



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

EXTENSIÓN 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 INGENIERO AGROPECUARIO

“SISTEMA DE BOMBEO EN LA IMPLEMENTACIÓN DE RIEGO POR MICROASPERSIÓN EN LA CÁMARA TÉRMICA”

AUTORA: BARREIRO ROMERO MARÍA JOSÉ

DOCENTE TUTOR: Ing. MARCO DE LA CRUZ, Mg.

El Carmen, agosto del 2025

 Uleam EL OY ALFARO DE MANABÍ	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A).	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1 Página 1 de 1

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) 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 de la estudiante Barreiro Romero María José, legalmente matriculado/a en la carrera de Ingeniería Agropecuaria, período académico 2025 (I), cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es “Sistema de bombeo en la implementación de riego por microaspersión en la cámara térmica”.

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 de 2025.

Lo certifico,



Ing. Marco De La Cruz, Mg.

Docente Tutor(a)

Área: Agricultura, Silvicultura, Pesca y Veterinaria

ASIGNACIÓN DE TRIBUNAL

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

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

SISTEMA DE BOMBEO EN LA IMPLEMENTACIÓN DE RIEGO POR
MICROASPERSIÓN EN LA CÁMARA TÉRMICA

AUTOR: Bareeiro Romero María José

TUTOR: Ing. De la Cruz Chicaiza Marco Vinicio Mg.

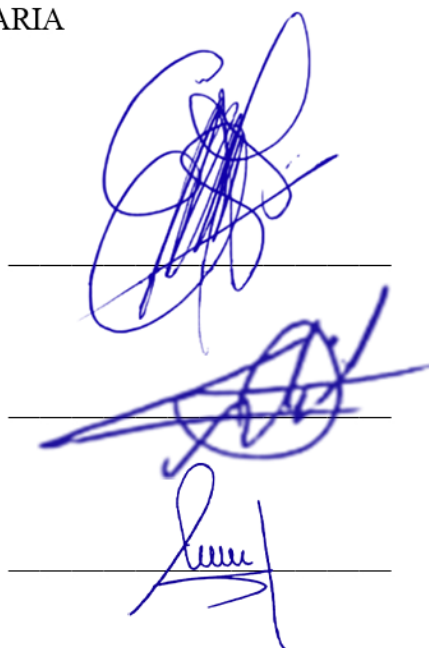
TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA AGROPECUARIA

TRIBUNAL DE TITULACIÓN

Ing. Tacuri Troya Elizabeth, Mg.

Ing. Cobeña Loor Nexar, Mg.

Ing. González Dávila Ricardo Paúl, Mg.



DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, María José Barreiro Romero con cedula de ciudadanía 131442706-1, estudiante de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, Extensión El Carmen, de la Carrera Ingeniería Agropecuaria, declaro que soy autora de la tesis titulada **“Sistema de bombeo en la implementación de riego por microaspersión en la cámara térmica”**, 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,



María José Barreiro Romero

DEDICATORIA

A mis padres, por ser la base firme sobre la cual he construido cada uno de mis sueños. Gracias por su amor infinito, por enseñarme que la constancia vence cualquier obstáculo y que la humildad engrandece cualquier logro. Cada paso que doy está inspirado en los valores que ustedes me inculcaron y en los sacrificios que hicieron para que yo pudiera llegar hasta aquí. Este triunfo es también suyo, porque sin su guía y ejemplo no habría sido posible.

A mis hermanos, quienes han sido compañeros de aventuras, consejeros sinceros y apoyo incondicional en todas las etapas de mi vida. Gracias por las palabras de ánimo, por la paciencia en mis ausencias y por recordarme siempre que la familia es un refugio donde se renuevan las fuerzas para seguir adelante.

Y a esa persona especial que, sin necesidad de grandes gestos, ha estado presente en cada momento importante, compartiendo silencios, celebrando alegrías y ofreciendo apoyo en los días difíciles. Gracias por alentarme incluso cuando las fuerzas parecían agotarse y por caminar a mi lado en este recorrido que hoy culmina en una meta importante. Tu apoyo ha sido un motor silencioso pero invaluable para alcanzar este objetivo.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mis padres y a toda mi familia, quienes han sido el pilar fundamental en mi vida. Gracias por su amor incondicional, por su apoyo constante y por enseñarme con su ejemplo el valor del esfuerzo, la disciplina y la perseverancia. A ustedes les debo no solo la oportunidad de formarme académicamente, sino también los principios y valores que me han guiado a lo largo de este camino. Cada sacrificio realizado, cada palabra de aliento y cada gesto de cariño han sido la fuerza que me impulsó a seguir, incluso en los momentos más difíciles. Este logro es también suyo, porque sin su respaldo no habría sido posible llegar hasta aquí.

A mis amigos y a todas aquellas personas que estuvieron a mi lado durante este proceso, les agradezco de corazón por brindarme su compañía, por escucharme en mis días de preocupación y por celebrar conmigo cada pequeño avance. Gracias por sus palabras de motivación, por su comprensión en los momentos de ausencia y por recordarme que los grandes logros se construyen con el apoyo de quienes creen en nosotros. Cada risa compartida y cada consejo recibido quedarán guardados en mi memoria como parte esencial de esta etapa.

Finalmente, extiendo mi más sincero agradecimiento al Ing. Marco De la Cruz, Mg., mi tutor de tesis, por su orientación, paciencia y compromiso durante todo el desarrollo de este trabajo. Su experiencia, dedicación y disposición para guiarme con claridad han sido determinantes para el cumplimiento de los objetivos planteados. Agradezco profundamente el tiempo y el esfuerzo invertido en cada revisión, en cada

observación y en cada palabra de motivación que me ayudó a perfeccionar este proyecto y a crecer como profesional.

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTO.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	X
INDICE DE TABLAS	XI
ÍNDICE DE GRÁFICOS	XII
ANEXOS	XIII
RESUMEN	XIV
ABSTRACT	XV
CAPITULO I	16
1. INTRODUCCIÓN.....	16
PROBLEMA	17
JUSTIFICACIÓN.....	18
.....	19
1.1. Objetivo General.....	19
1.2. Objetivo Específicos.....	19
1.3. METODOLOGIA.....	20
CAPITULO II.....	28
2. MARCO TEORICO	28

2.1. GENERALIDADES DEL RIEGO	28
2.2. ANTECEDENTES.....	37
2.3. TRABAJOS RELACIONADOS	39
CAPITULO III	41
3. DESARROLLO DE LA PROPUESTA	41
3.1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA O PROCESO.....	41
3.2. DISEÑO Y SELECCIÓN DE TECNOLOGÍAS, HERRAMIENTAS O EQUIPOS A IMPLEMENTAR	42
3.3. DESCRIPCIÓN Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO, HERRAMIENTA O MÉTODO IMPLEMENTADO VARIABLES	50
3.4. UNIDAD EXPERIMENTAL	50
3.5. TRATAMIENTOS.....	50
3.6. CARACTERÍSTICAS DE LAS UNIDADES EXPERIMENTALES.....	51
3.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	51
CAPITULO IV.....	54
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	54
4.1. Variable altura de la planta	54
4.2. Variable área foliar	55
4.3. Peso aéreo	55
4.4. Peso de raíz	56

4.5. Análisis de costo de los tratamientos.....	58
4.6. Desgloses de gastos.....	59
CAPITULO V	60
5. CONCLUSIONES	60
CAPITULO VI.....	61
6. RECOMENDACIONES	61
Referencias Bibliográficas	LXII
ANEXOS	LXVII

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del ensayo	20
Figura 2. Acondicionamiento del lugar	43
Figura 3. Limpieza del pozo	43
Figura 4. Distancia del pozo	44
Figura 5. Acondicionamiento de la bomba.....	44
Figura 6. Instalación de la bomba.....	45
Figura 7. Manguera	46
Figura 8. Accesorios.....	46
Figura 9. esquema de la cámara térmica.....	48
Figura 10. Diseño del sistema de bombeo.....	48

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Análisis de T.....	50
Tabla 2 Ttratamientos.....	51
Tabla 3 Unidades experimentales.....	51
Tabla 4 Costo de los tratamientos	58
Tabla 5 Desglose de gastos.....	59

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Altura de la planta en la evaluación del efecto de los dos tiempos de riego.	54
Gráfico 2: Área foliar de planta en la evaluación del efecto de los dos tiempos de riego.	55
Gráfico 3: Peso aéreo de planta en la evaluación del efecto de los dos tiempos de riego.	56
Gráfico 4: Peso de raíz de la planta en la evaluación del efecto de los dos tiempos de riego.	57

ANEXOS

Anexo 1. Prueba t para medias de dos muestras emparejadas de la variable altura de la planta.....	LXVII
Anexo 2. Prueba t para medias de dos muestras emparejadas de la variable área foliar.	LXVII
Anexo 3 Prueba t para medias de dos muestras emparejadas de la variable peso aéreo.	LXVIII
Anexo 4 Prueba t para medias de dos muestras emparejadas de la variable peso de raíz.	LXVIII
Anexo 5 peso de raíz	LXIX
Anexo 6 Peso de raíz 2	LXIX
Anexo 7 Conteo de raíz	LXIX
Anexo 8 Conteo de raíz 2	LXIX
Anexo 9 Altura de la planta	LXIX
Anexo 10 peso aéreo	LXIX
Anexo 11 Área Foliar	LXX
Anexo 12 Desglose de gastos	LXXI

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo implementar un sistema de bombeo para riego por microaspersión en una cámara térmica de la granja experimental “Río Suma” de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, evaluando su eficiencia y el efecto de dos tiempos de riego sobre variables vegetativas. El diseño consideró la selección de una bomba sumergible, instalación de tuberías y micro aspersores, así como la distribución estratégica del sistema para garantizar uniformidad en la aplicación de agua. Se evaluaron dos tratamientos: riego de 15 minutos y riego de 20 minutos cada cuatro días por un periodo de 15 días, en un área de 78 m² con 200 plantas distribuidas en 20 unidades experimentales, La metodología incluyó investigación documental, de campo y experimental, con análisis estadístico mediante prueba t de Student pareada al 5% de significancia, usando el software INFOSTAT. Las variables medidas fueron altura de planta, área foliar, peso aéreo y peso de raíz, los resultados mostraron que no existieron diferencias significativas entre tratamientos en altura de planta, área foliar y peso de raíz. Sin embargo, el peso aéreo presentó diferencias significativas ($p < 0,0003$), con mayor valor en el tratamiento de 20 minutos (166 gramos de peso aéreo) respecto a 15 minutos (98 gramos de peso aéreo). Esto indica que un mayor tiempo de riego favorece la acumulación de biomasa aérea sin afectar significativamente otras variables, se concluye que el sistema de bombeo implementado permitió un riego eficiente y uniforme, y que el tiempo de 20 minutos es recomendable cuando se busque maximizar la biomasa aérea en condiciones controladas de cámara térmica y sustrato de suelo

Palabras claves: microaspersión, humedad, temperatura, recurso, variable.

