

**UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO**

**UNIDAD ACADÉMICA EL SENA**

**PROGRAMA: LICENCIATURA EN INGENIERÍA AGROFORESTAL**



**"EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LOS SISTEMAS DE RIEGO POR GOTEO Y TRADICIONAL EN UNA HUERTA FAMILIAR (CULTIVOS DE CEBOLLA EN HOJA (*Allium schoenoprasum L.*), COL EN HOJA (*Brassica oleracea L.*), LECHUGA (*Lactuca sativa L.*), Y AJÍ DULCE (*Capsicum annuum*), EN EL MUNICIPIO DE EL SENA "**

**Modalidad: Tesis de Grado**

**Presentado por:**

**Luz Paola Gualoa Suárez**

**Para Optar el Título de Licenciatura en Ingeniería Agro-forestal**

**Tutor: Ing. German Kauko Coimbra**

**Sena – Pando – Bolivia 2024**

## HOJA DE APROBACIÓN

Tesis aprobada .....del 2024

Ing.....

Ing. ....

**TRIBUNAL**

**TRIBUNAL**

Ing. German Kauko Coimbra

**ASESOR**

## **DEDICATORIA**

Quiero dedicar esta tesis a mis padres: Jorge Gualoa Antelo y Delma Suárez Guardia por que ellos han guiado mi vida, con sus consejos, su apoyo incondicional y su paciencia, todo lo que soy es gracias a ellos que forjaron y guiaron mi camino.

A mi hija Alba Sharloth Guayao Gualoa quien a sido mi mayor motivación para nunca rendirme en los estudios y poder llegar a ser un ejemplo para ella.

A mis hermanos que mas que hermanos son mis mejores amigos quienes con sus consejos y ayuda e podido llegar a culminar mis estudios.

A toda mi familia que es lo mejor y mas valioso que dios me a dado.

**Luz Paola Gualoa Suárez.**

## **AGRADECIMIENTOS**

El principal agradecimiento a Dios quien me a guiado y me a dado la fortaleza para seguir adelante.

A mi familia por su comprensión y estímulo constante, además su apoyo incondicional a lo largo de mis estudios.

Y a todas las otras personas que de una u otra forma me apoyaron en la realización de este trabajo.

**Luz Paola Gualoa Suárez.**

## INDICE

<b>CAPITULO I .....</b>	<b>1</b>
<b>GENERALIDADES .....</b>	<b>1</b>
1.1.    Introducción .....	2
1.2.    Planteamiento del Problema.....	4
1.2.1.    Descripción del problema .....	4
1.2.2.    Formulación del problema.....	6
1.3.    Objetivos .....	6
1.3.1.    Objetivo general.....	6
1.3.2.    Objetivos específicos .....	6
1.4.    Justificación .....	7
1.5.    Hipótesis.....	8
1.5.1.    Hipótesis Nula ( $H_0$ ) .....	8
1.5.2.    Hipótesis Alternativa ( $H_1$ ).....	8
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>9</b>
<b>SUSTENTACIÓN TEÓRICO.....</b>	<b>9</b>
2.    Revisión Bibliográfica .....	10
2.1.1.    Huerto Familiar:.....	10
2.1.2.    Agricultura.....	11
2.1.3.    El Riego por Goteo .....	12

2.2.	Riego manual o tradicional .....	13
2.2.1.	Características Principales: .....	14
2.3.	Suelo.....	15
2.4.	Hortalizas .....	15
2.4.1.	Clasificación según la Parte Comestible.....	16
2.5.	Importancia en la Agricultura y Sostenibilidad .....	17
2.6.	Cebolla en Hoja ( <i>Allium schoenoprasum</i> L.) .....	17
2.6.1.	Origen y Distribución del Cebollín.....	18
2.6.2.	Descripción Botánica y Clasificación Taxonómica.....	18
2.6.3.	Propiedades, Usos y Valor Nutritivo .....	19
2.6.4.	Ecología y Fisiología .....	19
2.6.5.	Métodos de Propagación.....	19
2.6.6.	Preparación del Suelo .....	20
2.6.7.	Manejo del Riego.....	20
2.6.8.	Manejo de la Fertilización .....	20
2.6.9.	Manejo Fitosanitario Integrado.....	20
2.6.10.	Cosecha y Postcosecha .....	21
2.7.	Hojas de Col o Col silvestre ( <i>Brassica oleracea</i> ) .....	21
2.7.1.	Taxonomía .....	21
2.7.2.	Cultivo y usos .....	22

2.7.3.	Plagas y Enfermedades de la Col ( <i>Brassica oleracea</i> ) .....	22
2.7.4.	Principales Enfermedades de la Col .....	23
2.8.	Lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> ) .....	23
2.8.1.	Origen de la Lechuga .....	24
2.8.2.	Taxonomía .....	24
2.8.3.	Descripción Morfológica de la Lechuga .....	25
2.8.4.	Requerimientos del Cultivo: Temperatura .....	27
2.8.5.	Humedad .....	27
2.8.6.	Valor nutritivo de la Lechuga .....	28
2.8.7.	Plagas y Enfermedades .....	29
2.9.	Ají Dulce ( <i>Capsicum annuum</i> ) .....	32
2.9.1.	Taxonomía del Ají Dulce ( <i>Capsicum annuum</i> ) .....	32
2.9.2.	Características Principales .....	33
2.9.3.	Origen y Distribución: .....	33
2.9.4.	Requerimientos de Cultivo .....	34
2.9.5.	Usos .....	34
2.9.6.	Diferenciación y Variedades .....	34
2.9.7.	Plagas y Enfermedades .....	35
<b>3.</b>	<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>38</b>
	<b>MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>38</b>

3.1.	Tipo De Investigación .....	39
3.2.	Enfoque .....	39
3.2.1.	El enfoque cuantitativo .....	39
3.3.	Métodos.....	39
3.4.	Población Y Muestreo.....	40
3.4.1.	Población .....	40
3.4.2.	Muestra .....	40
3.5.	Técnicas e Instrumento de la Investigación .....	41
3.5.1.	Técnicas de la investigación .....	41
3.5.2.	Instrumentos de la de la investigación.....	41
3.6.	Referencia Geográfica donde se Ejecuta la Investigación .....	41
3.6.1.	Extensión Superficial.....	42
3.6.2.	Ubicación del Lugar de Experimento .....	43
3.6.3.	Clima.....	43
3.6.4.	Temperaturas .....	45
3.6.5.	Precipitaciones Pluviales .....	46
3.6.6.	Riesgos Climáticos .....	46
3.6.7.	Aire .....	47
3.7.	Diseño del Módulo de Experimento .....	48
3.7.1.	Sistemas de riego programados .....	49

