



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
INGENIERA AGROPECUARIA**

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

AUTORA: PÁRRAGA CEDEÑO GINGER YADIRA

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

El Carmen, 2025

	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 Párraga Cedeño Ginger Yadira, legalmente matriculado/a en la carrera de Ingeniería Agropecuaria, periodo académico 2025 (1), cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es “Implementación de un sistema 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

CERTIFICADO DEL TRIBUNAL

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

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TÍTULO:

**“Implementación de un sistema de riego por microaspersión en la
cámara térmica”**

AUTORA: Párraga Cedeño Ginger Yadira

TUTORA: Ing. Marco De La Cruz, Mg.

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

TRIBUNAL DE TITULACIÓN

MIEMBRO Ing. Elizabeth Telli Tacuri Troya

MIEMBRO Ing. Pedro Eduardo Nivelá Morante

MIEMBRO Ing. Nexar Vismar Cobeña Loor



DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Ginger Yadira Párraga Cedeño con cedula de ciudadanía 131343012-4, estudiante de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, Extensión El Carmen, de la Carrera Ingeniería Agropecuaria, declaro que soy autor de la tesis titulada **"Implementación de un sistema de riego por microaspersión"**, esta obra es original y no infringe derechos de propiedad intelectual. Asumo la responsabilidad total e su contenido y afirmo que todos los conceptos, ideas, textos Y resultados que no son de mi autoría, están debidamente citados y referenciados

Atentamente,



Ginger Yadira Párraga Cedeño

C.I: 131343012-4

DEDICATORIA

Saber que por Gracia cumplo una meta más me llena de alegría, puesto que me es concedida la oportunidad de poder dedicar mi trabajo.

A mi papá, quien ha sido el impulso de mi carrera y una inspiración, dándome apoyo e impartiendo sus conocimientos obtenidos a partir de la experiencia y sabiduría que ha sido adquirido.

A mi hermano, quien ha tenido la paciencia de ayudarme cuando más lo he necesitado. Gracias ñaño eres lo máximo.

A los demás miembros que conforman mi familia que con sus palabras me han dado aliento y fortalecido en mi trayectoria.

Este proyecto es por ustedes, mi pilar inamovible.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, a mi familia y a su amor inagotable, su paciencia y apoyo que han sido mi soporte en todo momento.

Compañeros y maestros con los que compartí conocimientos y anécdotas.

Pero sobre todo agradecer que estoy aquí, en este momento y en este lugar, culminando una etapa que no se repetirá, junto a personas que solo estarán en el recuerdo cuando la huella del tiempo se haga presente.

Gracias y solamente gracias por el apoyo, el ánimo y la fuerza compartida para escalar un peldaño más en este caminar que se llama vida.

Sencillamente gracias.

TABLA DE CONTENIDO

PORTADA	1
CERTIFICACIÓN.....	2
CERTIFICADO DEL TRIBUNAL	3
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	4
DEDICATORIA	5
AGRADECIMIENTO	6
ÍNDICE DE TABLAS	10
ÍNDICE DE ILUSTRACIÓN.....	11
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	12
ÍNDICE DE ANEXOS	13
RESUMEN	14
ABSTRACT	15
CAPÍTULO I.....	12
1. INTRODUCCIÓN	12
1.1. PROBLEMA	12
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	13
1.3. OBJETIVOS	15
1.3.1. Objetivo general	15
1.3.2. Objetivos específicos	15
1.4. METODOLOGÍA.....	16
1.4.1 Ubicación del ensayo:	16
1.4.2. Caracterización agroecológica de la zona	16
1.4.3. Materiales y equipos:.....	17
1.4.4. Equipos y accesorios	17
1.4.5. Manejo del ensayo:	18
1.4.7. Técnicas:	19

CAPÍTULO II.....	21
2. MARCO TEÓRICO.....	21
2.1. DEFINICIONES.....	21
2.1.1. ¿Qué es un sistema de riego?.....	21
2.1.2. ¿Quién inventó los sistemas de riego? ¿Cómo y por qué?	21
2.1.3. Tipos de sistemas de riego.....	22
2.1.4. Tipos de riego por aspersión:.....	23
2.1.5. Materiales que componen un sistema de riego por microaspersión	25
2.1.6. Métodos de la valoración de riego.....	25
2.1.7. Área apropiadamente regada	26
2.1.8. Factor de conciliación de riego.....	26
2.1.9. Tipos de aspersores.....	26
2.1.10. Diferencia entre riego por aspersión y microaspersión	28
2.1.11. Diseño hidráulico.....	29
2.1.12. Cámara térmica.....	30
2.1.13. Infraestructura de la cámara térmica	31
2.2. ANTECEDENTES	31
2.3. TRABAJOS RELACIONADOS.....	34
CAPÍTULO III	36
3. DESARROLLO DE LA PROPUESTA.....	36
3.1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA O PROCESO	36
3.1.1. Antecedentes.....	36
3.2. DISEÑO Y SELECCIÓN DE TECNOLOGÍAS, HERRAMIENTAS O EQUIPOS A IMPLEMENTAR.....	36
3.2.1. Ubicación de la propuesta.....	36
3.2.2. Metodología de la propuesta.....	36
3.2.3. Diseño agronómico.....	42

3.2.4.	Descripción funcional de los componentes	42
3.2.5.	Esquema (cámara térmica)	45
3.2.6.	Desglose de gastos.....	46
3.2.7.	Cronograma	47
3.3.	PLAN DE IMPLEMENTACIÓN (INCLUYE RECURSOS E IMPLEMENTACIÓN)	48
3.3.1.	Presupuesto	48
3.4.	DESCRIPCIÓN Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO, HERRAMIENTA O MÉTODO IMPLEMENTADO	48
3.4.1.	Variable	48
3.4.2.	Unidad experimental.....	48
3.4.3.	Tratamientos	48
3.4.4.	Características de las unidades experimentales	49
3.4.5.	Análisis estadístico	49
3.5.	RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN:	50
3.5.1.	Variable número de hojas	50
3.5.2.	Variable número de raíz	50
3.5.3.	Variable perímetro del pseudotallo.....	51
3.5.4.	Variable humedad del suelo	52
	Análisis de costos de los tratamientos.....	53
	CAPÍTULO IV	54
	CONCLUSIONES.....	54
	RECOMENDACIÓN	55
	BIBLIOGRAFÍA	56
	ANEXOS	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características agroecológicas de la localidad	16
Tabla 2. Eficiencia de Aplicación de los diferentes sistemas de riego.....	29
Tabla 3. Desglose de gastos.....	46
Tabla 4. Primera Fase	47
Tabla 5. Segunda fase	47
Tabla 6. Esquema del Análisis de T	48
Tabla 7. Características de los tratamientos	49
Tabla 8. Características de la unidad experimental	49
Tabla 9. Análisis de costos de los tratamientos	53

ÍNDICE DE ILUSTRACIÓN

Ilustración 1. Localización de la Granja Experimental Río Suma	16
Ilustración 2. Sistema de riego por aspersión estacionaria (Imagen Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación).....	23
Ilustración 3. Sistema de riego por aspersión desplazamiento continuo	23
Ilustración 4. Riego por microaspersión al aire libre.....	24
Ilustración 5. Sistema de riego por Microaspersión dentro de una cámara térmica	25
Ilustración 6. Aspersor emergente	27
Ilustración 7. Aspersor Aéreo	27
Ilustración 8. Aspersor turbina	28
Ilustración 9. Aspersor impacto.....	28
Ilustración 10. Sistema de Riego por microaspersión dentro de cámara térmica.....	30
Ilustración 11. Instalación de un sistema de riego por microaspersión.	30
Ilustración 12.Área destinada para el sistema de riego por microaspersión.....	37
Ilustración 13. Cámara térmica.....	37
Ilustración 14. Inspección del Área para la implementación.....	38
Ilustración 15. Diseño agronómico de la implementación	38
Ilustración 16. Medición y filtrado del sistema de riego por microaspersión	39
Ilustración 17. Tubería y conectores del sistema de riego por microaspersión	39
Ilustración 18. Microaspersores del sistema de riego.....	40
Ilustración 19. Instalación del sistema de riego por microaspersión	40
Ilustración 20. Realización de pruebas	41
Ilustración 21. Aplicación en campo del sistema de riego	41
Ilustración 22. Entrega de acta de recepción de la implementación.....	42
Ilustración 23. Diseño agronómico del sistema de riego por microaspersión	42
Ilustración 24. Esquema (cámara térmica)	45

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Número de hojas en la evaluación de la implementación de un sistema de riego por microaspersión en la cámara térmica	50
Gráfico 2. Número de raíz en la evaluación de la implementación de un sistema de riego por microaspersión en la cámara térmica	51
Gráfico 3. Perímetro del pseudotallo en la evaluación de la implementación de un sistema de riego por microaspersión en la cámara térmica	51
Gráfico 4. Peso de suelo húmedo en la evaluación de la implementación de un sistema de riego por microaspersión en la cámara térmica	52

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Prueba t para medias de dos muestras emparejadas de la variable número de hojas.....	62
Anexo 2. Prueba t para medias de dos muestras emparejadas de la variable número de raíz.	62
Anexo 3. Prueba t para medias de dos muestras emparejadas de la variable perímetro.	62
Anexo 4. Prueba t para medias de dos muestras emparejadas de la variable peso de suelo húmedo.	63
Anexo 5. Factura de Terre Paz VP	63
Anexo 6. Factura Banariego	64
Anexo 7. Factura total Banariego	65
Anexo 8. Variable número de hojas	66
Anexo 9. Variable número de raíz.....	66
Anexo 11. Variable humedad del suelo.....	66
Anexo 10. Variable perímetro del pseudotallo.....	66
Anexo 12. Acta de entrega	67
Anexo 13. Copilatio	68

RESUMEN

Se determinó la viabilidad de la implementación del sistema de riego por microaspersión en la cámara térmica con el cultivo de plátano de exportación (*Musa AAB*) en fase de vivero, en la granja experimental Río Suma de la “Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí” extensión El Carmen, ubicada en la provincia de Manabí, Ecuador. Mediante el programa T de Student se evaluó 2 tratamientos, tratamiento 1 (15 minutos de riego cada 4 días) las variables: número de hojas, número de raíz, perímetro del pseudotallo y la humedad del suelo los primeros 15 días, tratamiento 2 (20 minutos de riego cada 4 días) las variables: número de hojas, número de raíz, perímetro del pseudotallo y la humedad del suelo los últimos 15 días. Después de la aplicación del riego se valoró tanto a los 15 minutos como a los 20 la variable número de hojas donde se observó que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos dentro de la cual se obtuvo un promedio de hojas en el R1 (T1 15 minutos) 4,35 y en el R2 (T2 20 minutos) 4,14, en la variable número de raíz se detectó un promedio en el R1 (T1 15 minutos) 25,20 y en el R2 (T2 20 minutos) 30,35 lo que reflejó que no existe diferencias significativas entre los tratamientos, en la variable perímetro del pseudotallo no se observó diferencias significativas entre los tratamientos siendo el promedio R1 (T1 15 minutos) 9,03 cm y el promedio en el R2 (T2 20 minutos) 9,44 cm, en cuanto a la cantidad de agua retenida se observó que en el R1 (T1 15 minutos) retuvo 452.90 cm³ de agua y en el R2 (T2 20 minutos) retuvo 465.20 cm³ de agua. En el análisis económico se determinó que el costo de inversión para el T1 es de \$278,66 y el costo de inversión para el T2 es de \$279,86.