ABSTRACT

The objective of this research was to implement a pumping system for micro-sprinkler irrigation in a thermal chamber at the “Río Suma” experimental farm of the Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, evaluating its efficiency and the effect of two irrigation times on vegetative variables. The design considered the selection of a suitable submersible pump, the installation of pipelines and micro-sprinklers, as well as the strategic distribution of the system to ensure uniform water application. Two treatments were evaluated: 15-minute irrigation and 20-minute irrigation every four days for 15 days, in a 78 m² area with 200 plants distributed in 20 experimental units, the methodology included documentary, field, and experimental research, with statistical analysis performed using a paired Student's t-test at a 5% significance level, processed with INFOSTAT software. The measured variables were plant height, leaf area, aerial weight, and root weight, results showed no significant differences between treatments in plant height, leaf area, and root weight. However, aerial weight presented significant differences ($p < 0.0003$), with higher values in the 20-minute treatment (166 g) compared to 15 minutes (98 g). This indicates that a longer irrigation time favors the accumulation of aerial biomass without significantly affecting other parameters, it is concluded that the implemented pumping system allowed for efficient and uniform irrigation, and that the 20-minute irrigation time is recommended when the goal is to maximize aerial biomass under controlled thermal chamber conditions.

Keywords: micro-spraying, humidity, temperature, resource, variable.

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos tiempos, a nivel mundial ha existido un avance bastante significativo dirigido hacia la agricultura gracias a nuevas tecnologías en Sistemas de Riego como el Riego por Aspersión, Riego por Microaspersión, Riego por Goteo, etc. Los Sistemas de Riego convencionales dependían de molinos para regar sin poder controlar y conocer las cantidades de agua adecuadas para los cultivos por lo que ocasionaron un excesivo desperdicio del recurso hídrico y un inadecuado desarrollo para las plantas Dumoulin, (1964).

Según Quebrajo Moya, (2016), es importante adaptar los Sistemas de Riego a la heterogeneidad del suelo, ya que el agua puede presentar variabilidad en la velocidad de filtración o en la capacidad de retención del recurso hídrico, así como también, tomar en cuenta el sistema radicular para sobrellevar la aplicación de un Sistema de Riego.

Fundación, (2019) menciona que, el agua es uno de los recursos naturales más importantes del planeta, en su mayoría, la flora y la fauna dependen y subsisten gracias a este recurso no renovable. Actualmente el planeta atraviesa un estado vulnerable por lo que está padeciendo de cambios climáticos donde el agua en sus distintas variaciones ha producido erosiones en el suelo y disminución en la filtración de líquido hacia el suelo, el mal manejo del recurso hídrico es un problema grave generado por el desperdicio excesivo de agua en distintas áreas agrícolas, dar a conocer la eficiencia de los sistemas de riego consigue reducir y mejorar el problema de regadíos en distintos sembríos reflejando una mejora en los cultivos de los agricultores.

La dificultad que se presenta en el sector agrícola es la poca dotación y escaso conocimiento de los sistemas de riego idóneos, que ayuden a reducir los escapes de agua y la pérdida de agua por evaporación además de la desinformación sobre un ambiente en el que varía la temperatura y la humedad como lo es en el caso de una cámara térmica, Rodríguez, (2016).

PROBLEMA

La escasez de agua provoca estrés hídrico viéndose afectado el rendimiento y desarrollo de las plantas por lo que es necesario recurrir a técnicas de sistema de riego para suministrar agua y obtener una mejor respuesta de dichos cultivos, Delgado, (2017). Además, la escasez de agua puede influir en el microclima que existe dentro de una cámara térmica lo que favorece a las enfermedades, Pilaguano, (2020).

El desconocimiento de los sistemas de riego idóneos puede generar un impacto negativo en la producción agrícola, ya que existen diferentes tipos de sistemas de riego como el riego por goteo o riego por microaspersión, debido a que puede existir una ineficiencia en el uso del recurso hídrico viéndose afectada no solo la disponibilidad del agua sino también la salud del cultivo, Cruz Tun Dzul, (2011). Asimismo, la inexperiencia en el manejo y mantenimiento en los sistemas de riego no solo puede afectar la eficiencia del riego sino también el bienestar de los cultivos, un mal manejo puede llevar a una mala distribución del agua y un incorrecto mantenimiento obtiene como resultado un alto costo además de que puede requerir reparaciones constantes lo que lo llevaría a sobreexplotar el recurso hídrico debido al desperdicio constante, FAO, (1997)

La cámara térmica es un lugar donde se garantiza y optimiza la sanidad además de la calidad en los hijuelos provenientes de plantas madre, la cámara térmica es una

estructura que evita la pérdida de calor, generando una temperatura de entre 45° a 65° C; también es resistente a la degradación por aproximadamente 4 años, Pérez, (2019).

JUSTIFICACIÓN

Romero, (2010), ha confirmado que, la evolución y desarrollo mundial a través de los años trae consigo el avance continuo de nuevas tecnologías, el sector agrícola ha logrado implementar muchas de ellas dando como resultado un buen desarrollo productivo sin dejar de lado la amabilidad con el medio ambiente. Actualmente gran parte de la sociedad ha aceptado que el agua es un recurso de difícil renovación.

Los sistemas de riego ayudan a proporcionar la cantidad de agua adecuada siendo beneficiosa para el desarrollo de los cultivos lo que reduce la probabilidad de estrés hídrico, Delgado, (2017).

El sistema de riego por microaspersión es una técnica idónea que consiste en la aplicación de agua de forma uniforme a través de pequeñas gotas que son lanzadas al aire mediante aspersores de baja presión viéndose como una lluvia muy fina, Cadavid, (2020).

El beneficio de las cámaras térmicas para con los agricultores es que permite producir de manera fácil y técnica, permitiendo la eliminación de patógenos como resultado de las altas temperaturas, Pérez, (2019).

En base a los problemas antes mencionados se plantea el siguiente trabajo de investigación, titulado: Sistema de bombeo en la implementación de riego por microaspersión en la cámara térmica, ubicado en la granja experimental “Río Suma” perteneciente a los predios de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

1.1. Objetivo General

Sistema de bombeo en la implementación de riego por microaspersión en la cámara térmica.

1.2. Objetivo Específicos

- Implementar un sistema de bombeo en la implementación de riego por microaspersión en la cámara térmica ubicada en la granja experimental.
- Determinar el tiempo optimo de riego por microaspersión utilizando el sistema de bombeo en la cámara térmica.
- Establecer los costos económicos asociados al uso del sistema de bombeo para riego por microaspersión.

1.3. METODOLOGIA

1.3.1. Ubicación del ensayo

El presente trabajo de investigación se desarrollarlo en la granja experimental “Río Suma” perteneciente a los predios de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, ubicada en el km 35, cantón El Carmen, provincia de Manabí.

Figura 1 Ubicación del ensayo



Fuente: Google maps, (2024)

1.3.2. Características del lugar del ensayo

Figura 2 Característica del lugar

Características	El Carmen
Clima	Trópico Húmedo
Temperatura (°C)	20,4°C – 29, 2°C
Humedad Relativa (%)	87,45%

Precipitación media	233,83
anual (mm)	
Altitud (msnm)	260
Topografía	Irregular
Tipo de suelo	Franco arenoso
Pluviosidad	60%
Heliofanía	1283,80 horas de brillo solar

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI, 2017)

1.3.3. Materiales y equipos:

- Bomba de agua sumergible EMP ½ HP 110V C/CAJA
- Manguera ¾ negra agrícola rollo
- Válvula antirretorno
- Cable Dúplex 2*6
- Llave de paso ¾ universal PVC
- Adaptador ¾ macho aluminio
- Bushing 1-1/4 * 1

1.3.4. Accesorios

- Abrazaderas (32-35 MM)
- Piola
- Unión doble hilo
- Pala

- Escalera
- Flexómetro
- Teflón
- Cinta de aislar de 9 m negra

1.1.1. Implementación y Manejo del ensayo.

- **Selección del área de instalación del sistema de bombeo:** Se identificó el lugar para ubicar la bomba que abastece al sistema de riego por microaspersión, dicho lugar se encuentra en al área de piscicultura; considerando que allí se halla localizado la fuente de agua y a la cámara térmica.
- **Inspección del sitio para la implementación del sistema de bombeo:** Evaluación de condiciones topográficas del terreno, disponibilidad de energía eléctrica y accesos para la instalación del sistema de bombeo.
- **Realización del esquema del sistema de bombeo:** Elaboración del plano técnico que incluye bomba, tubería (manguera), válvulas y conexiones.
- **Implementación del sistema de bombeo:** Montaje físico de la bomba y tendido de las mangueras hasta la entrada de la cámara térmica.
- **Realización de pruebas del sistema de bombeo:** Verificación de la fuente de abastecimiento, inspección del sistema para garantizar un bombeo uniforme.
- **Toma de datos:** De acuerdo a lo planificado tanto en las variables como en los objetivos específicos se procedió con la toma de datos en campo 2 veces con una diferencia de 15 días, que fueron tabulados estadísticamente.
- **Análisis e interpretación de los resultados:** Los resultados arrojados fueron analizados e interpretados en tablas y gráficos para su mejor comprensión.

1.1.2. Métodos de investigación

- **Investigación básica**

Según (Oscar Manuel Narvaez, 2014), se caracteriza porque parte de un marco teórico y permanece en él; la finalidad radica en formular nuevas teorías o modificar las existentes, en incrementar los conocimientos científicos o filosóficos, pero sin contrastarlos con ningún aspecto práctico.

- **Investigación aplicada**

Según (Oscar Manuel Narvaez, 2014), la investigación aplicada se encuentra estrechamente vinculada con la investigación básica, pues depende de los resultados y avances de esta última ya que toda investigación aplicada requiere de un marco teórico, sin embargo, en una investigación empírica, lo que le interesa al investigador, primordialmente, son las consecuencias prácticas.

- **Investigación documental**

Este tipo de investigación según (Oscar Manuel Narvaez, 2014), se realiza apoyándose en fuentes de carácter documental, esto es, en documentos de cualquier especie, como subtipos de esta investigación encontramos la investigación bibliográfica, la hemerográfica y la archivística; la primera se basa en la consulta de libros, la segunda en artículos o ensayos de revistas y periódicos, y la tercera en documentos que se encuentran en los archivos, como cartas, oficios, circulares, expedientes, etcétera.

- **Investigación de campo**

Este tipo de investigación según (Oscar Manuel Narvaez, 2014), se apoya en informaciones que provienen entre otras, de entrevistas, cuestionarios, encuestas y observaciones, como es compatible desarrollar este tipo de investigación junto a la

investigación de carácter documental, se recomienda que primero se consulten las fuentes documentales, a fin de evitar una duplicidad de trabajos.