3.7.2.	Densidad de Siembra: .....	50
3.8.	Descripción del Material de Requerimiento .....	50
3.9.	Detalle del Trabajo de Investigación que se va ejecutar .....	52
3.9.1.	Lineamiento del Módulo.....	52
3.9.2.	Reconocimiento del Terreno.....	52
3.9.3.	Variables a Evaluar .....	54
3.9.3.3.	Rendimiento de cultivos: .....	55
3.10.	Plan de Procesamiento de la Información.....	56
<b>4.</b>	<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>57</b>
	<b>RESULTADOS DE LA INVESTIGACION .....</b>	<b>57</b>
4.1.	RESULTADO .....	58
4.1.1.	Consumo de agua.....	58
4.1.2.	Crecimiento de plantas .....	61
4.1.3.	Rendimiento de cultivos: .....	62
4.1.4.	Eficiencia del riego .....	64
4.2.	DISCUSIÓN .....	67
<b>5.</b>	<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>69</b>
	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>69</b>
5.1.	Conclusiones .....	70
5.2.	Recomendaciones.....	71

Bibliografía.....73

ANEXOS.....77

## INDICE DE TABLA

Tabla 1: Taxonomía Cebollin ( <i>Allium schoenoprasum</i> L.) .....	18
<i>Tabla 2: Taxonomía de la Col Silvestre (Brassica oleracea L.)</i> .....	22
Tabla 3: Taxonomía de la Lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> L.) .....	25
Tabla 4: Composición Química de la Lechuga .....	28
Tabla 5: Contenido de minerales en cada 100 g. de hojas de lechuga .....	29
Tabla 6: Taxonomía del ají dulce ( <i>Capsicum annuum</i> ) .....	33
Tabla 7: Sistemas de Riego Programados .....	50
Tabla 8: Densidad de Siembra de los Sistema de riego tradicional/Goteo .....	50
Tabla 9: Materiales, Insumos y equipos requeridos para la investigación .....	51
Tabla 10: Consumo de Agua en Sistema de Riego Tradicional/Manual .....	58
Tabla 11: Consumo de agua en Sistema de Riego por Goteo .....	59
Tabla 12: Datos obtenidos del Sistema de Riego tradicional y Altura Promedio .....	61
Tabla 13: Datos obtenidos del Sistema de Riego por Goteo y Altura Promedio .....	61
Tabla 14: Rendimiento de Cultivo en el Sistema de Riego Tradicional/Manual .....	63
Tabla 15: Rendimiento de cultivo en el Sistema de Riego por Goteo .....	63
Tabla 16: Eficiencia del Sistema de Riego Manual .....	65
Tabla 17: Eficiencia del Sistema de Riego por Goteo .....	65

## INDICE DE FIGURA

Figura 1: Mapa "Plan Territorial de Desarrollo de El Sena 2021:17 .....	42
Figura 2:Extensión Superficial.....	42
Figura 3: Sistema de Riego Tradicional o Manual.....	48
Figura 4: Sistema de Riego por Goteo .....	48
Figura 5:Formula de la obtención del flujo de emisor .....	60

## RESUMEN

La tesis titulada *"Evaluación Comparativa de los Sistemas de Riego por Goteo y Tradicional en una Huerta Familiar (Cultivos de Cebolla en Hoja, Col en hoja, Lechuga y Ají Dulce) en el Municipio de El Sena"*, realizada por Luz Paola Gualoa Suarez, aborda la importancia de la agricultura familiar en el municipio de El Sena, Pando, Bolivia, y los desafíos relacionados con el manejo eficiente del agua en un contexto de escasez hídrica y cambio climático. En esta región, donde los pequeños agricultores dependen de huertas para su sustento, los métodos tradicionales de riego, aunque económicos y simples, presentan desventajas significativas, como el desperdicio de agua, la irregularidad en la distribución hídrica y los altos requerimientos de tiempo y esfuerzo. Por otro lado, el riego por goteo, aunque más costoso y demandante en términos técnicos, promete una solución más eficiente al optimizar el uso del agua y mejorar el rendimiento de los cultivos.

El estudio se llevó a cabo mediante un diseño experimental en un área de 312 m<sup>2</sup>, dividida equitativamente entre los dos sistemas de riego evaluados. Cada sistema se aplicó a cuatro cultivos clave: cebolla en hoja, hojas de col, lechuga y ají dulce. Se midieron variables como consumo de agua, crecimiento de las plantas, rendimiento de los cultivos y eficiencia en el uso de los recursos. Los resultados demostraron que el riego por goteo fue significativamente más eficiente en términos de ahorro de agua, debido a su capacidad para reducir pérdidas por evaporación y escorrentía. Además, este sistema mostró un impacto positivo en el crecimiento y la productividad de los cultivos, con una distribución más uniforme del agua y una mejor absorción de nutrientes.

Aunque el riego manual sigue siendo una opción accesible por sus bajos costos iniciales, su ineficiencia hídrica y su alto requerimiento de mano de obra lo posicionan como

menos sostenible en el mediano y largo plazo. Por el contrario, el riego por goteo, aunque requiere una mayor inversión inicial, se considera más rentable a lo largo del tiempo, al disminuir los costos operativos asociados con el uso de agua y fertilizantes.

La investigación concluye que el riego por goteo es la opción más adecuada para las huertas familiares en el municipio de El Sena, especialmente en condiciones de alta demanda hídrica, como las que se presentan durante la temporada seca. Sin embargo, se resalta la necesidad de acompañar su implementación con capacitación técnica y apoyo financiero, para superar las barreras económicas y técnicas que enfrentan los pequeños agricultores. Este estudio no solo proporciona evidencia empírica para guiar decisiones agrícolas locales, sino que también destaca la relevancia de adoptar prácticas más sostenibles en el uso de recursos hídricos, contribuyendo a la seguridad alimentaria y la sostenibilidad en el sector agrícola familiar.

**Palabras claves:** Riego por goteo, Riego tradicional, Agricultura familiar, Huertas familiares, Eficiencia hídrica, Cultivos sostenibles, Seguridad alimentaria, Optimización de recursos, Escasez de agua, Productividad agrícola.

## ABSTRACT

The thesis titled "Comparative Evaluation of Drip and Traditional Irrigation Systems in a Family Garden (Leaf Onion, Cabbage, Lettuce, and Sweet Pepper Crops) in the Municipality of El Sena", authored by Luz Paola Gualoa Suarez, addresses the significance of family farming in the municipality of El Sena, Pando, Bolivia, and the challenges related to efficient water management in a context of water scarcity and climate change. In this region, where small-scale farmers rely on gardens for their livelihoods, traditional irrigation methods, although economical and simple, present significant drawbacks, such as water wastage, uneven water distribution, and high labor demands. On the other hand, drip irrigation, while more expensive and technically demanding, offers a more efficient solution by optimizing water usage and improving crop yields.