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

ABSTRACT

The feasibility of implementing a micro-sprinkler irrigation system in a thermal chamber with export plantain crops (*Musa AAB*) in the nursery phase was determined at the Río Suma experimental farm of the “Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí” El Carmen extension, located in the province of Manabí, Ecuador. Using the Student's T program, two treatments were evaluated: treatment 1 (15 minutes of irrigation every 4 days) with the following variables: number of leaves, number of roots, pseudostem perimeter, and soil moisture for the first 15 days; treatment 2 (20 minutes of irrigation every 4 days) with the following variables: number of leaves, number of roots, pseudostem perimeter, and soil moisture for the last 15 days. After irrigation application was assessed both at 15 minutes and at 20 minutes the variable number of leaves where it was observed that there were no significant differences between treatments within which an average of leaves was obtained in R1 (T1 15 minutes) 4.35 and in R2 (T2 20 minutes) 4.14, in the variable number of roots an average was detected in R1 (T1 15 minutes) 25.20 and in R2 (T2 20 minutes) 30.35 which reflected that there are no significant differences between treatments, in the variable perimeter of the pseudostem no significant differences were observed between treatments being the average R1 (T1 15 minutes) 9.03 cm and the average in R2 (T2 20 minutes) 9.44 cm, as for the amount of water retained it was observed that in R1 (T1 15 minutes) it retained 452.90 cm³ of water, and in R2 (T2 20 minutes), it retained 465.20 cm³ of water. The economic analysis determined that the investment cost for T1 was \$278.66, and the investment cost for T2 was \$279.86.

Keywords: microsprinkler, humidity, temperature, resource, variable.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos tiempos, a nivel mundial existe un avance significativo dirigido hacia la agricultura gracias a nuevas tecnologías en sistemas de riego como el riego por goteo, riego por aspersión, riego por microaspersión, 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), manifiesta que 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 la escasez 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).

1.1. 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 (Perez, 2019).

1.2. 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 el cuidado y 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 y un mejor manejo de las cantidades de agua requeridas de acuerdo con el cultivo implementado (Delgado, 2017).

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

El beneficio de las cámaras térmicas para con los agricultores es que permite controlar el ambiente y la temperatura de su interior con más precisión, también les permite producir de manera fácil y técnica, la eliminación de patógenos es obtenida como resultado de las altas temperaturas (Perez, 2019).

En base a los problemas antes mencionados se plantea el siguiente trabajo de investigación, titulado: Implementación de un sistema 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 extensión El Carmen.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Evaluar la implementación de un sistema de riego por microaspersión en el cultivo de plátano de exportación (*Musa AAB*).

1.3.2. Objetivos específicos

- Implementación del sistema de riego por microaspersión en la cámara térmica ubicada en la granja experimental Río Suma.
- Determinar el tiempo óptimo de riego por microaspersión en el cultivo de plátano de exportación.
- Establecer los costos económicos del uso de plantas de exportación.

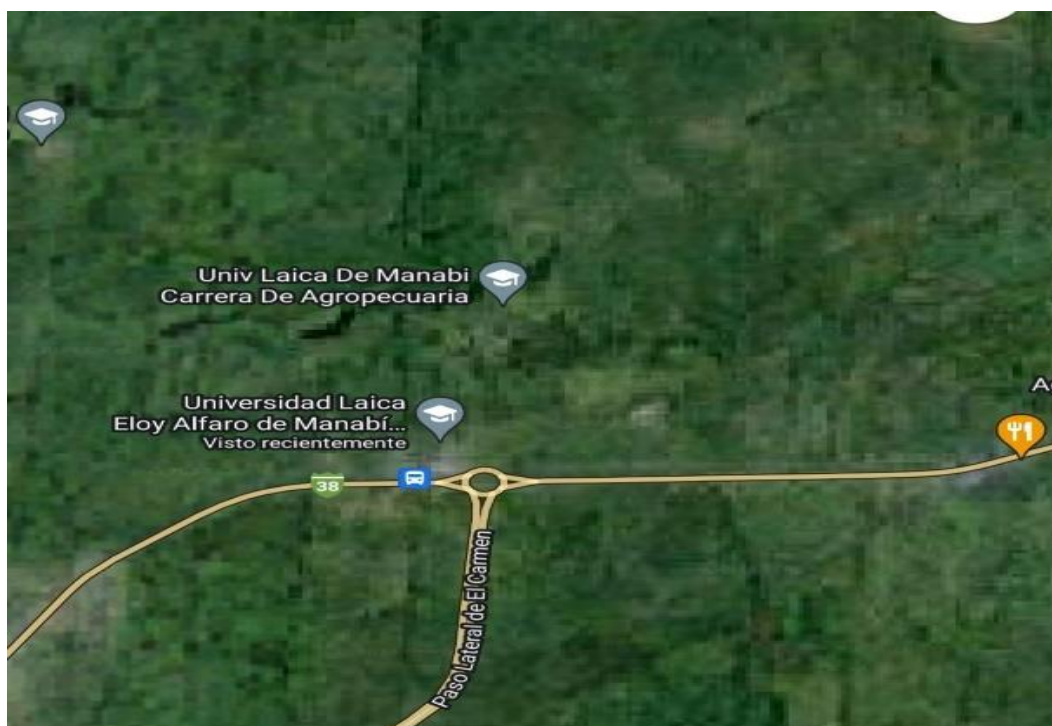
Hipótesis alternativa: El sistema de riego por microaspersión mejorará en el crecimiento y desarrollo vegetativo en la fase de vivero de las plántulas de plátano de exportación (*Musa AAB*)

1.4. METODOLOGÍA

1.4.1 Ubicación del ensayo:

El presente trabajo de investigación se desarrollará 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.

Ilustración 1. Localización de la Granja Experimental Río Suma



1.4.2. Caracterización agroecológica de la zona

Tabla 1. Características agroecológicas de la localidad

Características	El Carmen
Clima	Trópico Húmedo
Temperatura (°C)	20,4°C – 29, 2°C
Humedad Relativa (%)	87,45%
Precipitación media anual (mm)	233,83
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)

1.4.3. Materiales y equipos:

- Flexómetro
- Cuaderno
- Lápiz
- Teléfono
- Computador
- GPS
- Balanza
- Cinta métrica

1.4.4. Equipos y accesorios

- Abrazadera Banariego 1" (32-35 MM)
- Adap Banariego 25 X ½'H
- Adap Banariego 32 X 1'M
- Adap Flex 1'M
- Microaspersor automat aq-205 290 L/H RM
- Bushin Tefen ½ X ¼"
- Codo Banariego 32 X ½'
- Collarín Banariego 32 X ½'
- Filtro disco 1" (tipo Y) automat
- Llave Banariego 32 MH.
- Nudo Univ. Banariego 1' RH
- Manómetro Banariego de glicerina 14 BA
- Tapón Banariego 32
- Tapón Banariego Rosc 1' M
- Tubo Banariego 32 X 1.00 E/C
- Tubo Banariego 25 X 1 E/C (P)
- Tee Banariego 32
- Tee Banariego 32 X 25
- Tee Banariego 1" H
- Llave automat con unión 1" RH

1.4.5. Manejo del ensayo:

Selección del área de instalación del sistema de riego: este espacio ha sido designado en los predios de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí extensión El Carmen en el área de abonos orgánicos, dentro de una de las cámaras térmicas de la institución de manera mancomunada.

Inspección del lugar para la implementación: se evaluó el espacio disponible dentro de la cámara térmica para establecer la perfecta distribución de los microaspersores.

Realización del esquema del sistema de riego: previo a la inspección del lugar para la implementación del sistema de riego se realizó el diseño agronómico del sistema de riego por microaspersión a implementar.

Implementación: se implementó el sistema de riego por microaspersión dentro de una cámara térmica, con un total de 6 microaspersores con 2 metros de distancia en su interior, este sistema fue diseñado y distribuido de modo estratégico para garantizar el riego del cultivo de forma homogénea.

Realización de pruebas del sistema: Se realizaron las respectivas pruebas el mismo día de instalación en 2 sesiones con un intervalo de tiempo de 5 y 10 minutos de riego para corroborar que todo estuviera en orden para dar inicio al trabajo de campo y toma de datos. Además, la elección de microaspersores respondió perfectamente a la necesidad de mantener la humedad de manera constante y controlada, especialmente en el ambiente cerrado que hace parte de la cámara térmica.

Toma de datos: Este trabajo investigativo utilizó plantas de *Musa* AAB para determinar su viabilidad.

- ✓ Durante los 15 primeros días se regó durante 15 minutos cada 4 días (3 de julio, 7 de julio, 11 de julio, 15 de julio) y la respectiva toma de datos se realizó el 17 de julio.
- ✓ Durante los últimos 15 días se regó durante 20 minutos cada 4 días (17 de julio, 21 de julio, 25 de julio, 29 de julio) y la respectiva toma de datos se realizó el 31 de julio.

1.4.6. Métodos:

Método de investigación.

1.4.7. Técnicas:

➤ **Observación:**

La técnica de la observación hace énfasis al conocimiento de la realidad, está sujeto al contacto directo sobre una situación conocida o por conocer, a través de los sentidos, vista, oído, tacto y olfato (Ñaupas, 2013). La ficha de observación se utilizará específicamente para supervisar el manejo del sistema de riego por microaspersión dentro de la cámara térmica.

➤ **Investigación documental o bibliográfica:**

La investigación documental tiene como objetivo elaborar un marco teórico que permite la recopilación de información para formar un cuerpo de ideas sobre un tema de estudio sustentando teorías con ayuda de una fuente documentada y a quienes hace referencia, además, permite descubrir respuestas a determinados interrogantes (Sánchez Ramírez, 2021). La investigación documental ha sido desarrollada con el objetivo de aumentar un grado de certeza con ayuda de la información reunida para quienes estén interesados sobre el tema de estudio y que además reúna las condiciones de fiabilidad y objetividad documentada.

➤ **Entrevistas:**

La entrevista es una técnica cualitativa empleada para la captura de datos, comúnmente aplicada en investigaciones. Es un proceso en el que se obtiene información del entrevistado de forma directa por medio de una conversación formal con el propósito de llevar objetivos englobados a la investigación que se va a realizar (Peláez, 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).

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. DEFINICIONES

Un sistema de riego por microaspersión es un tipo de riego que distribuye el agua en forma de pequeñas gotas, simulando la lluvia, mediante dispositivos llamados Microaspersores. Este sistema es considerado eficiente y adecuado para una variedad de aplicaciones agrícolas, jardinería y cultivos, especialmente en terrenos irregulares o cuando se requiere un riego uniforme y controlado; los componentes principales son: microaspersores, tuberías o mangueras, manómetros de medición, llaves, válvulas, filtros, conectores, adaptadores, entre otras derivaciones. El agua se distribuye a través de un sistema de tuberías de baja presión y llega a los microaspersores, estos dispersan el agua en forma de pequeñas gotas o "lluvia", de manera controlada. El agua puede caer de forma radial sobre el área objetivo, proporcionando una cobertura homogénea y eficiente. La presión en el sistema es relativamente baja en comparación con otros tipos de sistemas de riego (como por ejemplo el riego por aspersión), lo que reduce el consumo de energía, el recurso hídrico y los costos operativos (Lama, 2023).

2.1.1. ¿Qué es un sistema de riego?

Se denomina sistema de riego al conjunto de estructuras que sirve para proporcionar suficiente hidratación a los cultivos. Generalmente, los sistemas de riego están compuestos de tubos, bombas hidráulicas y aspersores que se utilizan para garantizar que grandes áreas de vegetación reciban suficiente agua minimizando el esfuerzo humano, así como también, las pérdidas de dicho recurso y garantizar la hidratación en los cultivos.

2.1.2. ¿Quién inventó los sistemas de riego? ¿Cómo y por qué?

Los primeros registros demuestran que los primeros sistemas de riego nacieron en Egipto y Mesopotamia actualmente conocidos como Irán e Irak, los agricultores de la época utilizaban el proyecto desarrollado por el faraón Menes de en ese entonces que consistía en aprovechar las inundaciones realizando varias desviaciones con diseño de presas o canales destinados hacia los cultivos durante 40 a 60 días hasta que el suelo absorbiera la suficiente agua, haciendo el uso eficiente de su recurso hídrico (Costa, 2022).

2.1.3. Tipos de sistemas de riego

➤ **Por surcos:**

Es uno de los sistemas de riego de tipo superficial más tradicionales y arcaicos ya que no permite la automatización, ni el control de flujos. Consiste en la excavación de zanjas denominadas surcos a lo largo del suelo para los cuales baja el agua gracias al efecto de la gravedad. Este tipo de riego se puede implementar únicamente en terrenos con determinadas características topográficas y gracias a estas características permite el aprovechamiento de recursos naturales (ríos, pendientes, etc.). Los surcos se consideran un sistema de fácil implementación, pero son poco eficientes ya que requiere grandes cantidades de agua y las malas prácticas pueden reducir su eficiencia aún más. El riego por surcos es de difícil aplicación en temporadas de sequía extrema (Flores-Gallardo, 2014).