- **Investigación experimental**

Según (Oscar Manuel Narvaez, 2014), recibe este nombre la investigación que obtiene su información de la actividad intencional realizada por el investigador y que se encuentra dirigida a modificar la realidad con el propósito de crear el fenómeno mismo que se indaga, y así poder observarlo

- **Investigación no experimental**

Según (Oscar Manuel Narvaez, 2014), se entiende por investigación no experimental cuando se realiza un estudio sin manipular deliberadamente las variables

- **Investigación cuantitativa**

(Oscar Manuel Narvaez, 2014), es aquella que utiliza predominantemente información de tipo cuantitativo directo. Dentro de la investigación cuantitativa se pueden observar:

- **Diseños experimentales:** se aplican experimentos "puros", entendiendo por tales los que reúnen tres requisitos fundamentales: 1) Manipulación de una o más variables independientes; 2) Medir el efecto de la variable independiente sobre la variable dependiente; y 3) Validez interna de la situación experimental.
- **Diseños cuasi experimentales:** se utilizan cuando no es posible asignar al azar los sujetos de los grupos de investigación que recibirán tratamiento experimental.
- **La encuesta social:** es la investigación cuantitativa de mayor uso en el ámbito de las ciencias sociales y consiste en aplicar una serie de técnicas específicas con el

objeto de recoger, procesar y analizar características que se dan en personas de un grupo determinado.

Estudios cuantitativos con datos secundarios: los cuales, a diferencia de los dos anteriores, abordan análisis con utilización de datos ya existentes.

- **Investigación cualitativa:**

Según (Oscar Manuel Narvaez, 2014), es aquella que persigue describir sucesos complejos en su medio natural, con información preferentemente cualitativa. Los principales tipos de investigación cualitativa son:

- **Investigación-acción:** es un tipo de investigación aplicada, destinada a encontrar soluciones a problemas que tenga un grupo, una comunidad, una organización. Los propios afectados participan en la misma.
- **Investigación Participativa:** es un estudio que surge a partir de un problema que se origina en la misma comunidad, con el objeto de que en la búsqueda de la solución se mejore el nivel de vida de las personas involucradas

1.1.3. Técnicas de investigación

- **Observación:**

Según (Vasquez, 2005) es un procedimiento importante en la investigación científica, puede entenderse como “el proceso mediante el cual se perciben deliberadamente ciertos rasgos existentes en la realidad por medio de un esquema conceptual previo y con base en ciertos propósitos definidos generalmente por una conjetura que se quiere investigar”.

- **La encuesta:**

Según (Torrado, 2004) la encuesta es un método de investigación basado en una serie de preguntas dirigidas a sujetos que constituyen una muestra representativa de una población con la finalidad de describir y/o relacionar características personales, permitiendo así generalizar las conclusiones.

- **Entrevistas:**

La entrevista es una técnica muy útil para la recolección de datos en la investigación cualitativa, se define como un diálogo que fija un objetivo específico más que una simple conversación, las entrevistas son principalmente útiles en las fases descriptiva y exploratoria de la investigación y en el desarrollo de instrumentos de recolección de datos (Laura Díaz-Bravo, 2013).

- **Grupos de enfoque:**

Según (Calderón-Cascante, 2013):

- a) **Enfoque técnico:** se aprovecha la fuente de agua siendo captada, bombeada y conducida por tuberías que permiten irrigar mediante la microaspersión.
- b) **Enfoque económico:** el área es aprovechada en cultivos para obtener rentabilidad, con la gran ventaja de aprovechar el recurso hídrico evitando problemas de contaminación.
- c) **Enfoque social:** el agricultor establece un apego a su predio, lo que le permite lograr un reforzamiento con su propiedad, evitando la migración y asegurando las condiciones de vida de la población.

- **Estudios de caso:**

El estudio de caso está enmarcado dentro de la investigación aplicada o también conocida como investigación tecnológica, está orientada a resolver problemas concretos, a desarrollar nuevos programas, a evaluar situaciones, diagnosticar necesidades, buscar buenas decisiones y alternativas de solución a problemas específicos de una realidad determinada. Existe como referencia la cita, el presente proyecto pretende mediante la implementación de una cámara térmica lograr mejorar la producción para algún cultivo determinado (Cubas Perez, 2019).

- **Procedimiento:**

- a) **Identificación de la fuente de abastecimiento:** Se procedió a identificar el lugar más idóneo para realizar la captación y conducción del agua, se llegó a la conclusión de que el lugar más idóneo como fuente de abastecimiento es el pozo ya que este cumple con todos los parámetros para la obtención del agua y enviar directamente a la cámara térmica donde se instalara el sistema de bombeo en la implementación de riego por microaspersión en la cámara térmica.
 - b) **Fuente de energía:** Se realizó la instalación de la fuente de energía, se instaló un toma corriente accesible para el buen uso y manejo de la bomba de agua.
 - c) **Instalación de la bomba:** Se procedió a realizar la instalación de la bomba de agua utilizando la fuente de abastecimiento del agua y la fuente de energía para lograr llevar el agua hasta la cámara térmica donde se realizará el sistema de bombeo por microaspersión.
- **Colocación de la manguera:** Se colocó la manguera de $\frac{3}{4}$ negra agrícola criolla, realizando una buena captación y una buena tubería para la obtención de agua de esta manera ser llevada hasta la cámara térmica.

CAPITULO II

2. MARCO TEORICO

2.1. GENERALIDADES DEL RIEGO

Según la página de innovación (Storyboard , s.f.), el riego comenzó aproximadamente en el año 6000 a.C. tanto en Egipto como en Mesopotamia. Estas antiguas sociedades reencaminaron los ríos Nilo y Tigris / Éufrates inundados entre julio y diciembre y después, el agua sería drenada de regreso a los ríos. El primer gran proyecto de irrigación se produjo alrededor del 3100 a.C. en Egipto e implicó la construcción de presas y canales para desviar las aguas de la inundación del Nilo a un lago artificial llamado "Moeris". Sistemas de canales similares también existían en América precolombina, Siria, China e India.

El Rey Hammurabi fue el primero en establecer regulaciones sobre el agua, incluida la distribución de agua basada en los acres cultivados y las responsabilidades de los agricultores de mantener los canales en sus propiedades. El shadoof / shaduf, un poste grande que se balanceaba en una viga transversal con una cuerda y una cubeta atada a un extremo y un contrapeso en el otro extremo, se inventó alrededor de 1700 a. Este dispositivo funcionó tirando de la cuerda para bajar el cucharón a una fuente de agua, luego levantando el balde y balanceándolo alrededor del poste para regar los campos o mover el agua a otra fuente. Permitió el riego cuando no había inundaciones y terrenos más altos que debían cultivarse (Storyboard , s.f.).

Alrededor de 700 a. C., se desarrolló la rueda hidráulica egipcia. Utilizando una tecnología similar a las ruedas hidráulicas de hoy en día, este dispositivo vaciaba el agua en acueductos o abrevaderos. Esta creación fue el primer dispositivo de elevación no operado por humanos. No mucho después, el qanat se convirtió en la primera técnica para usar agua subterránea al construir un pozo vertical en un terreno inclinado. Los túneles

cavaron horizontalmente a través del agua bien permitida para viajar por gravedad. La rueda de agua persa, también llamada sakia, es el primer uso conocido de lo que ahora conocemos como bomba. Esta rueda fue alimentada por bueyes. Alrededor de 250 a. C., un erudito griego inventó el tambor, que era un tornillo en un tubo vacío que giraba para recoger agua. Los molinos de viento se desarrollaron en 500 AD y existe evidencia de su uso en Persia (Irán actual) (Storyboard , s.f.).

En todo el mundo, el riego parece haber comenzado con canales y embalses, aunque las técnicas de muchas culturas variaron. Los cingaleses de Sri Lanka han sido llamados los "maestros del riego" y fueron los primeros en construir embalses artificiales. Los chinos usaron varios métodos, incluidas las bombas de cadena impulsadas por pedales, ruedas de agua hidráulicas o ruedas mecánicas movidas por bueyes. Un ingeniero coreano inventó el primer pluviómetro en 1441, lo que permitió a los agricultores utilizar mejor la información de su encuesta. En Arizona, Estados Unidos, los canales se utilizaron para regar cultivos ya en 1200 a. La tecnología moderna de riego probablemente se originó en el asentamiento mormón de la Cuenca del Gran Lago Salado de Utah alrededor de 1847 (Storyboard , s.f.).

Hoy en día, según (Storyboard , s.f.) utilizan varios tipos de sistemas de riego, como irrigación de superficie, riego por goteo, riego por aspersión, riego secundario y más. Los agrónomos seleccionan el método más apropiado para el área, los cultivos y los recursos disponibles. El riego modificó los patrones humanos al permitir que los humanos tuvieran una fuente constante de sustento que pudiera cultivarse a gran escala. Además, ha permitido que las civilizaciones sobrevivan, e incluso prosperen, en entornos hostiles y habitan estas áreas permanentemente. Sin embargo, también impactó negativamente a la sociedad. El control del agua y las tierras cultivables ha sido monopolizado por las

élites, y por supuesto, han surgido desafíos técnicos debido a la distribución, la contaminación y la sequía. El desarrollo del riego contribuyó a la fundación del mundo "civilizado" y al crecimiento de la ingeniería, particularmente la hidráulica.

2.1.1. Importancia del riego

Según (Casares, 2012), el agua es el principal constituyente de todos los organismos vivos; en las plantas representa el 80 % o más de su peso, además, el agua es el medio de transporte de los nutrientes provenientes del suelo y en el proceso fotosintético, el agua se combina con el dióxido de carbono para constituir la biomasa, a pesar de esto el mayor consumo del agua no es para la formación de los tejidos, sino para contrarrestar el proceso de transpiración, que en la mayoría de los cultivos se estima el 95 % del consumo de este vital elemento.

Los primeros indicios sobre el manejo del agua con fines de irrigación para la agricultura según (Lopez M. S., 2024), se encontraron en Egipto y Mesopotamia hace aproximadamente 6000 años. Para hacerlo se tiene registro de que modificaban el curso de los ríos, lo cual permitía un suministro para la sociedad y sus actividades productivas, lo cual dio origen a las civilizaciones sedentarias como las conocemos en la actualidad. Estas técnicas mejoraron al utilizar una fuente de agua superficial (ríos, presas, represas), y no fue hasta la primera revolución industrial de 1847 cuando en un asentamiento mormón de la Cuenca del Gran Lago Salado de Utah, surge la tecnología conocida como riego tecnificado, donde se implementó la extracción de agua del subsuelo por medio de bombas y tuberías, lo que inició la innovación de los primeros sistemas de riego (aspersión, microaspersión, entre otros). Más de un siglo después surge el riego de precisión moderno (riego por goteo), desarrollado por el ingeniero israelí Simcha Blass (1959), el cual, sin lugar a duda, se trata del desarrollo tecnológico más avanzado hasta

la actualidad (en materia de riego agrícola) siendo es el más utilizado para el ahorro de agua, ya que logra una eficiencia aproximada de hasta el 95 %, al ser un 10 % más eficiente que los demás tipos de riego tecnificado y hasta un 45 % de riego superficial. La UNESCO en el 2016 señaló que el empleo del agua para uso agrícola es deficiente, debido a que el 54 % utilizado no se aprovecha adecuadamente (Gomez, 2020), lo que implica una pérdida cuantiosa de recursos económicos invertidos para su extracción, por lo que es necesario eficientizar su uso (Moya, 2017). Con base en lo anterior, para seleccionar la técnica de riego adecuada se deben considerar una serie de factores tales como: el tipo de cultivo, tipo de suelo, fuente de pág. 3510 abastecimiento de agua, recursos financieros, entre otros; por lo tanto, el objetivo de este artículo fue determinar el grado de eficiencia de los diferentes sistemas de riego.