The study was conducted through an experimental design over a 312 m<sup>2</sup> area, equally divided between the two irrigation systems being evaluated. Each system was applied to four key crops: leaf onion, cabbage, lettuce, and sweet pepper. Variables such as water consumption, plant growth, crop yields, and resource use efficiency were measured. The results demonstrated that drip irrigation was significantly more efficient in terms of water savings, thanks to its ability to reduce losses from evaporation and runoff. Additionally, this system had a positive impact on plant growth and productivity, providing more uniform water distribution and improved nutrient absorption.

While manual irrigation remains an accessible option due to its low initial costs, its inefficiency in water use and high labor demands make it less sustainable in the medium and long term. Conversely, drip irrigation, although requiring a higher initial investment, is considered more cost-effective over time, reducing operational costs associated with water

and fertilizer usage.

The research concludes that drip irrigation is the most suitable option for family gardens in the municipality of El Sena, especially under high water demand conditions such as those experienced during the dry season. However, the study emphasizes the need to accompany its implementation with technical training and financial support to overcome the economic and technical barriers faced by small-scale farmers. This study not only provides empirical evidence to guide local agricultural decisions but also highlights the importance of adopting more sustainable practices in water resource management, contributing to food security and sustainability in the family farming sector.

Keywords: Drip irrigation, Traditional irrigation, Family agriculture, Family gardens, Water efficiency, Sustainable crops, Food security, Resource optimization, Water scarcity, Agricultural productivity.

# **CAPITULO I**

# **GENERALIDADES**

## **1.1.Introducción**

La agricultura familiar es fundamental para la seguridad alimentaria y la economía de muchas regiones rurales, entre ellas el municipio de El Sena, donde pequeñas huertas abastecen a las comunidades locales. Sin embargo, en estas zonas, el manejo adecuado del agua se ha vuelto cada vez más desafiante debido a la escasez hídrica, el cambio climático y las limitaciones en infraestructura. En este contexto, los sistemas de riego juegan un papel crucial en el rendimiento y sostenibilidad de los cultivos, especialmente en huertas familiares que dependen de un manejo eficiente de recursos.

El riego manual o tradicional es un método ampliamente utilizado en huertas familiares debido a su simplicidad y bajo costo inicial. No obstante, su eficiencia en el uso del agua es limitada y puede afectar la uniformidad en el crecimiento de los cultivos. Por otro lado, el riego por goteo es un sistema de aplicación localizada que permite una distribución más precisa del agua, lo que potencialmente reduce las pérdidas por evaporación y escorrentía, y mejora la absorción de nutrientes. Sin embargo, su implementación inicial implica costos y conocimientos técnicos que pueden ser un desafío para los agricultores de pequeña escala.

Este estudio tiene como objetivo realizar una evaluación comparativa entre el sistema de riego por goteo y el riego tradicional en una huerta familiar que produce cultivos de cebolla en hoja, col, lechuga y ají dulce en el municipio de El Sena. La investigación se centra en analizar aspectos clave como el consumo de agua, el rendimiento de los cultivos, los costos operativos y la sostenibilidad de cada método en función de las condiciones locales. Además, busca identificar las ventajas y limitaciones de cada sistema para proporcionar datos empíricos que puedan servir como guía para agricultores y promover prácticas de riego que optimicen el uso de los recursos hídricos en huertas familiares.

La información obtenida no solo permitirá evaluar la viabilidad técnica y económica de cada sistema, sino que también contribuirá al desarrollo de estrategias sostenibles en el uso de agua. Al comparar ambos sistemas en las condiciones específicas de la huerta y el contexto local, esta investigación aspira a ofrecer recomendaciones aplicables para mejorar la eficiencia en huertas familiares y a fomentar la adopción de prácticas más sostenibles y productivas en el sector agrícola.

La escasez de agua y la necesidad de prácticas agrícolas más sostenibles han llevado a un aumento en la adopción de sistemas de riego eficientes, como el riego por goteo, especialmente en huertas familiares y pequeñas explotaciones agrícolas. Este estudio tiene como objetivo comparar la eficiencia y efectividad de dos sistemas de riego por goteo y tradicional en el contexto de una huerta familiar ubicada en el municipio de El Sena, donde se cultivan cebollita en hoja, col, lechuga y ají dulce.

La evaluación se centrará en aspectos clave como el consumo de agua, el rendimiento de los cultivos y los costos asociados, proporcionando datos empíricos que permitan determinar cuál sistema es más adecuado para optimizar el uso de recursos hídricos y mejorar la productividad en cultivos de este tipo. La información obtenida busca contribuir a la toma de decisiones informadas para pequeños agricultores y fomentar prácticas más sostenibles en el sector agrícola.

El riego de precisión moderno fue inventado en 1959 por el Ingeniero Israelí Simcha Blass y desde entonces han pasado más de 60 años. Se trata del desarrollo tecnológico en materia de riego agrícola que inició lo que actualmente conocemos como “riego tecnificado”, un elemento de la producción agrícola que permite, no solamente obtener mayores rendimientos y productos de mejor calidad, sino también utilizar de manera responsable el

recurso agua.(Axayacatl, 2024)

Según (Gil Marín et al., 2020)Para resolver el problema de la escasez de agua en la agricultura, es necesario desarrollar tecnologías de gestión de ahorro de agua. Una de las principales razones de la baja cobertura de riego es el uso predominante del método de riego por inundación (convencional), donde la eficiencia del agua es muy baja debido a varias razones.

En los últimos años, sin embargo, la creciente competencia por los escasos recursos hídricos ha llevado a aplicar técnicas modificadas para maximizar la eficiencia del agua y mejorar el rendimiento y la calidad de los cultivos.

El método de riego por goteo es muy eficiente para suministrar agua de riego de forma precisa porque solo humedece la zona de la raíz inmediata de cada planta y, por lo tanto, se adapta en gran escala a muchos cultivos hortícolas.

En este método, el agua se suministra a un ritmo más lento durante un período de tiempo más largo, en intervalos regulares, a través de un sistema baja presión para satisfacer la demanda de evapotranspiración del agua. Se ha comprobado que regando el 50% del potencial de raíces se han obtenido excelentes resultados. El porcentaje de suelo que humedece el gotero depende del caudal de éste, tipo de suelo y tiempo de riego. (Quiros Valderde, 2018)

## **1.2.Planteamiento del Problema**

### ***1.2.1. Descripción del problema***

En el municipio de El Sena, ubicado en un departamento que enfrenta condiciones climáticas extremas, la agricultura familiar es una actividad esencial para la economía y

seguridad alimentaria de las comunidades locales. Sin embargo, los pequeños agricultores deben afrontar desafíos significativos, en particular debido a la escasez de agua y la falta de acceso a tecnologías de riego eficientes.