➤ **Riego por inundación:**

Las características principales del riego por inundación de tipo superficial son que la parcela esté nivelada con pendiente cero y sin presencia de algún abastecimiento de desagüe. El método de tablar es generalmente rectangular o cuadrado y su tamaño es muy variable, generalmente se encuentra entre 0,3 y 3 (tres) hectáreas de modo que la parcela está completamente nivelada y el avance del agua en el campo es debido a la pendiente de la lámina de agua exclusivamente (Faci González & Playán Jubillar, 1994).

➤ **Riego de por goteo**

El sistema de riego por goteo consiste en un gotero instalado a lo largo de una manguera o tubería que deja caer el agua gota a gota directamente en la zona de la raíz de cada planta para que reciban la misma cantidad de agua, este es un sistema de riego de tipo localizado que reduce la proliferación de vegetación indeseada, se utiliza en zonas en las que los recursos hídricos son muy limitados además que minimiza la dispersión (Antúnez, 2010).

➤ **Riego por aspersión**

El sistema de riego por aspersión puede realizarse utilizando aspersores fijos (como en parques y jardines) o utilizando aspersores móviles que se suelen utilizar en grandes cultivos tanto en zonas planas como inclinadas, posee diferentes patrones

que le permiten distribuir el agua de manera más eficiente, los aspersores se difunden de manera similar a la lluvia y poseen un alcance de entre 10 a 60 metros dependiendo la presión que se utiliza (Cruz Mora, 2022).

2.1.4. Tipos de riego por aspersión:

Estacionarios: poseen aspersores que se mantienen fijos durante el riego, sus tuberías pueden ser permanentes (coberturas enterradas), o temporales (cobertura área).

Ilustración 2. Sistema de riego por aspersión estacionaria (Imagen Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación)



Fuente: (Ministerio de agricultura, 2024)

Deslizamiento continuo: Los sistemas de desplazamiento continuo de doble ala se caracterizan por cubrir grandes extensiones y una eficiencia alta en su distribución del agua gracias al desplazamiento circular.

Ilustración 3. Sistema de riego por aspersión desplazamiento continuo



Fuente: (Ministerio de agricultura, 2024)

➤ Riego por microaspersión

El riego por microaspersión es una manera apropiada para regar un área determinada, además, este sistema demanda de mucha energía ya que es necesario tener una alta presión para que tenga un mejor funcionamiento de calidad y aprovechamiento del recurso hídrico. La eficiencia de riego se mide de acuerdo con la calidad de la implementación del riego por microaspersión, se evalúa en base a los indicadores de desempeño como eficiencia y uniformidad del agua (Démín, 2014).

Según (Miranda, 2015), el agua es un factor que puede limitar la producción el riego debe de caracterizarse y presentar alta eficiencia la uniformidad para garantizar el uso racional del recurso hídrico. Con ayuda de presión el agua sale por los aspersores y llega al cultivo, pasa a través de las tuberías cuya longitud dependerá de la dimensión del área a favor.

El movimiento que realizan los aspersores se da gracias a la presión que es ocasionada por el agua, ya que al salir se esparce en forma de gotas el cual se percibe como si fuera lluvia, el área puede ser humedecida de forma circular cuyo alcance dependerá de la presión del agua a favor y dependiendo también del tipo de aspersor. Para que la superficie regada sea lo suficientemente uniforme es importante que los aspersores estén lo suficientemente cercanos entre sí (Cruz Mora, 2022).

Ilustración 4. Riego por microaspersión al aire libre



Fuente: (CIDISA, 2024)

Ilustración 5. Sistema de riego por Microaspersión dentro de una cámara térmica



Fuente: (CIDISA, 2024)

2.1.5. Materiales que componen un sistema de riego por microaspersión

Según (González M. , 2016), para aprovechar de mejor manera el recurso hídrico por medio de un sistema de riego por microaspersión se considerarán las siguientes unidades básicas:

- Fuente de suministro (río, pozo)
- Canales principales de suministro
- Canales de drenaje
- Regulaciones diarias
- Tuberías
- Empaques
- Accesorios
- Microaspersores
- Unidad de bombeo (bomba a motor)
- Fuente de suministro de energía
- Mano de obra

2.1.6. Métodos de la valoración de riego

Para determinar si la evaluación de un sistema de riego por microaspersión es viable, es importante saber si la instalación y el manejo que se hace reúnan las condiciones necesarias para aplicar los riesgos de manera adecuada, cubriendo las necesidades del cultivo para la obtención de su desarrollo y producción y al mismo

tiempo minimizar las pérdidas de agua. Los principales aspectos para tomar en cuenta al realizar una evaluación son los siguientes:

- Comprobar el estado de los diferentes componentes de la instalación
- Comprobar si el mantenimiento es adecuado
- Determinar los caudales reales aplicados por los aspersores a la presión de trabajo y la cantidad de agua aplicada al campo por unidad de tiempo
- Determinar la uniformidad de aplicación del agua
- Determinar la eficiencia de aplicación de riego

2.1.7. Área apropiadamente regada

El área debidamente regada será el resultado que refleje el caudal recolectado de acuerdo con la presión de operación y el porcentaje de su implementación (Cruz Mora, 2022).

2.1.8. Factor de conciliación de riego

La energía requerida para la captación y distribución del agua para los sistemas de riego puede ser clasificada en:

- Gravedad: el agua es captada y se distribuye con la energía generada por el diferencial de altura (va entre el punto de captación y el área de regadío)
- Energía motriz: el agua es captada y distribuida utilizando energía producida por un sistema de bombeo impulsado por un motor
- Sistema mixto: dependerá de la ubicación de la fuente de agua y el área de regadío, es posible combinar dos sistemas anteriores, de manera que puede captar y elevar el agua mediante energía motriz y distribuirla por gravedad o viceversa
- Aspersión el agua es distribuida a través de aspersores, los cuales producen gotas de agua de diferentes tamaños, imitando una precipitación natural

2.1.9. Tipos de aspersores

(Marin, 2021) menciona que, los aspersores son dispositivos que permiten convertir la energía potencial en energía cinética, ya que mientras mayor sea la presión en los aspersores mayor será el caudal emitido y el radio de cobertura, además, existen diferentes tamaños de boquillas para un mismo aspersor que facilita el manejo de algún cultivo que se encuentre en estado de desarrollo ya que la boquilla

determina el caudal emitido y su alcance. Clasificación de los aspersores de acuerdo con la variación de la presión:

- Presión alta: 70 - 140 PSI 15 - 400 gpm
- Presión media: 30 - 70 PSI 02 - 20 gpm
- Presión baja: 10 - 30 PSI 0.5 - 2 gpm

Ilustración 6. Aspersor emergente



Fuente: (JardinDay, 2024)

Ilustración 7. Aspersor Aéreo



Fuente: (JardinDay, 2024)

Ilustración 8. Aspersor turbina



Fuente: (JardinDay, 2024)

Ilustración 9. Aspersor impacto



Fuente: (JardinDay, 2024)

2.1.10. Diferencia entre riego por aspersión y microaspersión

- El tamaño de las gotas de agua: las gotas del riego por microaspersión son más pequeñas
- La uniformidad: la técnica de la microaspersión llega a ser bastante uniforme si se instalan correctamente los Microaspersores o si no hay problemas con la presión del agua
- La eficiencia: es mucho más eficiente la microaspersión ya que se evapora mucho menos el agua
- Costo y mantenimiento: la microaspersión es algo más costosa, pero requiere menos mantenimiento

Tabla 2. Eficiencia de Aplicación de los diferentes sistemas de riego

Sistema de Riego	Eficiencia de aplicación (Ea)
Goteo	95%
Microaspersión	90%
Aspersión	75%
Superficie	50%

Fuente: Carrazón (2007)

2.1.11. Diseño hidráulico

Se determinó el dimensionamiento del equipo de bombeo y toda la red de tuberías (primarias, secundarias, terciarias y laterales) que lo componen adecuándose a las características de los Microaspersores para su buen funcionamiento. De acuerdo con los componentes escogidos:

Microaspersor:

- ✓ Microaspersor automat aq-205 290 L/H RM.

Caudal:

- ✓ 290 L/h.

Diámetro de alcance:

- ✓ Aproximadamente 1.5 a 2 m de radio.

Presión de trabajo:

- ✓ 1,5 a 2,5 kg/cm², es decir entre 21 y 36 psi.

Requisito de filtrado:

- ✓ Filtro en forma de “Y” para eliminar partículas sólidas del agua y prevenir obstrucciones en los microaspersores.

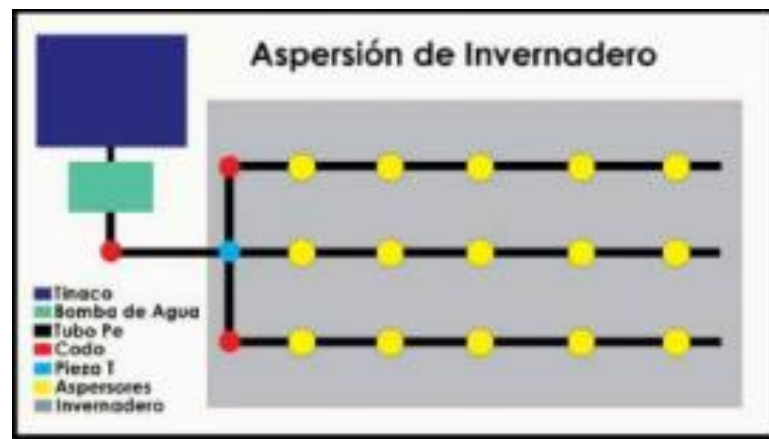
Boquilla estándar:

- ✓ Emisor de riego tipo Microaspersor.

Tubería:

- ✓ Tubo Banariego 32 X 1.00 E/C, línea principal del sistema de riego.
- ✓ Tubo Banariego 25 X 1 E/C (P), ramales secundarios del sistema de riego.

Ilustración 10. Sistema de Riego por microaspersión dentro de cámara térmica

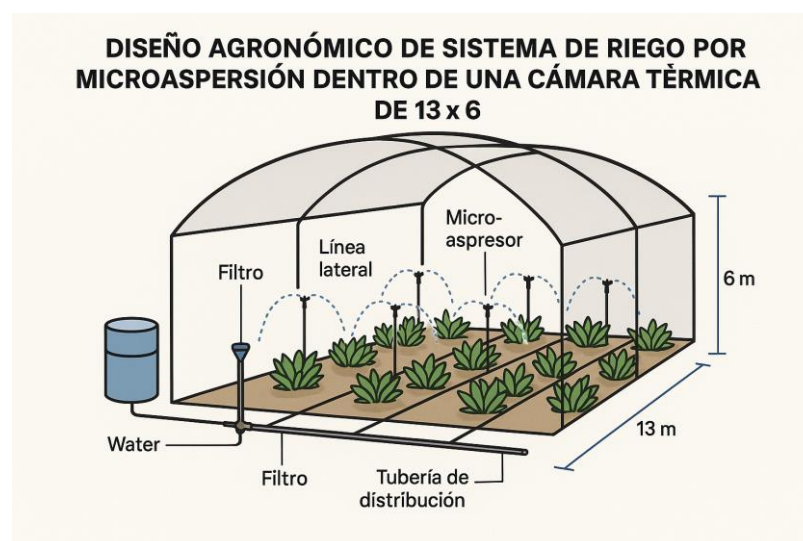


Fuente: (Cruz Mora, 2022)

2.1.12. Cámara térmica

Es un sistema de protección de cultivos que permite controlar los factores climáticos potencializando el desarrollo de los cultivos permitiéndoles un crecimiento óptimo. Se conoce como cámara térmica a aquella construcción de cierta altura, ya sea de materiales como la madera o metal, posee una cubierta transparente a la luz solar que permite el paso a la luminiscencia y que se efectúen requerimientos de la fotosíntesis y del calor ya que al ocupar la menor cantidad de energía da apertura a la modificación del ambiente interno obteniendo como resultado el correcto desarrollo de las plantas que se encuentran en su interior (Amaya, 2016).