2.1.2. Tipos de sistemas de riego

Sistemas por aspersión: Según (Lopez, 2015), el sistema de riego por aspersión es relativamente nuevo, comienza verdaderamente a usarse ahora pues los agricultores tienden cada vez más a mecanizar sus fincas, Su desarrollo a un ritmo mayor empezó después de la segunda guerra mundial, en este método de riego el agua se aplica en forma de llovizna la cual se produce mediante el paso de agua a presión a través de tuberías de las que sale por pequeños orificios, esta presión se obtiene normalmente por medio de una bomba centrífuga aun cuando se pueden también aprovechar cargas debidas a diferencias de nivel, la ventaja de este sistema ha adquirido y seguirá adquiriendo una gran importancia ya que posee innumerables ventajas como la alta eficiencia de aplicación del agua y uniformidad en su penetración lo cual hace recomendable su uso especialmente cuando hay una disponibilidad limitada de ese recurso y, además cuando el terreno es muy permeable, esto último hace muy difícil y deficiente el riego por

métodos superficiales ya que en suelos de esa naturaleza es difícil una buena distribución de la humedad, aun cuando en los métodos de gravedad es posible obtener la misma eficiencia.

Riego por goteo: Según (Groppa, 1983), el riego por goteo es uno de los sistemas más eficientes, efectivos, prácticos y económicos, no sólo por su menor uso del agua sino por las economías logradas en el uso de la mano de obra y fertilizantes, además de incrementar drásticamente la producción y la calidad. ¿Qué es el riego por goteo? Es un método diferente de riego, es sin duda un enfoque agronómico distinto para cultivar plantas bajo condiciones controladas de humedad y nutrientes. El riego por goteo ofrece la posibilidad de alimentar a las plantas de forma continua, de acuerdo con sus requerimientos específicos. De esta manera, los resultados logrados se traducen en óptimo desarrollo y crecimiento, con máximos rendimientos.

Riego por bombeo: Es una variante del riego por aspersión, pero trabaja con presiones bajas, caudales pequeños y diámetros de cobertura reducidos, el agua se aplica al cultivo en forma de lluvia fina, se emplea en riego de hortalizas que requieren alta humedad relativa y para regar frutales por debajo de la copa (Pesada).

Riego por gravedad: El riego por superficie o gravedad es una práctica de riego tradicional técnicamente adaptada a suelos pesados, en terrenos llanos, principalmente. Esta técnica de riego se caracteriza por tener una alta demanda de mano de obra, mientras que presenta la ventaja de su bajo coste en términos de energía.

Riego por inundación: El riego artesanal por inundación es una técnica tradicional que consiste en inundar las parcelas de cultivo con agua, aprovechando el flujo natural de ríos o canales. Este método es común en áreas donde el acceso a tecnología de riego avanzado es limitado, no requiere maquinarias complejas, solo canales o surcos para

dirigir el agua, es de bajo costo, ideal para pequeños agricultores, ya que minimiza la inversión y se dependencia del clima, Su eficacia depende del caudal de fuentes de agua, facilita la distribución uniforme del agua, puede mejorar la calidad del suelo al permitir la sedimentación de nutrientes, como también permite cultivos en áreas de terrenos irregulares.

Riego hidropónico: Según (S.L, 2022), el riego hidropónico o hidroponía es un sistema que consiste en incorporar una solución nutritiva y equilibrada disuelta en el agua de riego que cuente con todos los elementos necesarios para el desarrollo de los cultivos, la hidroponía se refiere tanto a la técnica como a la instalación que permite utilizar este sistema de regadío, los sistemas de riego hidropónico pueden clasificarse en aquellos que utilizan un medio líquido, aquellos que van en sustrato y los sistemas aeropónicos.

2.1.3. Fuentes de abastecimiento

El suministro de agua de riego podrá efectuarse por distintas fuentes que pueden dividir en:

Aguas de superficie: Son aguas provenientes de zonas naturales y artificiales puestas dentro de la explotación o puestas en el exterior de esta. Las fuentes naturales externas más comunes son lagos naturales, lagos artificiales, ríos y cursos de agua.

Aguas subterráneas: Son fuentes hídricas situadas en zonas adyacentes de la explotación, que utilizan agua extraída mediante bombas de pozos o de fuentes hídricas naturales subterráneas.

Acueducto: Son fuentes de distribución artificial y procedente de redes comunes externas a la explotación, diferentes de las aguas de superficie.

Aguas residuales depuradas: Son fuentes hídricas procedentes de sistemas de depuración.

Aguas desalinizadas: Son fuentes hídricas procedentes de embalses salados que, antes de utilizarse en agricultura, se tratan al fin de reducir la concentración de sales.

Aguas salobres: Son aguas procedentes de embalses salados caracterizados por un bajo contenido de sal y que, entonces, pueden utilizarse directamente sin aportar tratamiento de desalinización.

2.1.4. Sistemas de conducción de agua

La conducción de agua por gravedad, se clasifica en dos tipos de sistemas de flujo: libre y a presión. En el primero, la presión corresponde a la del aire o la presión atmosférica y el agua conducida por el sistema está en contacto con el aire por lo que su flujo es libre. Este es característico de canales abiertos o, incluso, tuberías que trabajan sin estar completamente llenas (trabajan a un caudal menor al máximo) pero con permanente movimiento de agua. Es la más fácil de operar porque no necesita reguladores de presión ni infraestructuras de control, siendo un sistema sencillo y económico, requiriendo de poco mantenimiento. Por estas razones, en las comunidades rurales se le da prioridad a la implementación de estos sistemas por encima de los de a presión. En estos últimos, las tuberías trabajan completamente llenas, lo que crea una presión igual o superior a la atmosférica; por ello, se requiere mantener una determinada presión en el sistema por lo que tanto ésta como el flujo de agua se regula a través de válvulas y cámaras rompe carga (Garcia, 2013).

2.1.5. Calidad de agua

(Bonet Pérez, 2011) En la agricultura de regadío la calidad del agua es un importante factor a considerar para la obtención de altos rendimientos agrícolas, además adquiere cada día más actualidad e importancia debido a la limitación de los recursos hídricos, al aumento de la contaminación de embalses y ríos y a la excesiva explotación de las aguas subterráneas.

En las regiones áridas y semiáridas del planeta, donde el clima es desfavorable para el desarrollo de las especies vegetales, el agua no se encuentra fácilmente. Cuando esta aflora a la superficie suele presentar una baja calidad. A su vez los suelos de estas regiones acumulan sales solubles, estos problemas se localizan en 1/3 de las tierras del planeta dedicados a la agricultura.

(Ortega, 1986), expone que una de las causas principales de la salinización secundaria de los suelos en Cuba es el riego poco técnico y el uso de aguas de baja calidad.

Según (Westcott, 1987), la tendencia actual de evaluación de la calidad del agua para propósitos de riego es más cualitativa que cuantitativa, evitando el uso de clasificaciones rígidas y refiriéndose a cada caso en una forma elástica y particular ya que el agua es un recurso cada día más escaso que debe ser manejado cuidadosamente dependiendo de las condiciones ambientales, el tipo de suelo y de cultivo, y de las condiciones económicas y sociales de los agricultores.

Según (Moral, 1996), el uso de agua de mala calidad puede ocasionar problemas en el suelo y en los cultivos; estos pueden ser problemas de salinidad; disminución de la tasa de infiltración, toxicidad específica sobre los cultivos y otros.

2.1.6. Bombas de agua

Según (Claudio García, 2019), el proceso de selección de una bomba para riego consta de varias etapas que van desde la determinación de los parámetros de instalación hasta la selección definitiva y especificación del modelo seleccionado. Los parámetros relativos a la instalación son básicamente determinar el caudal, la presión y el NPSH disponible. Medidas todas realizadas mediante cálculos, en base a las necesidades para cada situación. Los parámetros relativos a la bomba son los que caracterizan a la misma y se obtienen mediante ensayos de laboratorio realizados por los fabricantes. Los resultados generados en estos ensayos, se traducen en el comportamiento cualitativo de la bomba, esto referido a la altura manométrica, la potencia en el eje de la bomba, el rendimiento o eficiencia de la misma y el NPSH requerido para cada velocidad de rotación de la bomba ensayada. A partir de este punto se está en una situación de elegir el tipo de bomba (centrífuga, axial, etc.). Con el tipo de bomba elegido se realiza una preselección de la misma en base a las características presentadas en catálogos por los diferentes fabricantes. Por último, para la selección definitiva de la bomba se debe realizar un análisis comparativo de los aspectos técnicos y económicos de distintos modelos y marcas, de manera de encontrar la mejor solución que se adecúa a la situación en que la bomba va a trabajar.

(LENA, 2014), Normalmente la energía que impulsa al agua de riego resulta del empleo de una o más bombas de agua, que se encargan de que esta llegue a los emisores con la suficiente presión. Las bombas utilizadas para la captación de agua desde balsas, estanques o depósitos son las denominadas centrífugas que, en la superficie, son capaces de aspirar el agua desde una altura máxima de alrededor de siete metros. Para la extracción de agua de pozos se utilizan bombas de otro tipo, llamadas sumergibles.

2.2. ANTECEDENTES

Según la (Comision Nacional , 2011), en México existen 118 mil pozos para uso agrícola de acuerdo al PRONASE, alrededor del 70% de dichos sistemas de bombeo tienen potencial de mejorar su eficiencia en consumo de energía, la eficiencia del sistema de bombeo puede mejorarse en aproximadamente un 30% a través de su rehabilitación.

En el sector agropecuario, se ha venido trabajando con agricultores de escasos recursos para rehabilitar sistemas de bombeo ineficientes, desde 2001 se han rehabilitado alrededor de 6 mil pozos, con una mejora de eficiencia promedio de 37% a 77%, con base en la experiencia del sector, se estima que el 75% de los agricultores no están informados sobre el consumo de energía de los sistemas de bombeo y de las oportunidades de ahorro en el consumo energético por la rehabilitación del sistema (Comision Nacional , 2011).

También (Duffy, 2010) y (Mossande, 2015) al (2015), afirman que la seguridad alimentaria del mundo depende del mejoramiento de las técnicas de riego de los pequeños agricultores en países en vías de desarrollo, los cuales cultivan la mitad del área agrícola mundial; sin embargo, el 80% carece de acceso a los servicios eléctricos, lo que agrava la situación existente, esto también es concerniente a los productores y productoras agrícolas cubanos.

La creciente preocupación por la sostenibilidad en la agricultura y la necesidad de optimizar el uso de los recursos hídricos impulsaron el desarrollo de tecnologías de riego más eficientes. Los sistemas de micro aspersión no solo reducen el desperdicio de agua, sino que también ayudan a evitar la salinización del suelo, un problema común en las técnicas de riego tradicionales. La micro aspersión se presenta como una solución ideal para el riego en terrenos con limitaciones de agua (Reyes, 2010).