La situación se agrava durante los meses de julio a septiembre, cuando el departamento Pando, experimenta un período de calor intenso, lo que aumenta la evaporación y reduce la disponibilidad de agua para los cultivos. Durante estos meses críticos, el riego manual o tradicional, que aún es el método más común en la región por su bajo costo inicial, presenta desventajas: implica una aplicación poco uniforme del agua, mayores pérdidas por evaporación y un elevado consumo de tiempo y esfuerzo, factores que limitan la productividad y sustentabilidad de los cultivos.

En contraste, el riego por goteo ofrece una alternativa más eficiente, con una aplicación precisa y controlada del agua que permite reducir pérdidas y optimizar su uso, especialmente en épocas de calor. Sin embargo, su implementación en huertas familiares presenta retos tanto económicos como técnicos. Este estudio plantea una evaluación comparativa de ambos sistemas en una huerta familiar que produce cebolla en hoja, col, lechuga y ají dulce, considerando las condiciones específicas de Municipio de El Sena y los desafíos que plantea la temporada de calor intenso.

Dada la importancia de la agricultura familiar en el municipio de El Sena y los desafíos asociados al uso eficiente del agua, especialmente durante los meses de calor intenso (julio a septiembre), surge la necesidad de evaluar qué sistema de riego manual o por goteo es más adecuado para mejorar el rendimiento de cultivos de cebolla en hoja, col, lechuga y ají dulce en una huerta familiar.

El riego tradicional, aunque accesible y de bajo costo inicial, genera pérdidas significativas de agua y requiere un alto consumo de tiempo y mano de obra, factores que se vuelven aún más críticos en temporadas de alta evaporación. Por otro lado, el riego por goteo ofrece un método potencialmente más eficiente en el uso del agua y en la distribución de nutrientes, pero presenta desafíos técnicos y financieros para su adopción.

### ***1.2.2. Formulación del problema***

¿Cuál sistema de riego (el riego manual o el riego por goteo), resulta más eficiente y adecuado para una huerta familiar en el Municipio de El Sena, considerando el consumo de agua, el rendimiento de los cultivos y la sostenibilidad de cada sistema, especialmente en condiciones de alta demanda hídrica?

## **1.3. Objetivos**

### ***1.3.1. Objetivo general***

Evaluar comparativamente la eficiencia y efectividad de los sistemas de riego manual y riego por goteo en una huerta familiar que cultiva cebollita en hoja (*Allium schoenoprasum L.*), hojas de col (*Brassica oleracea L.*), lechuga (*Lactuca sativa L.*) y ají dulce (*Capsicum annuum*), en el municipio de El Sena.

### ***1.3.2. Objetivos específicos***

- Cuantificar y comparar el consumo de agua de los sistemas de riego manual y riego por goteo en los cultivos seleccionados.
- Evaluar el rendimiento de los cultivos de cebolla en hoja, col, lechuga y ají dulce bajo ambos sistemas de riego, identificando el impacto de cada método

en el crecimiento y productividad de las plantas.

- Elaborar recomendaciones prácticas para agricultores locales sobre la selección de sistemas de riego en función de sus necesidades y recursos, fomentando prácticas de riego sostenibles y eficientes en condiciones de alta demanda hídrica.

#### **1.4. Justificación**

La agricultura familiar es una actividad clave en el Municipio de El Sena, donde los pequeños agricultores dependen de huertas para la producción de alimentos como cebolla en hoja, col, lechuga y ají dulce. Sin embargo, estos agricultores enfrentan dificultades para asegurar la eficiencia en el uso del agua, un recurso cada vez más limitado, especialmente durante los meses de julio a septiembre, cuando el clima caluroso intensifica la demanda hídrica de los cultivos. Este contexto plantea la necesidad urgente de optimizar las prácticas de riego, pues el desperdicio de agua y los costos asociados a los métodos tradicionales afectan la sostenibilidad de las huertas familiares y la economía de los agricultores.

El riego por goteo ha demostrado ser una alternativa más eficiente en el uso del agua en comparación con el riego manual o tradicional. Sin embargo, su implementación en pequeña escala y en contextos de bajos recursos, como los de la agricultura familiar en el Municipio de El Sena, requiere una evaluación cuidadosa de sus beneficios y desafíos. Es fundamental contar con datos específicos que permitan a los agricultores entender el impacto de cada sistema en términos de consumo de agua, rendimiento de los cultivos y sostenibilidad, especialmente en condiciones locales.

Este estudio es relevante porque permitirá generar conocimiento práctico y aplicado

sobre la eficiencia de los sistemas de riego manual y por goteo en un contexto agrícola familiar. La investigación contribuirá a establecer un marco de referencia que oriente a los agricultores en la selección de métodos de riego, con el fin de mejorar su productividad y sostenibilidad. Además, los hallazgos podrán ser útiles para organismos de apoyo al desarrollo rural y para programas de fomento a la agricultura sostenible, que buscan implementar estrategias de manejo eficiente del agua y de optimización de recursos en el sector agrícola.

En última instancia, la investigación tiene el potencial de impactar positivamente en la economía de los pequeños agricultores de la región, al brindarles herramientas para mejorar la eficiencia de sus sistemas de riego, disminuir costos y aumentar el rendimiento de sus huertas. Con ello, se promoverá una agricultura familiar más sostenible y resiliente frente a la escasez hídrica, fortaleciendo así la seguridad alimentaria y la economía local.

## **1.5.Hipótesis**

### ***1.5.1. Hipótesis Nula ( $H_0$ )***

No existe diferencia significativa en el consumo de agua, rendimiento de los cultivos y sostenibilidad entre el sistema de riego manual y el sistema de riego por goteo en una huerta familiar en el Municipio de El Sena.

### ***1.5.2. Hipótesis Alternativa ( $H_1$ )***

El sistema de riego por goteo es más eficiente en el consumo de agua, mejora el rendimiento de los cultivos y es más sostenible que el sistema de riego manual en una huerta familiar en el Municipio de El Sena.

**CAPÍTULO II**

**SUSTENTACIÓN**

**TEÓRICO**

## **2.1.Revisión Bibliográfica**

### ***2.1.1. Huerto Familiar:***

Una huerta familiar es un sistema socio ecológico que se desarrolla en espacios específicos y cercanos a una vivienda, ya sea en entornos urbanos o rurales, donde se cultivan diversos tipos de plantas, hierbas, arbustos, árboles, y, en algunas ocasiones, se crían animales. Este tipo de huerta tiene como objetivo principal proporcionar alimentos a la familia, pero también cumple otras funciones esenciales en el ámbito cultural, económico, social y ecológico.(Ibarra et al., 2019)

Las huertas suelen establecerse en barrios, villas, escuelas o universidades, y muchas veces son gestionadas por diferentes grupos de personas o por familias que buscan una mayor autonomía alimentaria y la producción de alimentos frescos y saludables. En el ámbito rural, las huertas familiares forman parte de una tradición agrícola y cultural que ha pasado de generación en generación, asegurando la conservación de conocimientos ancestrales y prácticas tradicionales. Estos espacios son, por tanto, una mezcla de innovación y tradición, donde se aplican conocimientos de agricultura adaptados al contexto actual, buscando la sostenibilidad y la autosuficiencia.