Ilustración 11. Instalación de un sistema de riego por microaspersión.



Fuente: (Ignacio, 2010)

2.1.13. Infraestructura de la cámara térmica

Según (Santisteban, 2019), para instalar una cámara térmica se requiere de una estructura en el cual se coloca sobre el un plástico. Los materiales son:

- 80 m de paja rafia
- Clavos de 2 pulgadas (1kg)
- Clavos de 3 ½ (0.6 kg)
- 3 postes de 8m x 4 pulgadas
- 8 postes de 1.1m x 3-4 pulgadas
- 3 postes de 2.3m x 4 pulgadas de diámetro
- 1 poste de 2.5m (sujetadores de diámetro)
- 1 bambú de 8m (2 piezas= Refuerzos de soporte lateral)
- 1 bambú de 6m (12 piezas) refuerzos de soporte de techo
- 2 tablas de 4m x 0.3 x 3/2 pulgadas
- 2 tablas de 8m x 0.3 x 3/2 pulgadas

2.2. ANTECEDENTES

Según (Pimentel, 2000), los resultados de la microaspersión indica que se puede lograr un ahorro de agua solo utilizando el 75% de los requerimientos del cultivo durante todo su periodo, utilizando la técnica del pulso, que permite aumentar la eficiencia del uso del agua sin afectar el volumen y la calidad de producción del cultivo. El desarrollo de los sistemas de riego, especialmente los de microaspersión, ha sido impulsado por una combinación de factores históricos, tecnológicos, y ambientales. (Corella-Parra, 2023) menciona que, para entender cómo y por qué surgieron, es necesario considerar varios aspectos clave:

Desde la antigüedad, la agricultura ha dependido de la disponibilidad de agua para producir alimentos. Con el crecimiento de la población mundial y el avance de la urbanización, la demanda de alimentos aumentó, especialmente en áreas áridas y semiáridas donde las precipitaciones eran insuficientes. Este aumento de la demanda provocó la búsqueda de métodos más eficientes de riego. Según (Figuerola, 2006), la escasez de agua en zonas agrícolas hizo necesario desarrollar tecnologías de riego más efectivas y con menor desperdicio de recursos hídricos.

Antes de la microaspersión, los métodos de riego tradicionales como el riego por inundación o por surcos eran ineficaces en la utilización del agua, causaban pérdidas por evaporación y filtración. Con la creciente preocupación por la escasez de agua y la eficiencia del riego, surgieron tecnologías como la microaspersión, que distribuye agua en gotas finas y de forma más precisa, reduciendo el desperdicio. De acuerdo con (Villanueva, 2011), estos avances fueron clave para mejorar la eficiencia del riego en zonas de clima cálido y árido.

Los avances tecnológicos en materiales plásticos y sistemas de control fueron fundamentales para el desarrollo de la microaspersión. Los tubos flexibles de plástico, los emisores más pequeños y duraderos, y las válvulas automáticas permitieron mejorar la precisión del riego. La invención de materiales más ligeros y resistentes, junto con la automatización de los sistemas, permitió que el riego por microaspersión fuera más accesible y efectivo para los agricultores (Moreno A. , 2015).

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 microaspersión 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 microaspersión se presenta como una solución ideal para el riego en terrenos con limitaciones de agua (Reyes, 2010).

La microaspersión también forma parte de un movimiento más amplio hacia la agricultura de precisión, utiliza tecnologías como sensores y sistemas de información geográfica (SIG) para optimizar el uso de insumos. Este tipo de agricultura busca maximizar la producción con el mínimo impacto ambiental. Según (Castro, 2017), la combinación de microaspersión con tecnologías de monitoreo ha permitido una gestión más eficiente del agua, especialmente en cultivos que requieren riego localizado y controlado.

La adopción de sistemas de microaspersión también fue motivada por la necesidad de los agricultores de reducir costos operativos y aumentar la rentabilidad. Aunque los sistemas de microaspersión requieren una inversión inicial significativa, los beneficios a largo plazo, como el ahorro de agua y el aumento de los rendimientos, hicieron que fueran económicamente viables. Según (Gutiérrez, 2014), los ahorros en

agua y energía, junto con la mayor productividad, justifican la inversión en estos sistemas.

2.3. TRABAJOS RELACIONADOS

Los sistemas de riego por microaspersión han sido objeto de varios trabajos de investigación y estudios a lo largo de los años debido a su eficiencia en el uso del agua y su capacidad para optimizar la producción agrícola, especialmente en zonas áridas y semiáridas. A continuación, se presentan algunos trabajos relacionados con estos sistemas que han abordado su implementación, eficiencia, impacto económico y sostenibilidad.

Un tema recurrente en los estudios sobre riego por microaspersión es su eficiencia en el uso del agua en comparación con otros métodos tradicionales. Por ejemplo (Ríos, 2013), en su estudio "Avances y aplicaciones de los sistemas de riego localizado en la agricultura moderna" analizan cómo la microaspersión, al ser un sistema de riego localizado, permite una distribución uniforme y precisa del agua, reduciendo significativamente las pérdidas por evaporación y escurrimiento. Este trabajo también señala que el sistema es adecuado para cultivos que requieren humedad constante en el suelo, como hortalizas y frutales.

En el contexto de la agricultura de precisión, la microaspersión juega un papel clave, ya que permite un control exacto sobre las cantidades de agua aplicadas. El trabajo de (Moreno A. &, 2014) titulado "Agricultura de precisión: Aplicación de la microaspersión en la gestión eficiente del agua", explora cómo la combinación de tecnologías de monitoreo y sistemas de riego por microaspersión ayuda a optimizar el uso de recursos hídricos, aumentando la eficiencia en el riego y la productividad de los cultivos. En este trabajo se destacan los beneficios de integrar sensores de humedad del suelo con sistemas automatizados de microaspersión para maximizar la eficiencia.

Un área de investigación importante es la comparación de la microaspersión con otros sistemas de riego, como el riego por goteo y por aspersión convencional. En el estudio de (Torres, 2009) titulado "Riego eficiente en zonas áridas: El impacto de la microaspersión y otras tecnologías de riego localizado", se evalúa el rendimiento de la microaspersión en comparación con otros métodos, destacando sus ventajas en términos de reducción de consumo de agua y mejoras en la uniformidad de distribución, especialmente en suelos de alta porosidad o con poca capacidad de retención de agua.

En cuanto a los aspectos económicos, varios trabajos se han enfocado en evaluar la rentabilidad de la inversión en sistemas de microaspersión. En un estudio realizado por (Hernández, 2012) titulado "Impacto económico de la adopción de tecnologías de riego localizado en pequeños agricultores", se analiza cómo la implementación de sistemas de microaspersión ayuda a reducir los costos operativos a largo plazo, especialmente en términos de ahorro de agua y energía. También se abordan los beneficios de la tecnología para los pequeños agricultores, que, a pesar de la inversión inicial, pueden mejorar su productividad y rentabilidad.

Un enfoque importante en los estudios sobre microaspersión es su aplicación en cultivos específicos. En un estudio realizado por (González J. , 2015), titulado "Innovaciones tecnológicas en el riego agrícola: de la irrigación tradicional a la microaspersión", se evalúa el uso de la microaspersión en cultivos de hortalizas y frutales, como tomates y cítricos, y se concluye que este sistema mejora significativamente la calidad de los productos debido a la distribución homogénea del agua, que evita el estrés hídrico y promueve un crecimiento saludable de las plantas.

La sostenibilidad es un tema clave en los estudios sobre microaspersión. (Reyes, 2010) en su trabajo "La gestión eficiente del agua en la agricultura: riego por microaspersión y sus beneficios", destacan que la microaspersión no solo permite un uso más eficiente del agua, sino que también ayuda a reducir la salinización del suelo y el impacto ambiental de la agricultura intensiva. Este estudio también menciona que, al reducir el uso de agua, se minimizan los efectos negativos sobre los ecosistemas acuáticos cercanos.

CAPÍTULO III

3. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

3.1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA O PROCESO

3.1.1. Antecedentes

Según (Mendoza Balderrama, 2015), el intervalo de riego debe ser determinado de acuerdo con el tipo de cultivo, el tipo de riego y el factor productivo o de agotamiento, el sistema de riego por microaspersión es un tipo de riego localizado que permite regar en bajas dosis, favoreciendo los pequeños intervalos de riego y de alta frecuencia, de entre uno a tres días; por otra parte, la frecuencia del riego deberá de estar definida por la etapa de desarrollo del cultivo, la dosis de agua que se debe de aplicar, la pérdida de agua que puede existir dentro de la cámara térmica debido a la evaporación y el intervalo de riegos.

El sistema de riego por microaspersión es considerado una tecnología localizada de alta frecuencia, lo que significa que su diseño permite una alta eficiencia del uso del agua, se riega con mayor regularidad reponiendo las pérdidas diarias de agua dentro de la cámara térmica lo que permite que el cultivo reciba la cantidad de agua necesaria y de forma precisa para su óptimo crecimiento (Mendoza Balderrama, 2015).

De acuerdo con (Vale, 2024), las cámaras térmicas contribuyen a las áreas de baja humedad facilitando la programación del riego y evitar desperdicio de agua, además el riego puede ser optimizado gracias al ajuste de microaspersores proporcionando una cantidad exacta de agua requerida mejorando la eficiencia del riego. Las cámaras térmicas son factibles para la eliminación de patógenos no aptos para cultivos.

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

3.2.1. Ubicación de la propuesta

Latitud: 0°15' S

Longitud: 79°26' O

3.2.2. Metodología de la propuesta

El presente ensayo experimental se estructura en diferentes fases basándonos en investigaciones científicas, abarcando la planificación e instalación del sistema de riego

por microaspersión hasta la evaluación de su desempeño dentro de la cámara térmica, así como también se realizará un análisis argumentativo y crítico para valorar su viabilidad y sostenibilidad.

Área destinada para el sistema de riego por microaspersión:

Ilustración 12. Área destinada para el sistema de riego por microaspersión



Fuente: (Párraga, 2025)

Cámara térmica:

Ilustración 13. Cámara térmica



Fuente: (Párraga, 2025)

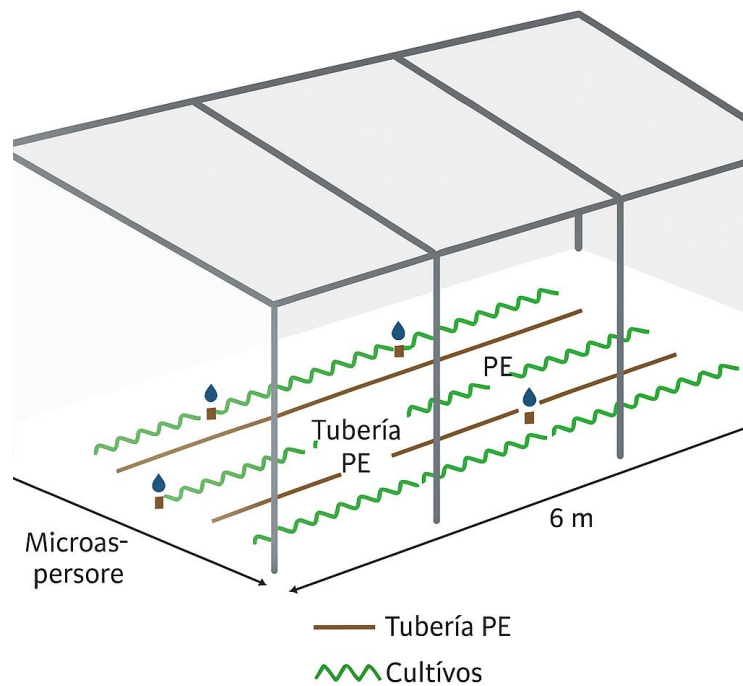
Inspección y diseño agronómico de la implementación:

Ilustración 14. Inspección del Área para la implementación



Fuente: (Párraga, 2025)

Ilustración 15. Diseño agronómico de la implementación



Fuente: (Párraga, 2025)

Equipos y accesorios del sistema de riego:

Ilustración 16. Medición y filtrado del sistema de riego por microaspersión



Fuente: (Párraga, 2025)

Ilustración 17. Tubería y conectores del sistema de riego por microaspersión



Fuente: (Párraga, 2025)

Ilustración 18. Microaspersores del sistema de riego



Fuente: (Párraga, 2025)

Instalación del sistema de riego por microaspersión:

Ilustración 19. Instalación del sistema de riego por microaspersión



Fuente: (Párraga, 2025)

Realización de pruebas del sistema:

Ilustración 20. Realización de pruebas



Fuente: (Párraga, 2025)

Aplicación en campo del sistema de riego:

Ilustración 21. Aplicación en campo del sistema de riego



Fuente: (Párraga, 2025)

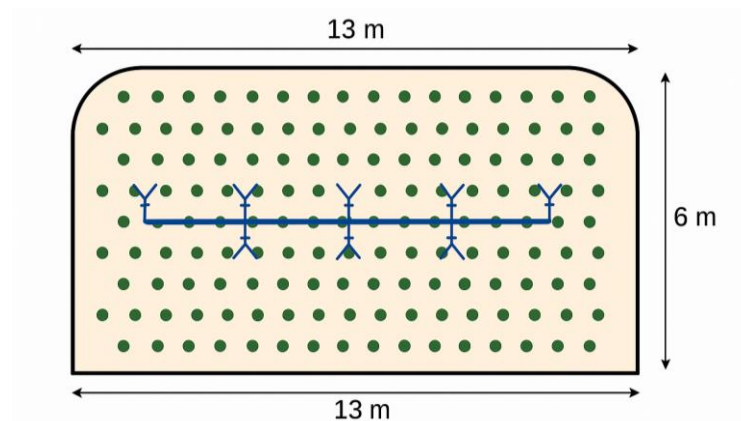
Entrega de acta de recepción de la implementación:

Ilustración 22. Entrega de acta de recepción de la implementación



3.2.3. Diseño agronómico

Ilustración 23. Diseño agronómico del sistema de riego por microaspersión



Fuente: (Párraga, 2025)

3.2.4. Descripción funcional de los componentes

Conectores y Adaptadores:

- Abrazadera Banariego 1" (32-35 MM)

Dispositivo de sujeción que permite derivaciones en tuberías de polietileno de 32 mm. Ideal para insertar conexiones de microaspersión sin cortar el tubo principal.

Material: Polipropileno reforzado.

Diámetro: 32 a 35 mm.

- Adap Banariego 25 X ½'H

Conector hembra que permite la transición de tubo PEAD de 25 mm a rosca hembra de ½".

Uso: Conexión con microaspersores o válvulas de control.

- Adap Banariego 32 X 1'M

Conector que une tubo PEAD de 32 mm con rosca macho de 1".

Uso: Acople con filtros, llaves o elementos roscados.

- Adap Flex 1'M

Conector roscado de 1" macho con cuerpo flexible.

Facilita la conexión entre elementos sin forzar uniones rígidas.

Emisores y accesorios de riego

- Microaspersor automat aq-205 290 L/H RM

Emisor de riego tipo Microaspersor.

Caudal: 290 L/h.

Alcance: Aproximadamente 1.5 a 2 m de radio.

Modelo con rosca macho (RM).

- Bushin Tefen ½ X ¼"

Reductor roscado que permite adaptar conexiones de ½" a ¼".

Material: Plástico técnico (Nylon/Teflón).

Uso común: Reducción para manómetros u otros sensores.

Codos, Tees y Derivaciones

- Codo Banariego 32 X 90°

Conector angular de 90°, une tubería de 32 mm con salida roscada de ½".

Uso: Derivaciones laterales hacia emisores o válvulas.

- Collarín Banariego 32 X ½'

Similar a la abrazadera, permite derivaciones de ½" desde tubería de 32 mm.

Práctico para insertar microaspersores en líneas principales.

- Nudo Univ. Banariego 1' RH

Conector universal roscado de 1" con rosca hembra.

Ideal para acoplar tramos de tubería o accesorios sin herramientas especiales.

- Tee Banariego 32

Conector en forma de “T” con 3 entradas/salidas de 32 mm.

Uso: Ramificación en línea principal.

- Tee Banariego 32 X 25

Tee de reducción: 2 entradas de 32 mm y una salida de 25 mm.

Facilita la derivación a líneas de menor caudal.

- Tee Banariego 1” H

Conector en “T” con rosca hembra de 1” en las tres bocas.

Conexión versátil para equipos roscados.

Filtrado y control

- Filtro disco 1” (tipo Y) automat

Filtro en forma de “Y” para eliminar partículas sólidas del agua.

Tipo: Disco.

Conexión: 1” macho.

Recomendado para proteger los microaspersores de obstrucciones.

- Llave Banariego 32 MH

Válvula de paso con entrada macho de 32 mm.

Controla el flujo hacia sectores del sistema.

- Llave automat con unión 1” RH

Válvula de paso automática con rosca hembra de 1”.

Puede ser operada manualmente o integrarse con un sistema automatizado.

Medición y terminaciones

- Manómetro Banariego de glicerina 14 BA

Instrumento de medición de presión, relleno con glicerina para amortiguar vibraciones.

Rango: Hasta 14 bar.

Uso: Verificación de presión en el sistema.

- Tapón Banariego 32

Cierre para tubería PEAD de 32 mm.

Permite terminar la línea de riego de forma segura.

- Tapón Banariego Rosc 1” M

Tapón con rosca macho de 1”.

Uso: Cierre temporal o permanente de salidas roscadas.

Tubería

- Tubo Banariego 32 X 1.00 E/C

Tubería de polietileno de 32 mm de diámetro.

Espesor: 1.00 mm (pared delgada).

Uso: Línea principal del sistema.

- Tubo Banariego 25 X 1 E/C (P)

Tubería de PEAD de 25 mm de diámetro.

Espesor: 1.00 mm.

Uso: Ramales secundarios.

Resultados Esperados

➤ **Ahorro de Agua:**

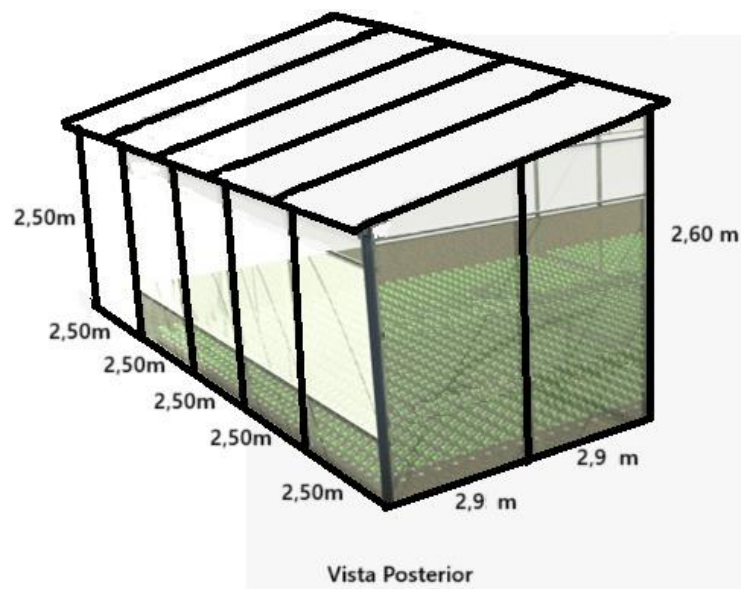
Cuantificación del ahorro proyectado.

➤ **Beneficios Sociales:**

Impacto en la comunidad agrícola y formación de capacidades.

3.2.5. Esquema (cámara térmica)

Ilustración 24. Esquema (cámara térmica)



Nota: (Párraga, 2025)

3.2.6. Desglose de gastos

Tabla 3. Desglose de gastos

Descripción	Precio Unitario	Cantidad	Descuento	Total
Abrazadera Banariego 1" (32-35 MM)	0.9500	5.00	0.00	4.75
Adap Banariego 25 X ½'H	0.2500	13.00	0.00	3.25
Adap Banariego 32 X 1'M	0.7000	2.00	0.00	1.40
Adap Flex 1'M	0.2222	4.00	0.00	0.89
Microaspersor automat aq-205 290 L/H RM	0.6500	13.00	0.00	8.45
Bushin Tefen ½ X ¼"	1.3900	3.00	0.00	4.17
Codo Banariego 32 X 90'	0.6300	5.00	0.00	3.15
Collarín Banariego 32 X ½'	1.5200	3.00	0.00	4.56
Filtro disco 1" (tipo Y) automat	7.2000	1.00	0.00	7.20
Llave Banariego 32 MH	3.3100	1.00	0.00	3.31
Nudo Univ. Banariego 1' RH	2.4000	1.00	0.00	2.40
Manómetro Banariego de glicerina 14 BA	19.0000	3.00	0.00	57.00
Tapón Banariego 32	0.3000	2.00	0.00	0.60
Tapón Banariego Rosc 1' M	0.4100	1.00	0.00	0.41
Tubo Banariego 32 X 1.00 E/C	3.6500	7.00	0.00	25.55
Tubo Banariego 25 X 1 E/C (P)	1.9900	3.00	0.00	5.97
Tee Banariego 32	0.9800	1.00	0.00	0.98
Tee Banariego 32 X 25	0.8100	13.00	0.00	10.53
Tee Banariego 1" H	1.5600	1.00	0.00	1.56
Llave automat con unión 1" RH	3.8200	1.00	0.00	3.82
Universal 1"	4.3500	2.00	0.00	8.85
Neplo Perdido 1"	1.3100	1.00	0.00	1.46
Teflón Amarillo	1.0900	1.00	0.00	1.24
Pega para Tubos	1.0900	1.00	0.00	1.24

Fuente: (Párraga, 2025)

3.2.7. Cronograma

Tabla 4. Primera Fase

Fase 1: 2024 (2)		Primer parcial								Segundo parcial							
Actividades		Sep				Oct				Nov				Dic			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN		X															
INTRODUCCIÓN (antecedentes)			X	X													
PROBLEMA (Justificación)					X	X											
OBJETIVOS (generales, específicos)						X											
METODOLOGÍA (Procedimiento, métodos, técnicas)							X	X									
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO										X	X						
DEFINICIONES												X	X				
ANTECEDENTES														X	X		
TRABAJO RELACIONADOS																X	X

Tabla 5. Segunda fase

Fase 2: 2025 (1)		Primer parcial								Segundo parcial							
Actividades		Abr				May				Jun				Jul			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LA PROPUESTA		X															
Descripción del sistema			X														
Diseño y Selección de tecnologías, herramientas o equipos a implementar				X	X												
Plan de implementación (incluye recursos e implementación)						X	X										
Descripción y pruebas de funcionamiento del equipo implementado								X	X								
CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES										X	X						
CONCLUSIONES												X	X				
RECOMENDACIONES														X	X		
BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS																X	X

3.3. PLAN DE IMPLEMENTACIÓN (INCLUYE RECURSOS E IMPLEMENTACIÓN)

3.3.1. Presupuesto

- Materiales tales como tuberías, codos, tees y derivados, así como también conectores, adaptadores y emisores de riego, etc., nos dio un total de \$163.96.
- Mano de obra: \$130
- Mantenimiento anual: \$30

Inversión por parte de la estudiante Párraga Cedeño Ginger Yadira

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

3.4.1. Variable

Variable independiente:

- ✚ Tiempo de riego: 15 minutos cada 4 días, por 15 días.
- ✚ Tiempo de riego: 20 minutos cada 4 días, por 15 días.

Variable dependiente:

- ✚ Número de hojas
- ✚ Número de raíz
- ✚ Perímetro del pseudotallo
- ✚ Humedad del suelo

3.4.2. Unidad experimental

La unidad experimental estuvo conformada por 2 tiempos de riego.

3.4.3. Tratamientos

A continuación, en la tabla 6 se detallan los tratamientos evaluados:

Tabla 6. Esquema del Análisis de T

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

Fuente: (Párraga, 2025)

Tabla 7. Características de los tratamientos

Tratamientos	Número de plantas	Tiempo de riego
T1	100	15 minutos
T2	100	20 minutos

Fuente: (Párraga, 2025)

3.4.4. Características de las unidades experimentales

Se contó con un total de 200 unidades, 6 x 2.5 m² y 13 x 2.6 m² con un área de estudio de 78 m², donde se aplicará una T de Student.