Los pozos profundos representan una buena solución técnica para abastecer de agua de riego en proyectos productivos de alta rentabilidad, que estén manejados por un grupo familiar o un grupo de 2 a 10 productores individuales, que dispongan de un terreno comunitario, o bien que sus predios individuales estén distribuidos en torno al pozo, y de esta manera reducir el costo por conducción del agua de riego (normalmente con tubería de PVC), no obstante lo anterior, la ubicación del pozo debe corresponder a las mejores posibilidades hidrogeológicas del sector, criterio técnico que debe primar sobre el costo de conducción (INDAP , 2010).

Bombas de pozo profundo con motor sumergido

Son bombas verticales de turbina, que ocupan menos espacio que las anteriores (de voluta), debido al diámetro limitado del impulsor, la altura alcanzada en la impulsión es pequeña, por lo que se utilizan varias etapas (bombas multicelulares) y se construyen de tal modo que se puede montar el número de etapas deseado añadiendo impulsores semejantes uno sobre otro, son bombas de cuerpo cilíndrico que se alojan dentro de la cañería de captación en los pozos profundos, el motor se ubica debajo de la bomba y es lubricado por agua, al arrancar el motor se pasa inmediatamente desde cero a las revoluciones de funcionamiento, lo que puede provocar arrastres que dañan el acuífero (de ahí la importancia del desarrollo del pozo y el uso de cribas), en los pozos profundos con bajo rendimiento (típicamente habilitados en tubería de PVC), se emplean electrobombas sumergidas de 4" con capacidad máxima de 60 l/min (1 l/s) a 60 metros de profundidad en versión monofásica; y 180 l/min (3 l/s) a 60 metros de profundidad en versión trifásica, en los pozos profundos de mayor rendimiento, normalmente habilitados en cañería de acero, se emplean electrobombas sumergidas de mayor diámetro (6", 8" y 10") (INDAP , 2010).

2.3. TRABAJOS RELACIONADOS

Diversos estudios e implementaciones prácticas han demostrado la efectividad de los sistemas de bombeo en combinación con riego por micro aspersión, especialmente en viveros ubicados en ambientes controlados como cámaras térmicas.

Uno de los trabajos más destacados fue desarrollado por (Guzman, 2017), quienes diseñaron un sistema de micro aspersión para un vivero forestal ubicado en condiciones climáticas controladas, su propuesta consideró la selección de la bomba adecuada según el caudal y la presión requeridos, el dimensionamiento de las tuberías y la uniformidad de riego obtenida, los resultados demostraron una mejora significativa en la eficiencia hídrica del vivero, reduciendo el estrés hídrico en las plántulas.

Asimismo, el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA, 2019) ha documentado diversos proyectos en Argentina donde se han implementado sistemas de bombeo acoplados a micro aspersores en viveros hortícolas, destacando la importancia de un diseño adecuado que considere la presión de operación y el número de emisores, garantizando una cobertura uniforme y una mínima pérdida de agua.

En Perú, (Hernandez, 2020), evaluaron la eficiencia de un sistema de riego por micro aspersión en viveros de cítricos bajo invernadero, se concluyó que, con un sistema de bombeo correctamente calibrado, es posible lograr una distribución homogénea del agua, con coeficientes de uniformidad mayores al 90 %, lo que incide directamente en el crecimiento homogéneo de las plantas.

La eficiencia en el uso del agua en sistemas de riego es un factor determinante para la producción agrícola en ambientes controlados como invernaderos y cámaras térmicas. Según (Martinez, 2018), la microaspersión permite una distribución uniforme del agua y un control preciso de la humedad, lo que optimiza el crecimiento de las plantas y reduce el consumo hídrico.

Estudios relacionados por (Ramirez, 2020), en cultivos hortícolas bajo cubierta demostrando que el uso de bombas sumergibles en sistemas de microaspersión reduce pérdidas por evaporación y mejora la eficiencia energética del riego, especialmente cuando se integran con sistemas de automatización.

Por su parte, (Gonzales, 2017), señalan que la implementación de sistemas presurizados con controladores de caudal en riego localizado incrementa el rendimiento de cultivos hasta un 25% en comparación con métodos tradicionales, además de permitir un manejo más eficiente de fertilizantes y agroquímicos.

Asimismo, investigaciones de (Herrera, 2019), evidencian que la combinación de micro aspersores de alta uniformidad con sensores de humedad en cámaras térmicas favorece el control climático y reduce el estrés hídrico en las plantas, logrando una mejora en la calidad del producto final.

CAPITULO III

3. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

3.1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA O PROCESO

Según (Chile riego , s.f.) el objetivo principal de esta propuesta es poner en marcha un sistema de bombeo para asegurar el suministro de agua, mediante microaspersión, en un invernadero o cámara térmica, la idea surge de la importancia de mantener niveles adecuados de humedad y temperatura para que las plantas crezcan y se desarrollen bien desde el principio, el sistema estará formado por una bomba de agua, una serie de tuberías (tanto principales como secundarias), válvulas para controlar el flujo y micro aspersores colocados estratégicamente, la bomba se elegirá teniendo en cuenta cuánta agua se necesita, la altura a la que debe elevarse y la distancia desde donde se toma el agua (ya sea un pozo, un depósito o un tanque elevado) hasta la zona de riego. Se priorizará una bomba que consuma poca energía, requiera poco mantenimiento y pueda integrarse con sistemas automáticos en el futuro, la toma de agua desde la fuente mediante un tubo de succión con una válvula de pie y un filtro para evitar que entren impurezas, el envío del agua a través de la bomba hacia un sistema de distribución compuesto por una

tubería principal (normalmente de PVC o polietileno), conductos secundarios y las líneas de microaspersión. Para llevar a cabo el proyecto, primero se evaluará el terreno, la fuente de agua, la cantidad de agua que necesitan las plantas y los materiales más adecuados, una vez instalado el sistema, se harán pruebas y ajustes para asegurar que funcione.

3.1.1. Antecedentes

Los sistemas de micro riego, en particular la microaspersión, han demostrado mejorar notablemente la eficiencia en el uso del agua, aplicando volúmenes precisos justo donde lo necesitan las plantas. En un análisis reciente, (López-Olivari, 2016), menciona que: los sistemas de micro riego han mejorado la eficiencia en la aplicación de agua, lo que ha permitido aplicar adecuados volúmenes al cultivo, y a su vez mejorar la distribución del agua en el terreno, con el fin de favorecer un desarrollo homogéneo del cultivo y la obtención de mayores y mejores rendimientos”.

3.2. DISEÑO Y SELECCIÓN DE TECNOLOGÍAS, HERRAMIENTAS O EQUIPOS A IMPLEMENTAR

3.2.1. Ubicación de la propuesta

Esta en la avenida Chone, El Carmen- Santo Domingo. km 35, redondel de la virgen del Carmen. Entrada a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión El Carmen- Facultad de Agropecuaria, Granja experimental “Rio Suma”. Área de viveros.

3.2.2. Coordenadas GPS

PHRF+53G, El Carmen, Ecuador

Latitud: 0°15' S

Longitud: 79°26' O

3.2.3. Metodología de la propuesta

El procedimiento para poner en marcha el sistema de bombeo y riego por microaspersión en el invernadero se divide en varias fases técnicas, abarcando el diseño, la instalación y el inicio de los elementos clave del sistema. A continuación, se detallan los pasos concretos para la instalación de la bomba, el cableado y el transporte del agua hasta la base del vivero:

Acondicionamiento del lugar y estudio del pozo

- Se realizó una revisión del pozo de agua, verificando la profundidad, el nivel del agua, así como la calidad del agua.

Figura 3 Acondicionamiento del lugar



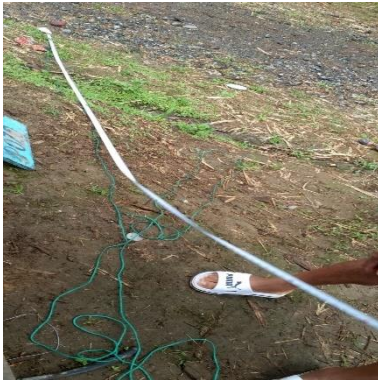
- Se limpió el pozo si hace falta, comprobando que no haya sedimentos ni atascos que puedan afectar al funcionamiento de la bomba.

Figura 4 Limpieza del pozo



- Se midió la distancia del pozo hasta la cámara térmica

Figura 5 Distancia del pozo



Elección y acondicionamiento de la bomba

- Se escogió una bomba sumergible adecuada a la profundidad del pozo, la distancia de impulsión hasta la cámara térmica y el caudal solicitado por el sistema de microaspersión.

Figura 6 Acondicionamiento de la bomba



- Válvula antirretorno o válvula de retención para impedir que el agua retroceda.
- Filtro de succión para impedir la entrada de partículas.

Instalación del cableado eléctrico

- Se conectó el cable eléctrico sumergible a la bomba, usando uniones selladas y cinta para proteger las uniones contra la humedad.
- Se sujetó el cable a lo largo del tubo de impulsión (tubería de salida de la bomba) con abrazaderas de plástico cada 1 a 2 metros para evitar que se enrede al bajarla.
- El cable se extendió desde la bomba hasta el tablero de control o fuente de alimentación, que debe tener protección térmica e interruptores automáticos apropiados.

Instalación de la bomba en el pozo

- Se bajó cuidadosamente la bomba al interior del pozo usando cuerdas guía o soportes, asegurándose de no dañar el cableado.

Figura 7 Instalación de la bomba



- La bomba debe quedar ubicada a una profundidad segura por debajo del nivel dinámico del agua para impedir que trabaje en seco.
- Se aseguró la parte superior del sistema de impulsión para impedir que la bomba se hunda más de lo debido.

Instalación de la manguera o tubería de impulsión

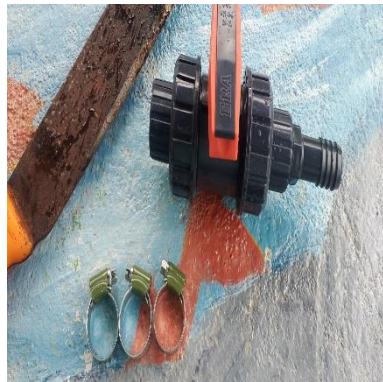
- Se conectó una manguera de $\frac{3}{4}$ desde la salida del pozo hasta la base del vivero o cámara térmica.

Figura 8 Manguera



- Se instaló accesorios como uniones, válvulas de paso si se necesitan cambios de dirección o puntos de control de flujo.

Figura 9 Accesorios



- La manguera se llevó por el aire para asegurar su protección contra daños mecánicos o exposición animales y vehículos.