Las huertas familiares no solo cumplen con la función de producir alimentos, sino que también contribuyen al bienestar de las familias en muchos otros aspectos. Por un lado, proporcionan un refugio biocultural, es decir, un espacio donde se preservan especies vegetales y animales que, de otra manera, podrían estar en riesgo de desaparecer debido a la homogenización agrícola y los monocultivos industriales. Además, estas huertas son esenciales para mantener la biodiversidad local, ya que permiten la coexistencia de variedades

de plantas que están adaptadas al entorno y que son resistentes a enfermedades y condiciones climáticas adversas.(Ibarra et al., 2019)

Por otro lado, las huertas familiares representan un símbolo de identidad y de resistencia cultural. En ellas se puede observar la continuidad de prácticas tradicionales, como el uso de plantas medicinales, la creación de artesanías, el uso de alimentos en rituales, y la elaboración de productos artesanales y ornamentales. También son espacios donde se fortalecen la economía familiar y el sentido de comunidad, ya que permiten el intercambio de conocimientos y de productos entre familias y vecinos.

En un contexto de globalización y de cambios rápidos en los sistemas agrícolas, las huertas familiares son, además, una forma de resistencia ante la pérdida de diversidad cultural y alimentaria. Al permitir que las personas produzcan sus propios alimentos de manera autónoma, estas huertas promueven la soberanía alimentaria, reduciendo la dependencia de insumos externos (como agroquímicos y semillas comerciales) y fomentando prácticas agrícolas sostenibles. En este sentido, las huertas familiares contribuyen a la sostenibilidad ambiental, al reducir la huella ecológica y promover prácticas de manejo responsable del suelo y de los recursos naturales.(Bueno, 2014)

### ***2.1.2. Agricultura***

La agricultura es una actividad fundamental para el desarrollo económico y social de cualquier región. La producción de alimentos es uno de los pilares para garantizar la seguridad alimentaria y el bienestar de las poblaciones. En este contexto, el cultivo de hortalizas ha adquirido una importancia crucial, especialmente en áreas rurales como el municipio de El Sena. Las hortalizas como la cebolla en hoja, el rabanito, la lechuga y el tomate son altamente

valoradas tanto por su aporte nutricional como por su demanda en los mercados locales y nacionales.(Russo, 1994)

En este marco, el uso eficiente del agua mediante sistemas de riego tecnificados, como el riego por goteo, se convierte en una estrategia indispensable para optimizar la producción agrícola, especialmente en regiones donde el agua es un recurso limitado o irregular. La implementación de estos sistemas permite una mayor eficiencia en el uso del agua y contribuye al aumento de la productividad, lo que beneficia a los agricultores tanto desde el punto de vista económico como ambiental.

La *agricultura* es la actividad de cultivar la tierra y criar animales con el objetivo de producir alimentos, fibras y otros recursos esenciales para la subsistencia humana. Va más allá del simple cultivo, integrando conocimientos sobre el manejo del suelo, el agua, y las condiciones climáticas. A través de técnicas como el riego, la rotación de cultivos y el uso de tecnologías apropiadas, la agricultura contribuye al desarrollo económico, la seguridad alimentaria y la conservación del entorno natural.(Alencastre, 2012)

### ***2.1.3. El Riego por Goteo***

Un sistema de riego por goteo es una técnica de irrigación que suministra agua directamente a las raíces de las plantas mediante una red de tuberías, emisores y otros componentes, permitiendo una aplicación de agua eficiente y controlada. Este método minimiza el desperdicio de agua y asegura que las plantas reciban el riego necesario de forma localizada, lo cual optimiza el crecimiento y reduce el consumo de recursos.(Quiros Valderde, 2018).

En lugar de inundar los campos o utilizar métodos menos eficientes como el riego por aspersión, el riego por goteo administra pequeñas cantidades de agua de manera constante, evitando la pérdida por evaporación o escurrimiento superficial. (Blair, 1979)

### **2.1.3.1. Beneficios del riego por goteo.**

*Ahorro de agua:* Reduce las pérdidas por evaporación y deriva, utilizando entre un 30% y 60% menos agua que los sistemas tradicionales. (Axayacatl, 2024)

*Mayor eficiencia en la fertilización:* Permite aplicar fertilizantes disueltos en el agua de riego (fertiirrigación), lo que asegura una nutrición más eficiente y una mejor absorción por parte de las plantas.

*Reducción de malezas:* Al regar solo la zona alrededor de las plantas, se limita el crecimiento de malezas en otras áreas del campo.

*Mejora de la calidad del cultivo:* El suministro controlado de agua y nutrientes promueve un desarrollo más uniforme y reduce el riesgo de enfermedades causadas por exceso de humedad en las hojas y frutos. (Alencastre, 2012)

## **2.2. Riego manual o tradicional**

El riego tradicional manual es una técnica de irrigación simple en la que el agua es aplicada de forma directa a las plantas, usando herramientas manuales como cubos, regaderas o mangueras. En este sistema, el agricultor controla manualmente el flujo y la distribución del agua, lo que permite adaptar la cantidad a las necesidades específicas de las plantas. (FAO, 2000)

### **2.2.1. Características Principales:**

*Bajo Costo Inicial:* No requiere infraestructura ni equipamiento sofisticado, lo que hace que los costos de inversión sean mínimos. Es una opción accesible para agricultores con recursos limitados o que trabajan en huertos familiares y pequeños cultivos.

*Facilidad de Implementación:* Dado que no se necesita una preparación técnica avanzada ni maquinaria especial, esta técnica puede ser implementada en casi cualquier tipo de terreno y por personas con poca o ninguna capacitación previa.

*Mayor Consumo de Mano de Obra:* Este método depende de la intervención manual constante, lo que demanda más tiempo y esfuerzo físico. Es común en áreas donde la mano de obra está fácilmente disponible y donde el tamaño del cultivo permite que el riego manual sea viable.

*Ineficiencia en el Uso del Agua:* A diferencia de sistemas como el riego por goteo, el riego manual puede llevar a la pérdida de agua debido a la escasa precisión en la aplicación. Esto puede resultar en excesos de agua en algunas áreas y en la falta de riego en otras, lo cual también afecta el desarrollo óptimo de las plantas.

