario #325970 Viene de de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (10 palabras)
3	agriculturawiki.com Eficiencia hídrica en la agricultura con tecnologías sosteni... https://agriculturawiki.com/eficiencia-hidrica-en-la-agricultura-con-tecnologias-sostenibles/	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (10 palabras)