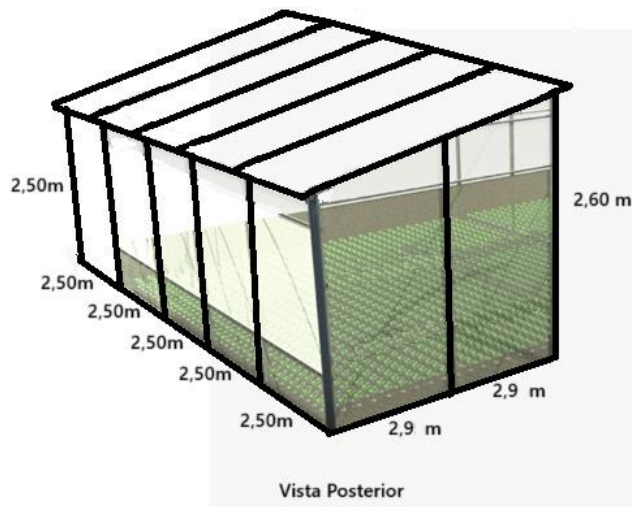
Inicio y retoques finales

- Se activó el sistema eléctrico y se comprueba que la bomba trabaje sin interrupciones.

- Se examinó toda la red de tuberías en busca de escapes, bloqueos o inconvenientes con la presión.
- Se instruyó al encargado del vivero sobre cómo usar y mantener de forma básica el sistema de bombeo y riego.

3.2.4. Esquema cámara térmica

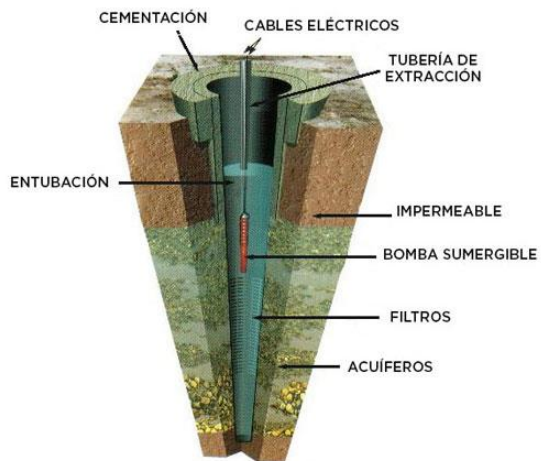
Figura 10 esquema de la cámara térmica



Fuente: Google imágenes

3.2.5. Diseño gráfico del sistema de bombeo

Figura 11 Diseño del sistema de bombeo



Fuente: Google imágenes

3.2.6. Descripción de los componentes

- Bomba de agua sumergible EMP ½ HP 110V C/CAJA
- Manguera ¾ negra agrícola rollo
- Válvula antirretorno
- Cable Dúplex 2*6
- Llave de paso tigre ¾ universal PVC
- Adaptador ¾ macho aluminio
- Bushing 1-1/4 * 1
- Abrazaderas (32-35 MM)
- Piola
- Escalera
- Flexómetro
- Pala
- Unión doble hilo
- Escalera
- Teflón
- Cinta de aislar de 9m negra

3.3. DESCRIPCIÓN Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO, HERRAMIENTA O MÉTODO IMPLEMENTADO VARIABLES

- **Variable Independiente**

1. Tiempo de riego con dos niveles: 15 minutos y 20 minutos cada 4 días por 15 días

- **Variables Dependientes**

1. Altura de la planta
2. Área foliar
3. Peso aéreo
4. Peso de raíz

3.4. UNIDAD EXPERIMENTAL

La unidad experimental estuvo conformada por 2 tiempo de riego

3.5. TRATAMIENTOS

A continuación, se detalla los tratamientos evaluados

Tabla 1 Esquema del Análisis de T

Tabla 1 Análisis de T

Fuente de variación	Prueba de T
Total (n)	200
Tratamientos	2

Tabla 2 Características de los Tratamientos.

Tabla 2 Ttratamientos

Tratamientos	Numero de plantas	Tiempo de riego
D1	100	15 minutos
D2	100	20 minutos

3.6. CARACTERÍSTICAS DE LAS UNIDADES EXPERIMENTALES

Se contó con un total de 200 Unidades experimentales, con un área de estudio 13m*6m de 78m², donde se aplicará una T de Student.

Tabla 3 Características de la unidad experimental

Tabla 3 Unidades experimentales

Características de las unidades experimentales	
Superficie del ensayo	650 m ²
Número de unidades experimentales	20
Plantas por unidad experimental	5 plantas
Plantas a evaluar	3 plantas
Total, de plantas	200 plantas

3.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se utilizó la prueba de T Student pareada, también conocida como prueba de t para datos de muestras dependientes. La cual se incluyen en ensayos que permiten evaluar dos poblaciones, donde se toma la información en los individuos con las medias de estas dos poblaciones, por lo cual permitió evaluar los dos tiempos de riego, sobre el crecimiento y desarrollo de planta.

Para el análisis estadístico se realizó el nivel de significancia al 5% con la ayuda del software estadístico INFOSTAT versión 2020.

Distribución de la prueba T de Student:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)} = \frac{\bar{d}}{sd}$$

3.7.1. Materiales y equipos de campo

- Cuaderno
- Lápiz
- Borrador
- Lapiceros
- Cinta métrica
- Balanza
- Navaja

3.7.2. Materiales de oficina y muestro

- Computadora

3.7.3. Manejo del ensayo

Para el manejo del ensayo de investigación se deben realizar labores culturales y registro de variables.

Acondicionamiento de la cámara térmica: Se acondicionó la cámara térmica conjunto al sistema de riego.

División de las plantas: Se procedió a dividir la cámara térmica para colocar los 20 tratamientos.

Identificación de las plantas: Para identificar las plantas se colocó un letrero a lado de cada unidad experimental con la codificación de cada uno de los tratamientos.

Riego: El riego se realizó según la planificación para realizar la investigación, con un riego de 15 minutos cada 4 días por 15 días y un riego de 20 minutos cada 4 días por 15 días.

CAPITULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Variable altura de la planta

Al analizar los resultados en la prueba de T de Student en la variable altura se definió que no existió diferencia significativa entre los dos tiempos de riego, teniendo un $(p > 0,0970)$ y la medida del T1 (15 minutos de riego) siendo de 30,25cm y la media del T2 (20 minutos de riego) siendo de 32,18cm.

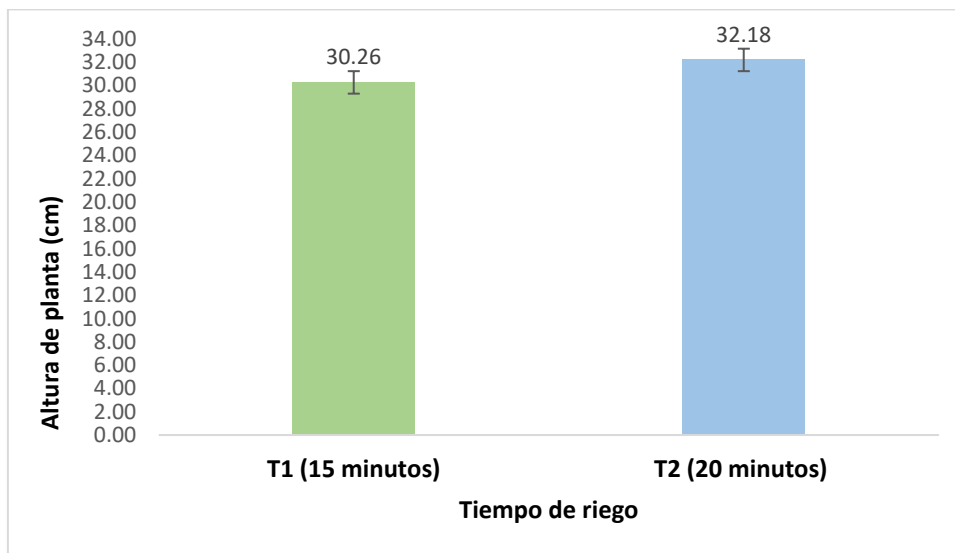


Gráfico 1 Altura de la planta en la evaluación del efecto de los dos tiempos de riego.

Según (Aguilar Macas, 2023), reportaron que el tratamiento T2 (2 riegos por semana de 2 horas con lámina de 20 mm y fertirriego) produjo significativamente mayor altura en la planta madre e hijo (4,08 m y 2,11 m), la emisión foliar (0,8 hojas/semana) y el peso del racimo (75,6 lb), en comparación con el testigo.

4.2. Variable área foliar

Al analizar los resultados en la prueba de T de Student en la variable área foliar se definió que no existió diferencia significativa entre los dos tiempos de riego, teniendo un ($p > 0,7257$) y la media del T1 (15 minutos de riego) siendo de $539,84\text{cm}^2$ y la media del T2 (20 minutos de riego) siendo de $552,13\text{cm}^2$.

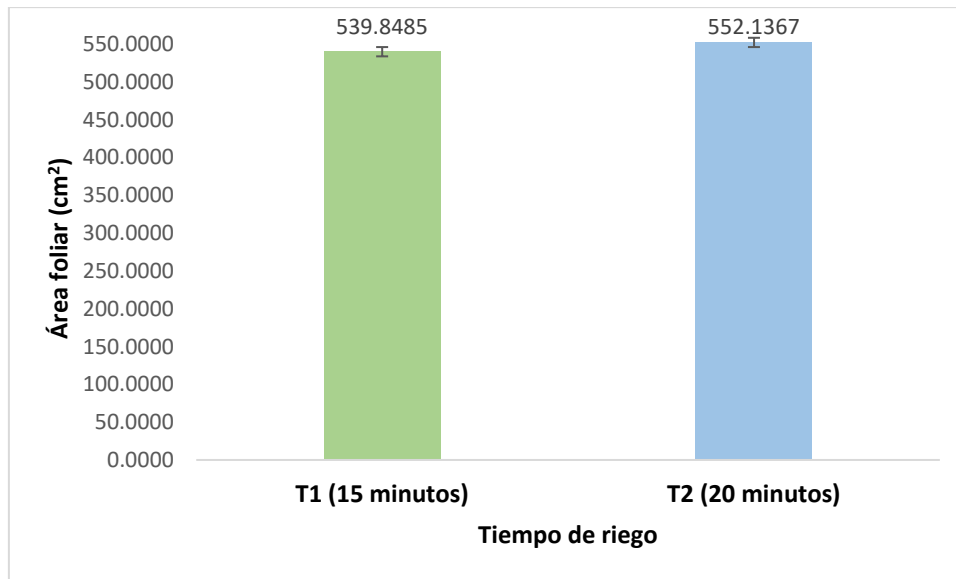


Gráfico 2: Área foliar de planta en la evaluación del efecto de los dos tiempos de riego.

Según (Aguilar Macas, 2023), el tratamiento de 2 riegos por semana de 2 horas con lamina de 20 mm y fertirriego (T2) aumentó promovió una mayor emisión foliar (0,8 hojas/semana), lo cual sugiere un incremento en el desarrollo del área foliar de las plantas de plátano, comparado con regímenes menos intensivos.

4.3. Peso aéreo

Al analizar los resultados en la prueba T de Student en la variable de peso aéreo se definió que, si existió diferencia significativa entre los dos tiempos de riego, teniendo un ($p > 0,000204$) y la media del T1 (15 minutos de riego) siendo de 98g y la media del T2 (20 minutos de riego) siendo de 166g.