*Flexibilidad y Control Visual:* Aunque menos preciso que otros métodos, el riego manual permite al agricultor observar directamente las condiciones de cada planta y ajustar la cantidad de agua según lo perciba necesario, lo cual puede ser útil en el monitoreo de pequeños cultivos.

*Aplicaciones Comunes:* Es utilizado principalmente en huertos familiares, jardines y pequeños cultivos donde el costo y la disponibilidad de equipos son limitantes. También se usa en áreas rurales o en comunidades con recursos escasos y donde la infraestructura de riego

más avanzada no está disponible.(Brouwer & FAO, 1981)

### **2.3.Suelo**

En el contexto de la ciencia del suelo, el suelo se define como una capa superficial de material natural que cubre la superficie terrestre, resultante de la descomposición y la alteración de rocas y restos orgánicos debido a procesos físicos, químicos y biológicos. Este material está compuesto por partículas minerales, materia orgánica, aire y agua, que interactúan en diferentes proporciones y propiedades, formando un sistema que sustenta la vida vegetal.

El suelo es un recurso dinámico, esencial para la agricultura, ya que proporciona nutrientes, agua y soporte físico a las plantas. Las propiedades del suelo, como su textura, estructura, pH, contenido de nutrientes y capacidad de retención de agua, influyen en su capacidad para soportar la productividad agrícola. Además, la clasificación de suelos en distintos tipos o unidades edáficas, como Inceptisoles, Entisoles, Andisoles y Molisoles, permite entender su potencial uso agrícola y las prácticas de manejo adecuadas.(Mendez Garcia et al., 2008)

### **2.4.Hortalizas**

Las hortalizas son plantas comestibles cultivadas en huertos o áreas agrícolas. Su principal objetivo es proporcionar alimentos frescos, ricos en nutrientes esenciales, para el consumo humano. Generalmente, las hortalizas se cultivan en zonas con acceso a agua y suelos fértiles, aunque algunas pueden adaptarse a diferentes condiciones climáticas y técnicas de cultivo.(Casseres, 1980)

### ***2.4.1. Clasificación según la Parte Comestible***

Cada hortaliza se clasifica según la parte de la planta que se consume, destacando una gran variedad de tipos:

*Raíces:* Estas hortalizas almacenan nutrientes en sus raíces, como las zanahorias, remolachas y rábanos, siendo una fuente importante de energía y minerales.

*Bulbos:* Concentran nutrientes en una estructura subterránea compacta, como la cebolla y el ajo, conocidos también por sus propiedades medicinales.

*Hojas:* Hortalizas como la lechuga, espinaca y acelga, que destacan por su contenido en fibra, vitaminas y minerales.

*Tallos:* En este grupo están el apio y los espárragos, cuyas fibras y minerales son beneficiosos para la salud digestiva y ósea.

*Flores:* Se consumen las flores de plantas como el brócoli y la coliflor, ricas en antioxidantes y vitaminas esenciales.

*Frutos:* En este caso, se consumen los frutos de las plantas, como el tomate, ají y/o pimiento, calabacín y berenjena, los cuales son ricos en agua, vitaminas y minerales.

*Valor Nutricional y Beneficios para la Salud:* Las hortalizas son fundamentales en una dieta equilibrada por su alto contenido en vitaminas (A, C, K y del grupo B), minerales (potasio, magnesio, hierro), fibra y antioxidantes. Estos nutrientes contribuyen a fortalecer el sistema inmune, mejorar la digestión, proteger contra enfermedades crónicas y promover una buena salud general.(Giacconi M & Escaff G, 2004)

## **2.5.Importancia en la Agricultura y Sostenibilidad**

Las hortalizas son uno de los cultivos básicos en la agricultura a pequeña y gran escala. Su producción no solo ayuda a satisfacer las necesidades alimentarias de las comunidades, sino que también puede desempeñar un papel importante en la sostenibilidad, al diversificar las cosechas y reducir la dependencia de monocultivos. Además, su cultivo puede ser compatible con prácticas agrícolas sostenibles, como la agricultura ecológica y los sistemas agrosilvopastoriles, al fomentar la biodiversidad y el uso eficiente de recursos naturales.(Alencastre, 2012)

## **2.6.Cebolla en Hoja (*Allium schoenoprasum* L.)**

La cebolla en hoja, también conocida como cebollín o cebolla larga, es un cultivo de ciclo corto que se adapta bien a diferentes condiciones climáticas. Su desarrollo óptimo ocurre en suelos bien drenados y ricos en materia orgánica. La cebolla en hoja es sensible a los niveles de humedad, lo que hace que el riego por goteo sea ideal para evitar la saturación y garantizar un suministro constante de agua. Este sistema también previene enfermedades como el mildiu, que prospera en condiciones de humedad elevada en las hojas.

El cebollín (*Allium schoenoprasum* L.) es una planta herbácea perteneciente al género *Allium*. Es conocida por su sabor similar a la cebolla, pero más suave, lo que la hace ideal para la cocina gourmet. Posee propiedades nutricionales destacadas, como un alto contenido de vitamina C, vitamina A, potasio y calcio. Además, es utilizada en la medicina natural por sus propiedades antibacterianas, antisépticas y estimulantes del sistema digestivo.(Bonilla Correa & Perez Gil, 2010)

### 2.6.1. Origen y Distribución del Cebollín

El cebollín (*Allium schoenoprasum* L.) tiene una historia de cultivo que se remonta a más de 5,000 años. Aunque su cultivo se documentó formalmente a partir del siglo XIX, ya era utilizado por diversas civilizaciones antiguas, como los indígenas de Norteamérica. Su cultivo comenzó en Italia y se extendió al centro y oeste de Europa durante la Edad Media. Hoy en día, el cebollín se produce en regiones de climas fríos, creciendo de manera silvestre en lugares pedregosos y secos. (Bonilla Correa & Perez Gil, 2010, pag.11)

### 2.6.2. Descripción Botánica y Clasificación Taxonómica

El cebollín pertenece al reino vegetal, clase *Liliopsida*, y familia *Liliaceae*. Es una planta perenne con un bulbo fusiforme, hojas huecas y cilíndricas de color verde grisáceo, y flores púrpuras. Esta planta es polinizada principalmente por abejas, abejorros y avispas. Su sistema radicular es poco profundo, limitando su capacidad de absorción de nutrientes. (Bonilla Correa & Perez Gil, 2010, pág. 12).

**Tabla 1: Taxonomía Cebollín (*Allium schoenoprasum* L.)**

Taxonomía	
<b>Reino:</b>	Plantae
<b>División:</b>	Magnoliophyta
<b>Clase:</b>	Liliopsida
<b>Subclase:</b>	Liliidae
<b>Orden:</b>	Asparagales
<b>Familia:</b>	Liliaceae
<b>Subfamilia:</b>	Allioideae

<b>Tribu:</b>	Allieae
<b>Género:</b>	Allium
<b>Especie:</b>	Allium schoenoprasum L.