Tabla 8. Características de la unidad experimental

Características de las unidades experimentales	
Superficie del ensayo	48.8 m ²
Número de unidades experimentales	20
Plantas por unidad experimental	5 plantas
Plantas para evaluar	3 plantas
Total, de plantas	200 plantas

Fuente: (Párraga, 2025)

3.4.5. Análisis estadístico

Se aplicó la prueba T de Student, pareada, también conocida como prueba T destinada a muestras dependientes, adecuada para comparar dos tratamientos en condiciones relacionadas, con el fin de evaluar el efecto de dos tiempos de riego (15 y 20 minutos) mediante la implementación de un sistema de riego por microaspersión dentro de una cámara térmica. Esta prueba permitió analizar si existían diferencias significativas en el rendimiento y rentabilidad del cultivo de plátano de exportación (Musa AAB), al utilizar los mismos individuos bajo ambas condiciones de riego.

El análisis estadístico se realizó utilizando un nivel de significancia del 5%, con el apoyo de Excel para el procesamiento y comparación de datos.

Distribución de la prueba T de Student

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

3.5. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN:

3.5.1. Variable número de hojas

En base a los resultados de la variable número de hojas se comprobó que en cuanto a ambos riegos no existe una diferencia significativa, demostrando un ($P < 0,278488$) y, la media del riego 1 (T1 15 minutos) con un valor de 4,35 y del mismo modo la media del riego 2 (T2 20 minutos) con valor de 4,14.

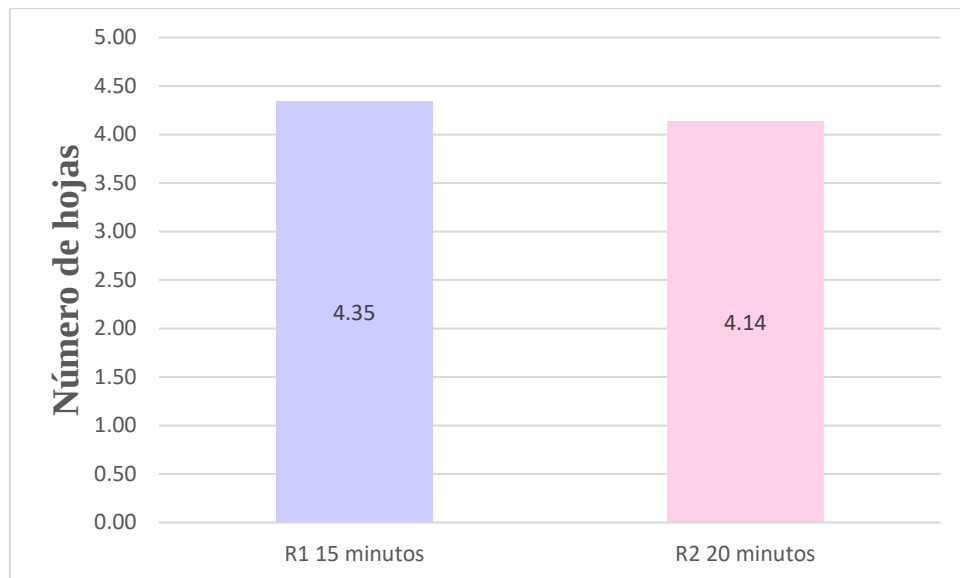


Gráfico 1. Número de hojas en la evaluación de la implementación de un sistema de riego por microaspersión en la cámara térmica

Tal como indica (Stolz, 2008), obtuvo una cantidad promedio de hojas al mes de trasplante con una diferencia significativa de ($P < 0.005$) en plantas de Musa regadas al 100% de la máxima evapotranspiración (ETm) en comparación con plantas regadas al 85% ETm, obteniendo como impacto el manejo hídrico sobre el crecimiento foliar.

3.5.2. Variable número de raíz

De acuerdo con el análisis variable número de raíz en la prueba T de Student se logró determinar que no existe una diferencia significativa entre ambos riegos, adquiriendo un ($P < 0,205133$), y la media obtenida del riego (15 minutos) 1 es 25,20 y la media de riego 2 (20 minutos) es de 30,35.

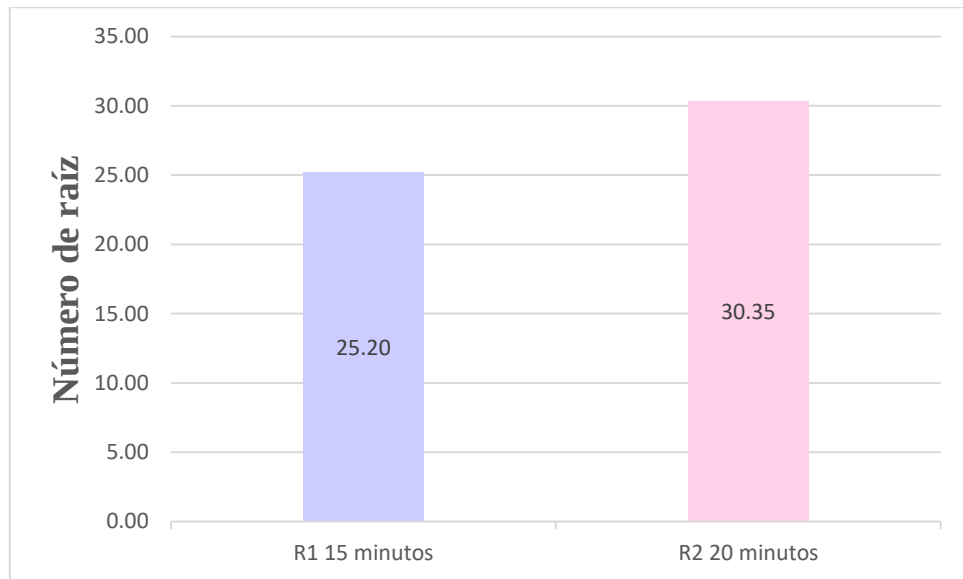


Gráfico 2. Número de raíz en la evaluación de la implementación de un sistema de riego por microaspersión en la cámara térmica

Según (Sant'Ana, 2021), el uso de sistemas de riego por microaspersión con un caudal de 53 L hora^{-1} consiguió mejor longitud y densidad de las raíces en plantas de *Musa*, propone un aumento cuantificable en número de raíces activas, debido a las cifras significativamente mayores ($P < 0.05$) frente a otros sistemas de riego.

3.5.3. Variable perímetro del pseudotallo

Según el análisis variable perímetro del pseudotallo se confirmó que no existe una diferencia significativa entre ambos riegos, con un ($P < 0,167875$), la media del riego 1 (15 minutos) fue de 9,03 cm y la media del riego 2 (20 minutos) fue de 9,44 cm.

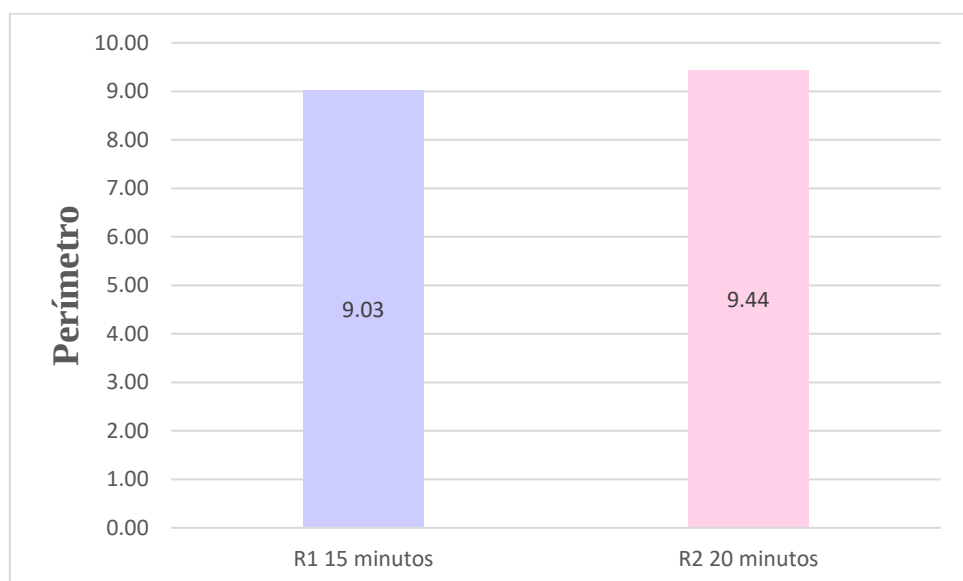


Gráfico 3. Perímetro del pseudotallo en la evaluación de la implementación de un sistema de riego por microaspersión en la cámara térmica

De acuerdo con el estudio de (Mahouachi, 2014), detectó en el perímetro del pseudotallo una diferencia significativa de ($P < 0.05$) en plantas bien irrigadas y sometidas al estrés hídrico, mediante la evaluación con pruebas de diferencia mínima significativa (LSD), proponiendo un impacto directo en el déficit hídrico en el desarrollo del pseudotallo en Musa.

3.5.4. Variable humedad del suelo

Conforme a los resultados de la variable peso de suelo húmedo se logró constatar que de acuerdo con ambos riegos no existe una diferencia significativa, por lo que el ($P < 0,628072$), y la media del riego 1 (15 minutos) es de 2264,50 g y la media del riego 2 (20 minutos) es de 2326,00 g. Para determinar la humedad del suelo fue necesario dejar secar dicho suelo y restar ambos datos para obtener la retención de agua en cm^3 de ambos tiempos.

Riego 1 (primeros 15 días por 15 minutos)

$$\text{➤ } 2264.50 \text{ g} - 1811.60 \text{ g} = 452.90 \text{ g (452.90 cm}^3\text{)}$$

Riego 2 (últimos 15 días por 20 minutos)

$$\text{➤ } 2326.00 \text{ g} - 1860.80 \text{ g} = 465.20 \text{ g (465.20 cm}^3\text{)}$$

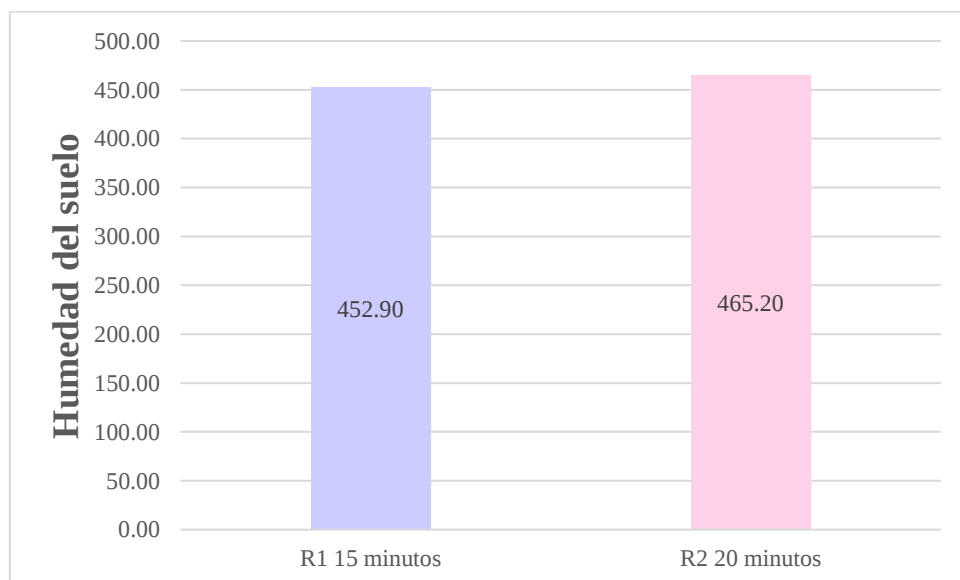


Gráfico 4. Peso de suelo húmedo en la evaluación de la implementación de un sistema de riego por microaspersión en la cámara térmica

(Italo, 2022) señala que, entre el riego por microaspersión y riego por goteo, no difirió de manera significativa entre ambos suelos ya sea con cubierta o sin cubierta, la distribución de humedad con el riego por microaspersión es bastante uniforme pero no implica una diferencia significativa con el otro método de riego.