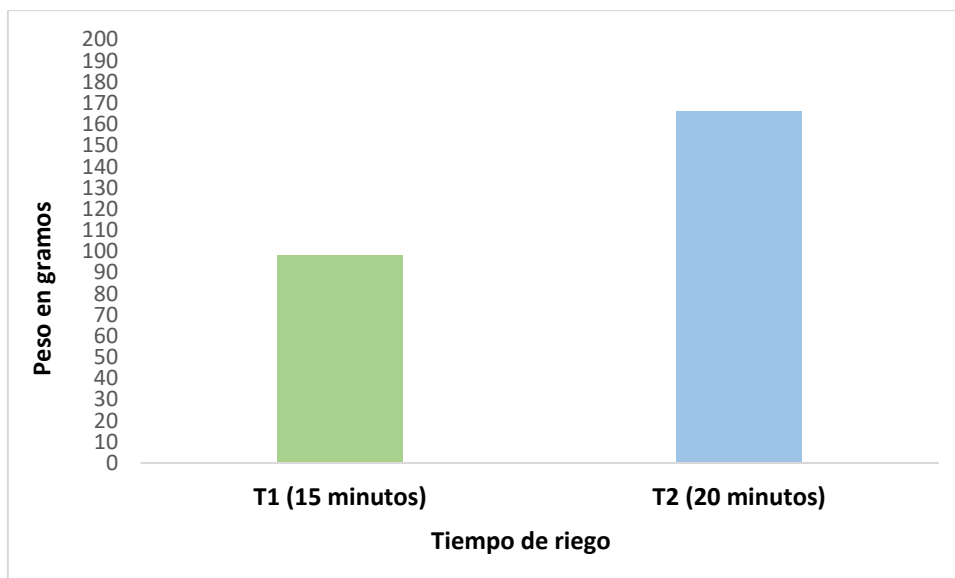


Gráfico 3: Peso aéreo de planta en la evaluación del efecto de los dos tiempos de riego.

Si bien no existe estudios que comparen exactamente un riego de 20 minutos frente a uno cada 15 días, (Monier) recomienda humedecer la superficie del suelo y las hojas al menos dos veces al día durante 15 minutos, especialmente en días calurosos, para favorecer el desarrollo temprano de las plantas de plátano.

4.4. Peso de raíz

Al analizar los resultados en la prueba de T de Student en la variable área foliar se definió que no existió diferencia significativa entre los dos tiempos de riego, teniendo un ($p > 0,0687$) y la media del T1 (15 minutos de riego) siendo de 144,80g y la media del T2 (20 minutos de riego) siendo de 63,00g.

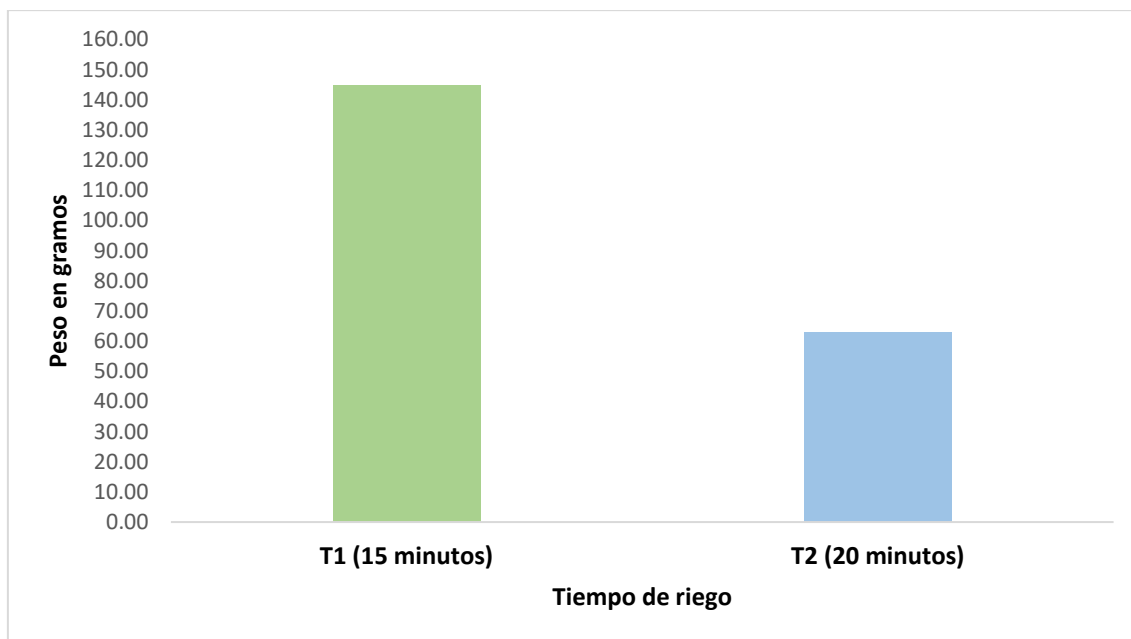


Gráfico 4: Peso de raíz de la planta en la evaluación del efecto de los dos tiempos de riego.

Según (Van Asten, 2020), el riego completo mejoró significativamente la acumulación de biomasa total y la biomasa del cormo en *Musa spp.*, favoreciendo el desarrollo de las estructuras subterráneas.

4.5. Análisis de costo de los tratamientos

Tabla 4 Costo de los tratamientos

Rubros	Tratamientos	
Costos	T1 (15 minutos)	T2 (20 minutos)
Costos Fijos		
Implementación		
Sistemas de bombeo	205,14	205,14
Sustrato		
Tierra de montaña	2,50	2,50
Gallinaza	3,00	3,00
Humus	5,00	5,00
Cal	6,00	6,00
Selección de colín	10,00	10,00
Limpieza de colín	10,00	10,00
Siembra	10,00	10,00
Total, Costos Fijos	251,64	251,64
Costos Variables		
Mano de obra		
Colín	50,00	50,00
Desmalezado	2,00	3,00
Riego	1,80	2,00
Viáticos	12,00	12,00
Insumos		
Fungicida		
Vitavax (40 cm³)	2,40	2,40
Total, Costos Variables	68,20	69,40
Total, Costos	319,84	321,04

4.6. Desgloses de gastos

Tabla 5 Desglose de gastos

DESGLOSE DE GASTOS			
	DESCRIPCION	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	BOMBA SUMERGIBLE EMTOP 1/2HP 110V C/CAJA	\$ 160,00	\$ 160,00
1	MANGUERA 3/4 NEGRA AGRICOLA ROLLO	\$ 23,50	\$ 23,50
20m	CABLE DUPLEX 2*6	\$ 0,65	\$ 13,04
1	BUSHING 1-1/4 X 1 POLIMEX	\$ 1,30	\$ 1,30
1	ADAPTADOR 3/4 UNIVERSAL PVC	\$ 0,78	\$ 0,78
1	LLAVE PASO TIGRE 3/4 UNIVERSAL PVC	\$ 3,70	\$ 3,70
SUBTOTAL IVA 15%			\$ 18,82
SUBTOTAL 0%			\$ 183,50
SUBTOTAL SIN IMPUESTOS			\$ 202,32
ICE			\$ -
IVA 15%			\$ 2,82
VALOR TOTAL			\$ 205,14

- **Materiales:** Bomba sumergible, manguera, válvula antirretorno, cable dúplex, llaves de paso, abrazaderas, adaptador, entre otros, nos dio un total de \$205,14
- **Accesorios extras:** Unión doble hilo, teflón, cinta de aislar, entre otros, un total de \$4,00
- **Mano de obra:** \$50
- **Mantenimiento anual:** \$40
- **Fuente de financiamiento:** inversión por parte de la estudiante Barreiro Romero María José

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES

- La implementación del sistema de bombeo para riego por microaspersión en la cámara térmica cumplió con el objetivo de garantizar un suministro de agua eficiente y uniforme, optimizando el uso del recurso hídrico en condiciones controladas y asegurando una adecuada distribución en todas las unidades experimentales.
- Los resultados indicaron que el Tratamiento T2 (20 minutos de riego) cada cuatro días favoreció significativamente la acumulación de peso aérea, respecto al Tratamiento de T1 (15 minutos de riego), sin afectar de forma significativa la altura de la planta, el peso aéreo foliar ni el peso de la raíz.
- El sistema presentó un costo de implementación y mantenimiento accesible en relación con los beneficios obtenidos, lo que lo convierte en una alternativa viable para su aplicación en ambientes controlados como cámaras térmicas.

CAPITULO VI

6. RECOMENDACIONES

- Agricultores sigan implementando sistema de bombeo que acompañe al sistema de riego para tener un mejor rendimiento por ende una mayor productividad en los cultivos especialmente en el Carmen que es un sector platanero.
- En base con los resultados obtenidos del Tratamiento T2 (20 minutos de riego) se recomienda realizar una investigación de más tiempo de riego ya que solo una variable se observó significativa, se propone dar un riego más prolongado durante todo el ciclo de la cámara térmica para obtener datos más reales.
- Realizar evaluaciones económicas periódicas del sistema considerando costos de mantenimiento, consumo energético y reposición de equipos, con el fin de mantener la viabilidad financiera y asegurar el cumplimiento del objetivo de establecer los costos económicos asociados al riego por microaspersión.

Referencias Bibliográficas

Aguilar Macas, H. F. (2023). Obtenido de

<https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/608>

Cadavid, V. y. (2020). *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RIEGO*

AUTOMATIZADO Y MONITOREO DE VARIABLES AMBIENTALES

MEDIANTE IOT EN LOS CULTIVOS URBANOS DE LA FUNDACIÓN

MUJERES EMPRESARIAS MARIE POUSSEPIN. BOGOTÁ: UNIVERSIDAD

CATÓLICA DE COLOMBIA. Obtenido de

<https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/5dbe9100-e30b-4c32-a627-a0492baa7f56/content>

Calderón-Cascante, M. J.-C. (2013). *Diseño de la línea de conducción de agua y el*

sistema de riego modelo propuesto para la sociedad de usuarios de agua de

asentamiento río Guayabo de Turrialba, Turrialba, Cartago. Cartago:

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA. Obtenido de

https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/5810/sistema_riego_río_guayabo.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Casares, J. A. (2012). *Sistema de riego*. Institutos de Estudios Santa Maria .

Chile riego . (s.f.). Obtenido de [https://chileriego.cl/sistemas-de-riego-por-](https://chileriego.cl/sistemas-de-riego-por-microaspersion/)

[microaspersion/](https://chileriego.cl/sistemas-de-riego-por-microaspersion/)

Comision Nacional . (Diembre de 2011). Obtenido de

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/98321/Informe_bombeo_Agri colaVF.pdf?