### ***2.6.3. Propiedades, Usos y Valor Nutritivo***

El cebollín es conocido por su alto contenido de vitamina C, vitamina A, potasio, y calcio. Sus hojas tienen un sabor similar al de la cebolla, pero más suave. Es ampliamente utilizado en la gastronomía, especialmente en la cocina gourmet. Además, posee propiedades medicinales como antiséptico, estimulante digestivo y cardiotónico. Sus extractos también presentan efectos antioxidantes. (Bonilla Correa & Perez Gil, 2010, pp. 12-13)

### ***2.6.4. Ecología y Fisiología***

El cebollín prospera en temperaturas óptimas de 18-24 °C, siendo sensible a las heladas y a temperaturas extremas. Se adapta a suelos con un pH entre 4.5 y 7, aunque prefiere aquellos bien drenados y ricos en materia orgánica. En condiciones adecuadas, puede producir de forma constante durante todo el año, con ciclos de 4 a 5 semanas. (Bonilla Correa & Perez Gil, 2010, pág.13).

### ***2.6.5. Métodos de Propagación***

La propagación del cebollín puede realizarse por semillas o mediante división de plántulas. En ambientes controlados como invernaderos, se utilizan bandejas de propagación o bancos elevados para garantizar la sanidad del cultivo. La propagación sexual implica la siembra en sustratos adecuados, mientras que la propagación asexual se basa en la separación

de bulbillos de plantas adultas.(Bonilla Correa & Perez Gil, 2010, Pág. 15-17)

#### ***2.6.6. Preparación del Suelo***

La preparación del suelo es esencial para el éxito del cultivo de cebollín. Las técnicas incluyen labranza mínima, labranza cero, y aplicación de enmiendas para mejorar las condiciones del suelo. También se realizan desinfecciones y se forman camas de cultivo para optimizar el drenaje y la aireación del suelo.(Medina Diaz & Villamizar de Borrero, 1989)

#### ***2.6.7. Manejo del Riego***

El riego es crucial para mantener la humedad adecuada en el suelo. Los sistemas más recomendados son el riego por goteo, que permite una distribución eficiente del agua y reduce las enfermedades, y el riego por aspersión, útil para grandes extensiones, pero con mayores riesgos de erosión y proliferación de enfermedades en el follaje.(Bonilla Correa & Perez Gil, 2010, Pág. 25)

#### ***2.6.8. Manejo de la Fertilización***

La fertilización se realiza con base en análisis de suelo, aplicando productos orgánicos y biofertilizantes como Trichoderma y Beauveria. Se utilizan técnicas de fertilización edáfica y foliar para garantizar un suministro equilibrado de nutrientes, promoviendo un crecimiento saludable y sostenible.(Araujo et al., 2016)

#### ***2.6.9. Manejo Fitosanitario Integrado***

El manejo fitosanitario busca prevenir y controlar plagas y enfermedades comunes en el cebollín, como los trips y enfermedades fúngicas. Se implementan prácticas culturales como la rotación de cultivos y la eliminación de malezas, junto con monitoreo constante para

detectar problemas fitosanitarios a tiempo.(Bonilla Correa & Perez Gil, 2010, Pág. 42)

### **2.6.10. Cosecha y Postcosecha**

La cosecha del cebollín se realiza cortando las hojas a ras del suelo, asegurando la calidad del producto. Durante la postcosecha, se implementan procesos como preenfriamiento, clasificación y empaque para prolongar la vida útil del cebollín, que es altamente perecedero y requiere una cadena de frío adecuada.(Bonilla Correa & Perez Gil, 2010)

### **2.7.Hojas de Col o Col silvestre (*Brassica oleracea*)**

*Brassica oleracea* es una planta bienal que forma una especie de roseta de hojas durante el primer año de cultivo, las hojas de esta variedad son siempre carnosas y tienen proteínas capaces de hacerles almacenar agua y nutrientes. En su segundo año, los almacenes de nutrientes hacen que se forme una inflorescencia amarilla de uno o dos metros de altura.

Su distribución geográfica incluye ambientes costeros y rocosos desde el nivel del mar hasta altitudes considerables, adaptándose a distintos sustratos. Genéticamente, forma parte del grupo C-genoma, compartiendo esta característica con cultivos como el brócoli, la col rizada y el repollo.(Maggioni, 2015).

#### **2.7.1. Taxonomía**

La col silvestre (*Brassica oleracea L.*) pertenece a la familia *Brassicaceae*, conocida por incluir cultivos de gran importancia económica. Las especies del género *Brassica* son clave en la producción de vegetales y aceites comestibles. La *Brassica oleracea* silvestre se encuentra en acantilados costeros de Europa y ha sido fundamental en la investigación genética y taxonómica, dada su alta interfertilidad con formas cultivadas.(Maggioni, 2015)

**Tabla 2: Taxonomía de la Col Silvestre (*Brassica oleracea* L.)**

<b>Taxonomía</b>	
Reino:	Plantae
Subreino:	Tracheobionta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Dilleniidae
Orden:	Brassicales
Familia:	Brassicaceae
Género:	Brassica
Especie:	<i>B. oleracea</i> L.

### **2.7.2. Cultivo y usos**

Esta especie ha sido cultivada durante cientos de años, en un amplio rango de variedades, como repollo, brécol, coliflor... Se trata de una de las plantas más importantes para ser empleadas como alimento humano. De acuerdo con la teoría del Triángulo de la U, la *B. oleracea* está muy relacionada con otras cinco especies del género *Brassica*.(Maggioni, 2015)

### **2.7.3. Plagas y Enfermedades de la Col (*Brassica oleracea*)**

#### **2.7.3.1.Principales Plagas de la Col**

- ✓ Palomilla de Dorso de Diamante (*Plutella xylostella*): Es la plaga más importante de crucíferas. Las larvas se alimentan del envés de las hojas, causando perforaciones que pueden reducir significativamente la producción. Se combate con rotación de insecticidas y enemigos naturales como avispas parasitoides.(Webb et al., 2012)
- ✓ Gusano Falso Medidor (*Trichoplusia ni*): Ataca hojas y brotes, dejando excrementos que devalúan el producto. Prefiere climas cálidos y se controla con productos biológicos como *Bacillus thuringiensis*.(Webb et al., 2012)

- ✓ Chinche Arlequín (*Murgantia histrionica*): Chupa savia de hojas y tallos, causando manchas blancas y deformaciones. Es un problema particular en climas cálidos. (Webb et al., 2012)

#### **2.7.4. Principales Enfermedades de la Col**

Es común que crucíferas sufran de enfermedades como:

- ✓ Mildiu vellosa (*Peronospora parasitica*), afecta hojas jóvenes.
- ✓ Podredumbre negra (*Xanthomonas campestris*), causa lesiones negras en las hojas y tallos.