Análisis de costos de los tratamientos

Tabla 9. Análisis de costos de los tratamientos

Rubros	Tratamientos	
Costos	T1 (15 minutos)	T2 (20 minutos)
Costos Fijos		
Implementación		
Sistemas de riego	163,96	163,96
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	210,46	210,46
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	278,66	279,86

Fuente: (Párraga, 2025)

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES

- ✓ La implementación del sistema de riego por microaspersión en la cámara térmica ubicada en la granja experimental Río Suma perteneciente a los predios de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí extensión El Carmen, permitió establecer una infraestructura básica para el manejo controlado del riego en condiciones semicerrada.
- ✓ Se concluyó que no se obtuvo diferencias significativas para las variables evaluadas: número de hojas, número de raíz, perímetro del pseudotallo y humedad del suelo. Por lo tanto, se sugiere extender los tiempos de riego por varios días más y evaluar diferentes frecuencias de riego, ya que al aplicar el riego por 15 a 20 minutos cada 4 días por 15 días cada una, no mostró efectos diferenciados, lo que muestra que este intervalo de riego no generó ningún cambio significativo entre las variables analizadas.
- ✓ Se determinó que los costos económicos representan un componente clave para la evaluación de la viabilidad del proyecto. En el análisis económico de los tratamientos se pudo verificar que para el tiempo 1 (15 minutos de riego por 4 días) se realizó una inversión de \$278,66 mientras que en el tiempo 2 (20 minutos de riego por 4 días) se obtuvo un costo de inversión de \$279,86.

RECOMENDACIÓN

- ✓ Se recomienda tecnificar y promover el uso de sistemas de riego por microaspersión en ambientes cerrados y controlados como las cámaras térmicas, siendo la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí extensión El Carmen como centro pionero de charlas, conferencias, entre otras, ya que presenta una alternativa eficiente para el manejo del agua en la producción agrícola. Una adecuada implementación puede contribuir al uso racional del recurso hídrico mejorando la productividad de los cultivos y contribuyendo a las buenas prácticas sostenibles, además es favorable para zonas con limitaciones hídricas o variabilidades climáticas.
- ✓ Es recomendable aplicar más tiempos y variaciones de frecuencias de riego por periodos más prolongados. Es decir, un lapso mayor que 15 días para un riego de 15 minutos cada 4 días y que 15 días para un riego de 20 minutos cada 4 días.
- ✓ Se sugiere, a partir de los resultados obtenidos de este trabajo, socializar con la comunidad agrícola mediante charlas y conferencias con el fin de hacerles conocer que establecer y aplicar un sistema de riego no representa ser un proceso costoso ni complejo de implementar. Esta iniciativa puede ser clave para fomentar una mayor tecnificación en sus propiedades, optimizando el uso del agua y mejorando la eficiencia productiva agrícola.

BIBLIOGRAFÍA

- Amaya, E. &. (2016 de 2016). *Diseño de automatización de sistema de riego de invernadero para el desarrollo de la agricultura familiar en el marco de la seguridad alimentaria*. EL SALVADOR: SANTA TECLA, EL SALVADOR: ESCUELA DE EDUCACIÓN DUAL-ITCA-FEPADE SEDE CENTRAL. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/80296682.pdf>
- Antúñez, A. M. (2010). *Eficiencia en sistemas de riego por goteo en el secano*. Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias-CL. Obtenido de https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2014/06/EFICIENCIA_EN_SISTEMAS_DE_RIEGO.pdf
- 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
- Castro, M. (2017). *Agricultura de precisión y riego por microaspersión: hacia una producción más eficiente y sostenible*. Universidad Autónoma de Chapingo.
- CIDISA. (17 de 12 de 2024). *CIDISA*. Obtenido de <https://www.cidisagt.com/proyecto/28.html>
- Corella-Parra, L. M.-M. (2023). *Desarrollo de un sistema de control de inventario para una empresa comercializadora de sistemas de riego*. Ciudad de México: Ingeniería, investigación y tecnología.

- Costa, L. (18 de 08 de 2022). *AuERiego*. Obtenido de <https://aueriego.com/?id=origen-del-riego&in=292>
- Cruz Mora, E. A. (2022). *Evaluación de un sistema de riego por aspersión estacionario en el cultivo de banano en El Azúcar, provincia de Santa Elena*. Santa Elena: La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2022. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/8814/1/UPSE-TIA-2022-0085.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](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
- Démin, P. (2014). *Evaluación por métodos de aspersión*.
- 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>
- Faci González, J. M., & Playán Jubillar, E. (1994). *Principios básicos del riego por superficie*. España: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (España). Obtenido de https://digital.csic.es/bitstream/10261/18632/1/PlayanE_HojasDivulg_1994.pdf

- 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
- Figuerola, F. (2006). *El uso eficiente del agua en la agricultura: el riego por microaspersión*. Técnica, S.A.
- Flores-Gallardo, H. S.-I.-M.-B.-G. (2014). *Técnicas de conservación del agua en riego por gravedad a nivel parcelario*. México: Revista mexicana de ciencias agrícolas. Obtenido de <https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v5n2/v5n2a6.pdf>
- 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>.
- González, J. (2015). *Innovaciones tecnológicas en el riego agrícola: de la irrigación tradicional a la microaspersión*. Editorial Universitaria.
- González, M. (2016). *Evaluación del sistema de riego en la investigación agropecuaria*.
- Gutiérrez, J. &. (2014). *Impacto económico de los sistemas de riego por microaspersión en la agricultura de secano*. Revista de Economía Agrícola.
- Hernández, J. &. (2012). *Impacto económico de la adopción de tecnologías de riego localizado en pequeños agricultores*. Revista de Economía Agrícola.
- Ignacio, C. F. (2010). *IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RIEGO POR MICRO ASPERSIÓN PARA EL CULTIVO DE CACAO (Theobroma cacao L.) EN LA HACIENDA "LA TEODOMIRA"*. SANTA ANA: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ FACULTAD DE INGENIERÍA AGRONÓMICA.
- Italo, H. L. (2022). *Consumptive water use of banana under micro irrigation using a soil-water balance approximation*. Brasil: scielo. Obtenido de <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/YPnvwZtP5mBYFfb8DDmTG3j/?format=html&lang=en>

- JardinDay. (2024). *JardinDay*. Obtenido de https://jardinday.com/aspersores-de-riego/?srsltid=AfmBOoojgkMv6m6SVJvIPKZyYGSDmLOLeyT_NLVc4J2I-IRgpBIOJf--
- Lama, F. (06 de 02 de 2023). *¿Qué es el sistema de riego por microaspersión?* Obtenido de <https://www.lamastore.es/blog/riego-por-microaspersion/>
- Mahouachi, J. &. -C. (2014). *Hormonal and Hydroxycinnamic Acids Profiles in Banana Leaves in Response to Various Periods of Water Stress*. TheScientificWorldJournal. Obtenido de https://www.researchgate.net/figure/Pseudostem-circumference-a-and-length-b-determined-in-regularly-irrigated-and_fig2_263517391
- Marin, N. (2021). *Efecto de las láminas de riego en el rendimiento del pasto buffer* .
- Mendoza Balderrama, J. C. (2015). *Diseño, implementación y evaluación de un sistema de riego por microaspersión en café (Coffea Arábica l.) en la ESPAM MFL*. Calceta: Calceta: Espam. Obtenido de <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/456/1/TA50.pdf>
- Ministerio de agricultura, p. y. (2024). *Riego por aspersión*. Obtenido de <https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/plataforma-de-conocimiento-para-el-medio-rural-y-pesquero/observatorio-de-tecnologias-probadas/material-de-riego/aspersion.aspx>
- Miranda, A. (2015). *Variabilidad de lámina de agua de un sistema de riego*.
- Moreno, A. &. (2014). *Agricultura de precisión: Aplicación de la microaspersión en la gestión eficiente del agua*. Tecnología Agrícola.
- Moreno, A. (2015). *Riego de precisión y sistemas de microaspersión en la agricultura moderna*. Cálamo.
- Ñaupas, P. H. (2013). *Metodología de la investigación científica*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/36825/Cubas_PM_M.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Peláez, A. R. (2013). *La entrevista*. Universidad autónoma de México. Obtenido de http://www.uam.es/personal_pdi/stmaria/jmurillo/InvestigacionEE/Presentaciones/Curso_10/E.
- 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>
- Pimentel, F. S. (2000). *Ensayo de Riego Deficitario Controlado en Palto (persea americana mill), cv. Hass en la Localidad de Quillota, con dos Sistemas de Riego: Microaspersión y Goteo*. PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO.
- 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.
- Ríos, E. &. (2013). *Avances y aplicaciones de los sistemas de riego localizado en la agricultura moderna*. México: Universidad Autónoma de Baja California.
- 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>
- Sánchez Ramírez, K. A. (2021). *Propuesta de diseño de sistema de abastecimiento de agua para riego utilizando energía renovable gotovoltaica para la finca Núñez, de la zona rural Mijo, del municipio de San Juan de la Maguana, provincia San Juan, República Dominicana, 2021*. San Juan: Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña. Obtenido de <https://repositorio.unphu.edu.do/bitstream/handle/123456789/4119/Propuesta%20de%20Diseño%20de%20Sistema%20de%20Abastecimiento%20de%20Agua%20para%20Riego%20Utilizando-Karen%20Anyinetti%20Sánchez%20Ramírez-José%20Alejandro%20Benzan%20Guerrero.pdf?sequence=1>
- Sant'Ana, J. P. (2021). *Trickle irrigation systems affect spatial distribution of roots of banana crop*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Obtenido de <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/6tBNnJqpRxq9T9h9QGLJR3z/>
- Santisteban, S. M. (2019). *Cámara Térmica: Producción de Hijuelos de Plátano*. Institución Nacional de Innovación Agraria. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=mSTlt2m7XkY>
- Stolz, F. &. (2008). *Soil water requirements of tissue-cultured Dwarf Cavendish banana* (Vol. 33). Journal of Horticultural Science & Biotechnology. Obtenido de https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1474706508001538?utm_source
- Torres, L. &. (2009). *Riego eficiente en zonas áridas: El impacto de la microaspersión y otras tecnologías de riego localizado*. Revista de Ciencias Agrícolas.
- Vale, A. (19 de 02 de 2024). *Cámaras térmicas proporcionarán materiales de siembra de yuca más productivos y saludables*. Obtenido de Revista Cultivar: <https://revistacultivar-es.com/noticias/camaras-termicas-vao-proporcionar-materiais-de-plantio-de-mandioca-mais-produtivos-e-sadios>
- Villanueva, J. (2011). *Tecnología de riego por microaspersión en áreas áridas*. México: Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

ANEXOS

Anexo 1. Prueba t para medias de dos muestras emparejadas de la variable número de hojas.

	Riego 1	Riego 2
Media	4,3458	4,1442
Varianza	0,7115	0,946031433
Observaciones	20,0000	20
Coeficiente de correlación de Pearson	0,6119	
Diferencia hipotética de las medias	0,0000	
Grados de libertad	19,0000	
Estadístico t	1,1156	
P(T<=t) una cola	0,1392	
Valor crítico de t (una cola)	1,7291	
P(T<=t) dos colas	0,278488	
Valor crítico de t (dos colas)	2,0930	

Anexo 2. Prueba t para medias de dos muestras emparejadas de la variable número de raíz.