- Cruz Tun Dzul, J. d. (2011). *DIAGNÓSTICO Y EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE RIEGO EN EL DISTRITO 048 TICUL, YUCATÁN*. YUCATÁN: Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera.
- Cubas Perez, M. M. (2019). *Cámara térmica para la producción de hijuelos de calidad de banano Musa paradisiaca en el Distrito de Chiclayo*. Chiclayo: Universidad César Vallejo. Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/36825/Cubas_PM_M.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Delgado, R. (2017). *Modelación del efecto del estrés hídrico en el cultivo del sorgo en suelo Ferralítico Rojo*. La Habana, Cuba: Universidad Tecnológica de La Habana, Centro de Investigación de Hidráulica (CIH). Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Julian-Puebla/publication/330225064_Simulacion_del_efecto_del_estres_hidrico_en_el_cultivo_del_sorgo_en_suelo_Ferralitico_Rojo/links/5c34fd80a6fdccd6b59d3be9/Simulacion-del-efecto-del-estres-hidrico-en-el-cultivo-del-s
- Dumoulin, J. P. (1964). *Desarrollo de los recursos hidráulicos en el Estero de Punitaqui*. Provincia de Coquimbo. Obtenido de <https://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/20.500.13082/16925>
- FAO. (1997). *Operación y mantenimiento de los sistemas de riego*. Roma: Instituto Internacional de Recuperación y Mejora Técnica de Tierras. Obtenido de https://books.google.es/books?hl=es&lr=lang_es&id=D31WrHCju2AC&oi=fnd&pg=PA1&dq=Costos+y+mantenimiento+de+sistemas+de+riego&ots=VjSSb_

vALT&sig=8gNSAjwMwyQZ2VR5ze9kEvQftUQ#v=onepage&q=Costos%20y
%20mantenimiento%20de%20sistemas%20de%20riego&f=false

Fundación, A. (2019). *Aquae Fundación*. Obtenido de

<https://www.fundacionaquae.org/agua-cambio-climatico-efectos/#:~:text=El%20aire%20m%C3%A1s%20c%C3%A1lido%20puede,agua%20potable%20y%20la%20agricultura.>

Guzman, M. y. (2017). Obtenido de

https://revistas.uptc.edu.co/index.php/index/login?source=%2Findex.php%2Fingenieria_agricola%2Farticle%2Fview%2F8239

Hernandez, M. y. (2020). Obtenido de

<https://repositorio.lamolina.edu.pe/items/65b68b5b-f610-4f59-919c-2ec0dfec923b>

INDAP . (2010). Obtenido de DOCUMENTO DE RIEGO :

file:///C:/Users/USER/Downloads/INDAP_2010_manual_obras_riego_agricultura_familiar_campesina.pdf

INTA. (2019). *Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria* . Obtenido de

<https://www.argentina.gob.ar/inta>

Laura Díaz-Bravo, U. T.-G.-H.-R. (2013). *La entrevista* . Mexico .

Lopez, J. (2015). *Riego por arpersion* . Santiago, Chile: Biblioteca digital.

Monier, M. &. (s.f.). *Scielo*. Obtenido de Propagacion del banano:

<https://www.scielo.br/j/rbf/a/bS5hbygvpH3BWN78ppcGmGz/>

Oscar Manuel Narvaez, L. V. (2014). *Tipo de investigacion* . Universidad Veracruzana .

- Perez, B. M. (2019). *Cámara térmica para la producción de hijuelos de calidad de banano Musa paradisiaca en el Distrito de Chiclayo*. CHICLAYO – PERÚ: ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA. Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/36825/Cubas_PM_M.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Pilaguano, D. S. (2020). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO PARA CONTROLAR EL MICROCLIMA EN UNA CÁMARA DE GERMINACIÓN Y ENRAIZAMIENTO*. Riobamba – Ecuador: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/14307/1/15T00733.pdf>
- Quebrajo Moya, L. E.-R.-U. (2016). *USO DE IMÁGENES TÉRMICAS AÉREAS EN REMOLACHA AZUCARERA (Beta vulgaris) PARA PROPUESTA DE RIEGO DE PRECISIÓN*. Sevilla: Ingeniería Aeroespacial y Mecánica de Fluidos, Área de Ingeniería Agroforestal, ETSIA. Universidad de Sevilla. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/51403688.pdf>
- Reyes, P. &. (2010). *La gestión eficiente del agua en la agricultura: riego por microaspersión y sus beneficios*. Revista de Investigación Agropecuaria.
- Rodríguez, W. R. (2016). *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE RIEGO AUTOMATIZADO Y CONTROLADO POR UNA PLACA ARDUINO PARA LA FINCA “LA LUCIA”*. CALCETA.
- Romero, A. P. (2010). *El medio ambiente desde las relaciones de ciencia, tecnología y sociedad: un panorama general*. Cali, Colombia: Revista CS. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/4763/476348369012.pdf>

Storyboard . (s.f.). Obtenido de That:

<https://www.storyboardthat.com/es/innovations/irrigacion>

Torrado. (2004). Barcelona: LaMuralla .

Van Asten, P. J. (2020). *Banana Biomass estimation and yeield* . Obtenido de

<https://doi.org/10.3390/agronomy10091435>

Vasquez, I. (2005). *Tipos de estudio y metodos de investigacion* . nodo.ugto.

ANEXOS

Anexo 1. Prueba t para medias de dos muestras emparejadas de la variable altura de la planta.

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas		
	15 minutos	20 minutos
Media	30,2550	32,1833
Varianza	46,4941	21,08672515
Observaciones	20,0000	20
Coeficiente de correlación de Pearson	0,6894	
Diferencia hipotética de las medias	0,0000	
Grados de libertad	19,0000	
Estadístico t	-1,7455	
P(T<=t) una cola	0,0485	
Valor crítico de t (una cola)	1,7291	
P(T<=t) dos colas	0,097055	
Valor crítico de t (dos colas)	2,0930	

Anexo 2. Prueba t para medias de dos muestras emparejadas de la variable área foliar.

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas		
	15 minutos	20 minutos
Media	539,8485	552,1367
Varianza	29473,0491	21037,1595
Observaciones	20,0000	20,0000
Coeficiente de correlación de Pearson	0,5362	
Diferencia hipotética de las medias	0,0000	
Grados de libertad	19,0000	
Estadístico t	-0,3562	
P(T<=t) una cola	0,3628	
Valor crítico de t (una cola)	1,7291	
P(T<=t) dos colas	0,7257	
Valor crítico de t (dos colas)	2,0930	

Anexo 3 Prueba t para medias de dos muestras emparejadas de la variable peso aéreo.

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas		
	15minutos	20minutos
Media	98,0000	166,0000
Varianza	4827,3684	2993,6842
Observaciones	20,0000	20,0000
Coeficiente de correlación de Pearson	0,4491	
Diferencia hipotética de las medias	0,0000	
Grados de libertad	19,0000	
Estadístico t	-4,5813	
P(T<=t) una cola	0,0001	
Valor crítico de t (una cola)	1,7291	
P(T<=t) dos colas	0,000204	
Valor crítico de t (dos colas)	2,0930	

Anexo 4 Prueba t para medias de dos muestras emparejadas de la variable peso de raíz.

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas		
	15 minutos	20minutos
Media	144,8000	63,0000
Varianza	35590,8000	653,6842
Observaciones	20,0000	20,0000
Coeficiente de correlación de Pearson	0,0320	
Diferencia hipotética de las medias	0,0000	
Grados de libertad	19,0000	
Estadístico t	1,9298	
P(T<=t) una cola	0,0344	
Valor crítico de t (una cola)	1,7291	
P(T<=t) dos colas	0,0687	
Valor crítico de t (dos colas)	2,0930	

Anexo 5 peso de raíz



Anexo 6 Peso de raíz 2



Anexo 7 Conteo de raíz



Anexo 8 Conteo de raíz 2



Anexo 9 Altura de la planta



Anexo 10 peso aéreo



Anexo 11 Área Foliar



www.centroferretero.efacturas.net

RUC: 1712978947001
DIRECCION: Calle Luis Lopez y Carlos Alb
erto Aray
EL CARMEN - ECUADOR

Obligado a llevar contabilidad: SI

FACTURA ELECTRONICA
*** DOCUMENTO SIN VALOR TRIBUTARIO ***
CA/AUTORIZACION: 30052025011712978947
0012003020000474240004744712

003-020-000047424 Fecha: 30/05/2025
Cliente: BARREIRO ROMERO MARIA JOSE
RUC/Ci: 1314427061 TELF:
Direccion: CHONE
E-mail:
Vendedor: CORTES LOTERO JUAN CARLOS
(6 ITEMS) EFECTIVO (11:16 AM)

ESTHER
pez y Carlos

s Lopez y

RUC: 1712978947001
FACTURA
NO: 003-020-000047424
NUMERO DE AUTORIZACIÓN
3005202501171297894700120030200000474240004744712
FECHA Y HORA DE AUTORIZACIÓN:

AMBIENTE: PRODUCCION
EMISION: NORMAL
CLAVE DE ACCESO

3005202501171297894700120030200000474240004744712

D ROMERO MARIA JOSE Identificación: 1314427061

Descripción	Precio Unitario	Precio Total
BOMBA SUMERGIBLE EMTOP 1/2HP 110V C/CAJA	160.000000	160.000
MANGUERA 3/4 NEGRA AGRICOLA ROLLO	23.500000	23.500
CABLE DUPLEX 2X6	0.652000	13.040
BUSHING 1-1/4 X 1 POLIMEX	1.300000	1.300
ADAPTADOR 3/4 MACHO ALUMINIO	0.780000	0.780
LLAVE PASO TIGRE 3/4 UNIVERSAL PVC	3.700000	3.700

FIRMA CLIENTE

LOS

SUBTOTAL IVA 15%	18.82
SUBTOTAL 0%	183.50
SUBTOTAL SIN IMPUESTOS	202.32
ICE	0.00
IVA 15%	2.82
VALOR TOTAL	205.14

Forma de pago

Valor

SIN UTILIZACION DEL SISTEMA FINANCIERO

205.14

SHEYLA SOFTWARE
www.sheyla.net

Sistema de bombeo en la implementación de riego por microaspersión en la cámara térmica(1)

2%
Textos
sospechosos

0% Similitudes
0% similitudes entre 2 vídeos
0% coincidencias
0% coincidencias
0% coincidencias
2% Idiomas no reconocidos
3% Textos potencialmente generados por la IA (ignorados)

Nombre del documento: Sistema de bombeo en la implementación de riego por microaspersión en la cámara térmica(1).docx
ID del documento: 2546f76ebc230a93937bb7b2fe5fc1ec16cc42b8
Tamaño del documento original: 2.99 MB

Depositante: Marco De la Cruz Chicaiza
 Fecha de depósito: 13/8/2025
 Tipo de carga: interface
 fecha de fin de análisis: 13/8/2025

Número de palabras: 11.231
Número de caracteres: 73.577

Ubicación de las similitudes en el documento:

Fuentes con similitudes fortuitas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	 hdl.handle.net Evaluación de cinco técnicas de riego presurizado para el mane... http://hdl.handle.net/123456789	< 1%		 2 archivos identificados < 1% a 100 por ciento
2	 Documento de otro usuario Ver perfil  Viene de otro grupo	< 1%		 2 archivos identificados < 1% a 100 por ciento

Fuentes ignoradas Estas fuentes han sido remanidas del cálculo del porcentaje de similitud por el propietario del documento.

[illegible]