	Riego 1	Riego 2
Media	25,2000	30,3500
Varianza	244,4842	162,8710526
Observaciones	20,0000	20
Coeficiente de correlación de Pearson	0,2486	
Diferencia hipotética de las medias	0,0000	
Grados de libertad	19,0000	
Estadístico t	-1,3121	
P(T<=t) una cola	0,1026	
Valor crítico de t (una cola)	1,7291	
P(T<=t) dos colas	0,205133	
Valor crítico de t (dos colas)	2,0930	

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

	Riego 1	Riego 2
Media	9,0300	9,4410
Varianza	2,1263	1,13940947
Observaciones	20,0000	20
Coeficiente de correlación de Pearson	0,5212	
Diferencia hipotética de las medias	0,0000	
Grados de libertad	19,0000	
Estadístico t	-1,4338	
P(T<=t) una cola	0,0839	
Valor crítico de t (una cola)	1,7291	
P(T<=t) dos colas	0,167875	
Valor crítico de t (dos colas)	2,0930	

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

	Riego 1	Riego 2
Media	2264,5000	2326,0000 g
Varianza	280047,1053	143583,1579
Observaciones	20,0000	20
Coeficiente de correlación de Pearson	0,2784	
Diferencia hipotética de las medias	0,0000	
Grados de libertad	19,0000	
Estadístico t	-0,4924	
P(T<=t) una cola	0,3140	
Valor crítico de t (una cola)	1,7291	
P(T<=t) dos colas	0,628072	
Valor crítico de t (dos colas)	2,0930	

Anexo 5. Factura de Terre Paz VP

documentos.anfibius.net
 Usuario: Cédula / Contraseña: Cédula
 FERREPAZ VP
 PAZ SANCHEZ YERBY MARDUCK
 CPC: 432540011
 RUC: 1723918734001
 MATRIZ: EL CARMEN, AV CHONE Y L
 OS ROBLES
 TELF: 0999418185
 CORREO: YERBYPAZ@GMAIL.COM
 OBIT: A LLEVAR CONTA.: ST
 CONTRIBUYENTE ESPECIAL #: 000
 AGENTE DE RETENCION: NO

FACTURA ELECTRONICA

FACTURA#: 003-003-00004469
 EMISION : 07/06/2025 09:37
 AMBIENTE : PRODUCCION
 EMISION : NORMAL
 TIPO : CONTADO
 #CLAVE ACC: 0706202501172391873
 40012003003000000044691234567811

CLIENTE: PARRALA CEDENO GINGER
 YADIRA
 RUC: 1313430124
 TELF:
 CORREO: @
 DIRECC:
 CODIGO : 2134

CANT.	DESCRIPCION	TOTAL
2.00	UNIVERSAL 1"	8.70
1.00	NEPLG PERDIDO 1"	1.31
1.00	TEFION MARTILLO	1.09
1.00	PEG-PA- TUBOS	1.09
SUBT. AL IVA 15%:		12.1826
DESCUENTO:		0.0000
VALOR ICE:		0.0000
VALOR IVA15 %:		1.8274
TOTAL:		14.0100

ITEMS FACTURADOS: (4)
 VENDEDOR: DELGADO ALEVAR JAZMI
 N DESENTIA

FORMAS DE PAGO
 EFECTIVO: \$14.01

REVICE SU FACTURA EN: @

GRUPO: SERV. ANI (BUSTERRA PAZ
 HORAS: 07/06/2025 09:37:22

Cotización

SUCURSAL : EL CARMEN
 URB LAS MALVINAS AV CHONE 0 Y CALLE 32, AL LADO CLINICA SAN FRANCISCO FRENTE LUBRICENTRO FRENOZA
 Teléfono : 042010726 (567)
 Celular : 0988946841
 Correo : elcarmen@banariego.com

067-101-000001093

CEDULA	1313430124	Ciente	PARRAGA CEDEÑO GINGER YADIRA
Fecha Emisión	19/05/2025	Telefono	0999999999

Vendedor: erivera

Sku	Descripción	Precio Unitario	Cantidad	Descuento	Total
ABRA000046	ABRAZADERA BANARIEGO 1" (32-35 MM)	0.9500	5.00	0.00	4.75
ADAP000281	ADAP BANARIEGO 25 X 1/2"H	0.2500	13.00	0.00	3.25
ADAP000285	ADAP BANARIEGO 32 X 1"ML	0.7000	2.00	0.00	1.40
ADAP000296	ADAP FLEX 1"ML	0.2222	4.00	0.00	0.89
ASPE003060	MICROASPIRADOR AUTOMAT AQ-205 290 L/H RM	0.6500	13.00	0.00	8.45
BUSH000023	BUSHING TEFEN 1/2 X 1/4"	1.3900	3.00	0.00	4.17
CODO000213	CODO BANARIEGO 32 X 90°	0.6300	5.00	0.00	3.15
COLL000139	COLLARIN BANARIEGO 32 X 1/2'	1.5200	3.00	0.00	4.56
FILT003016	FILTRO DISCO 1" (TIPO Y) AUTOMAT	7.2000	1.00	0.00	7.20
LLAV000193	LLAVE BANARIEGO 32 MH.	3.3100	1.00	0.00	3.31
NUDO003001	NUDO UNIV BANARIEGO 1" RH	2.4000	1.00	0.00	2.40
REPU000586	MANOMETRO BANARIEGO DE GLICERINA 14 BA	19.0000	3.00	0.00	57.00
TAPO000138	TAPON BANARIEGO 32	0.3000	2.00	0.00	0.60
TAPO000237	TAPON BANARIEGO ROSC 1" M	0.4100	1.00	0.00	0.41
TBEC000211	TUBO BANARIEGO 32 X 1.00 E/C	3.6500	7.00	0.00	25.55
TBEC000275	TUBO BANARIEGO 25 X 1 E/C (P)	1.9900	3.00	0.00	5.97
TEES000465	TEE BANARIEGO 32	0.9800	1.00	0.00	0.98
TEES000466	TEE BANARIEGO 32 X 25	0.8100	13.00	0.00	10.53
TEES000714	TEE BANARIEGO 1" H	1.5600	1.00	0.00	1.56
VALV003086	LLAVE AUTOMAT CON UNION 1" RH	3.8200	1.00	0.00	3.82



SUCURSAL : EL CARMEN
URB LAS MALVINAS AV CHONE 0 Y CALLE 32, AL LADO CLINICA SAN FRANCISCO FRENTE LUBRICENTRO FRENOZA
Teléfono : 042016726 (567)
Celular : 0988946841
Correo : elcarmen@banariego.com

067-101-000001093

CEDULA	1313430124	Cliente	PARRAGA CEDEÑO GINGER YADIRA
Fecha Emisión	19/05/2025	Telefono	0999999999

Vendedor: erivera

Sku	Descripción	Precio Unitario	Cantidad	Descuento	Total
Total Unidades		83.00			
SubTotal					149.95
Descuento					0.00
Neto					149.95
Base 0% IVA					149.95
Imp. 0% IVA					0.00
Total					149.95

Pagos con tarjeta de crédito y débito solo se admite cambios, NO devoluciones

SALIDA LA MERCADERIA **SI** ACEPTAMOS RECLAMOS, CAMBIOS Y DEVOLUCIONES
HASTA 30 DIAS DESPUES, CON LA FACTURA Y EL TITULAR DE LA COMPRA

TODA TUBERIA A USARSE PARA POZO NO APLICA GARANTIA

La presente cotización es válida por 15 días, los precios y descuentos estan sujetos a cambios.

Autorizo(amos) expresa e irrevocablemente a BANARIEGO CIA. LTDA. Para cuantas veces sean necesarios, de cualquier fuente de información, incluidos los burós de crédito, mi información de riesgos crediticios, de igual forma BANARIEGO CIA. LTDA. queda expresamente autorizada para que pueda transferir o entregar dicha información a los burós de crédito y/o a la Central de Riesgos si fuera pertinente.



Anexo 8. Variable número de hojas



Anexo 9. Variable número de raíz



Anexo 11. Variable humedad del suelo



Anexo 10. Variable perímetro del pseudotallo



Uleam
UNIVERSIDAD LAICA
ELOY ALFARO DE MANABÍ

ACTA DE ENTREGA – RECEPCIÓN

En la ciudad de El Carmen, provincia de Manabí, a los diez (10) días del mes de agosto del año dos mil veinticinco (2025), en las instalaciones de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, Extensión El Carmen, se deja constancia que:

La estudiante de la carrera de ingeniería agropecuaria signada con nombre y número de cedula a continuación:

Párraga Cedeño Ginger Yadira
C.I. 1313430124

Realiza la donación de un sistema de riego por microaspersión en la cámara térmica para la producción de una gran variedad de plantas en la Granja Experimental Río Suma como contribución voluntaria a la Universidad, en el marco de su proceso de titulación, destinada al fortalecimiento institucional de la Extensión El Carmen.

Para constancia de lo actuado, firman en dos ejemplares de igual tenor y valor, la estudiante y el señor Decano de la Extensión **Dr. Temístocles Bravo Tuárez, Mg.**

Atentamente

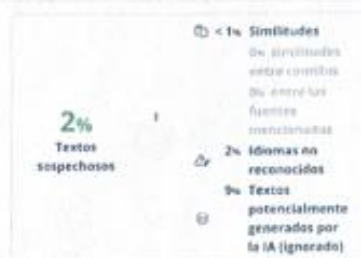
Párraga Cedeño Ginger Yadira
C.I. 1313430124

RECEPCIÓN:

Dr. Temístocles Bravo Tuárez, Mg.
Decano – Extensión El Carmen

Se adjuntan facturas de compra

Implementación de un sistema de riego por microaspersión en la cámara térmica(5)

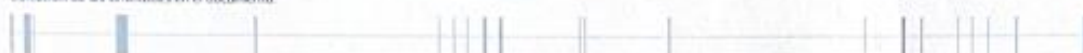


Nombre del documento: Implementación de un sistema de riego por microaspersión en la cámara térmica(5).docx
ID del documento: 3a271893;900094e2f24930a901cea4b6b98a81
Tamaño del documento original: 8.96 MB

Depositar: Marco De la Cruz Chiriza
Fecha de depósito: 12/8/2025
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 12/8/2025

Número de palabras: 11.572
Número de caracteres: 77.584

Ubicación de las similitudes en el documento



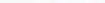
Fuentes principales detectadas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	Documento de otro usuario - 441260 Viene de otro grupo 3 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas = 1% (6 palabras)
2	E-Monitoreo, Pardo, Katherine, Chavez, DP, JH, 2008.docx ; 3_Puerto... - 421661 Viene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas = 1% (74 palabras)
3	HUASAMATE.MEX ; TENDENCIAS DE LOS SECTORES COMERCIALES AGROPECUARIOS... Reporte final Huasamate Mex 2015-2016 24.28 13 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas = 1% (38 palabras)
4	regalflow ; Diseño de un sistema de riego para la implementación de cultivos aut... Análisis del uso de recursos hídricos en el sistema de riego automatizado - E... 10 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas = 1% (64 palabras)
5	Documento de otro usuario - 440711 Viene de otro grupo 3 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas = 1% (75 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	 Testis-Yadira-Genith.docx Aplicación Web para la Gestión Documental - usuario  Viene de de mi grupo	< 1%		 Palabras idénticas = 1% (22 palabras)
2	 repositorio.uepg.edu.ec https://repositorio.uepg.edu.ec/bitstream/2098.2/3616/4/384486.pdf (20 downloads)	< 1%		 Palabras idénticas = 1% (24 palabras)
3	 mail.intagri.com Sistema de Riego por Goteo Intagri S.C. https://mail.intagri.com/act/movajaga-riego/sistema-de-riego-por-goteo	< 1%		 Palabras idénticas = 8% (23 palabras)
4	 dispace.espech.edu.ec Diseño e implementación de sistema de riego automatiz... http://dispace.espech.edu.ec/bitstream/123456789/3795/3/05700561.pdf	< 1%		 Palabras idénticas = 1% (17 palabras)
5	 Documento de obra usuario - usuario  Viene de de otro grupo	< 1%		 Palabras idénticas = 1% (16 palabras)

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

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	 repositorio.upse.edu.ec https://repositorio.upse.edu.ec/handle/document/46000-881-6UPSE-TA-2022-0081.pdf...	3%		 Palabras clave: 24 (175 palabras)
2	 tesis Gustavo Garcia.docx tesis Gustavo Garcia - 17970  Viene de la biblioteca	3%		 Palabras clave: 24 (187 palabras)
3	 repositorio.upse.edu.ec https://repositorio.upse.edu.ec/handle/document/46000-881-6UPSE-TA-2022-0081.pdf...	3%		 Palabras clave: 24 (175 palabras)