Para un control integral, se recomienda combinar prácticas culturales, monitoreo constante y manejo integrado de plagas. (Webb et al., 2012)

### **2.8. Lechuga (*Lactuca sativa*)**

La lechuga es una de las hortalizas de hoja más consumidas a nivel mundial, valorada tanto por su sabor como por sus beneficios nutricionales. Su origen se remonta al continente asiático, desde donde se expandió a otras regiones, incluyendo América, a través de la conquista española. Actualmente, se cultivan numerosas variedades adaptadas a diversos climas.

La lechuga es especialmente sensible a las condiciones hídricas. Un exceso de agua puede provocar pudrición en las raíces, mientras que un déficit hídrico resulta en hojas más pequeñas y con un sabor amargo. Para su producción, el riego por goteo se ha consolidado como un método eficiente, ya que proporciona un suministro equilibrado de agua. Este sistema no solo optimiza el crecimiento de la planta, sino que también reduce el riesgo de

enfermedades foliares, las cuales suelen proliferar en ambientes con alta humedad relativa. (Colque Maquera, 2018).

### ***2.8.1. Origen de la Lechuga***

La historia de la lechuga se remonta a miles de años, con evidencias de su existencia y cultivo en distintas civilizaciones antiguas. Según registros históricos, las primeras formas de lechuga correspondían a rosetas de hojas sobre un tallo corto. Este tipo de lechuga es similar a las representadas en pinturas de tumbas egipcias que datan de aproximadamente 2500 años a.C., durante la Cuarta Dinastía. Estas evidencias sugieren que la lechuga fue una de las primeras hortalizas utilizadas para la alimentación humana, y algunas variedades similares aún se cultivan hoy en día.

Otra línea de investigación señala la existencia de la lechuga de semillas de aceite, una variedad que guarda gran parecido con la lechuga silvestre, pero que muestra signos de domesticación. Este proceso podría haberse llevado a cabo en las fértiles regiones del valle del Nilo o en las cuencas del Tigris y el Éufrates, áreas conocidas por ser centros de diversidad de especies del género *Lactuca* y otras formas emparentadas. Estos hallazgos sitúan el origen de la lechuga en el corazón de las primeras civilizaciones agrícolas (Colque Maquera, 2018).

### ***2.8.2. Taxonomía***

La lechuga (*Lactuca sativa*) es una planta anual de la familia Asteraceae. Se cultiva sobre todo como verdura de hoja, pero a veces también por su tallo. La lechuga se utiliza sobre todo para las ensaladas, aunque también se ve en otros tipos de comida, como sopas, emparedados, sándwiches y envoltorios; también se puede pasar a la parrilla.

**Tabla 3: Taxonomía de la Lechuga (*Lactuca sativa* L.)**

Taxonomía	
<b>Reino:</b>	Plantae
<b>División:</b>	Magnoliophyta
<b>Clase:</b>	Magnoliopsida
<b>Orden:</b>	Asterales
<b>Familia:</b>	Asteraceae
<b>Subfamilia:</b>	Cichorioideae
<b>Tribu:</b>	Lactuceae
<b>Género:</b>	Lactuca
<b>Especie:</b>	Lactuca sativa L., 1753

### **2.8.3. Descripción Morfológica de la Lechuga**

La lechuga es una planta herbácea cuya morfología varía ligeramente según la variedad, aunque presenta características comunes en su sistema radicular, hojas, tallo, inflorescencia y semillas.

#### **1. Raíz**

El sistema radicular de la lechuga es pivotante y está altamente ramificado. Bajo riego por goteo, las raíces no suelen superar los 30-35 cm de profundidad, lo que permite un aprovechamiento eficiente de los recursos hídricos y nutricionales.(Colque Maquera, 2018)

#### **2. Hojas**

Las hojas de la lechuga emergen alternadamente en forma de roseta desde un tallo

corto que no se ramifica en su fase vegetativa. Pueden ser lisas, rizadas o aserradas, con bordes que varían entre lisos, ondulados o dentados, dependiendo de la variedad. En variedades como las romanas, las hojas permanecen desplegadas durante todo su desarrollo, mientras que en otras forman un cogollo compacto en etapas avanzadas.(Colque Maquera, 2018)

### 3. Tallo

El tallo de la lechuga es cilíndrico y ramificado, desarrollándose plenamente después de la madurez comercial. En algunas variedades puede alcanzar alturas de 1 a 1,20 metros.(Colque Maquera, 2018)

### 4. Inflorescencia

La inflorescencia de la lechuga se presenta en capítulos florales de color amarillo, organizados en racimos o corimbos. Es una planta autógama, lo que significa que sus flores son capaces de auto polinizarse.(Colque Maquera, 2018)

### 5. Semillas

Las semillas son pequeñas, con un tamaño aproximado de 2 mm de longitud. Su color varía desde marrón oscuro casi negro, hasta gris amarillento o blanco grisáceo, dependiendo de la variedad(Colque Maquera, 2018)

En conjunto, estas características morfológicas hacen de la lechuga una hortaliza adaptable a diferentes condiciones de cultivo y con un ciclo de desarrollo bien definido, lo que facilita su manejo agronómico.

#### ***2.8.4. Requerimientos del Cultivo: Temperatura***

La **lechuga** es una hortaliza que requiere condiciones térmicas específicas para su óptimo desarrollo, crecimiento y calidad.

##### **2.8.4.1. Temperatura Ideal**

Según Estrada (1990), la temperatura ideal durante el día debe oscilar entre **25 y 28 °C**, mientras que en noches de invierno es crucial evitar que descienda por debajo de **0 °C** para prevenir daños por heladas.

##### **2.8.4.2. Promedios Térmicos**

De acuerdo con (Colque Maquera, 2018), los rangos de temperatura mensuales para obtener un crecimiento adecuado son los siguientes:

- **Promedio mensual óptimo:** 15 a 18 °C
- **Promedio mensual máximo:** 21 a 24 °C
- **Promedio mensual mínimo:** 7 °C

#### ***2.8.5. Humedad***

La mayoría de las plantas se desarrollan en un medio ambiente adecuado de humedad relativa que oscila entre 30 a 70%, en lo cual con una baja humedad las plantas se marchitan, un exceso provoca la proliferación de plagas y enfermedades.(Casseres, 1981)

El cultivo de lechuga se desarrolla bien en ambientes donde la humedad relativa del aire fluctúa entre 60 y 80%, mayores o inferiores a estas cifras suelen alterar el crecimiento y desarrollo del cultivo, también favorecen el ataque de muchas enfermedades.(Casseres, 1981)

### **2.8.6. Valor nutritivo de la Lechuga**

La lechuga (*Lactuca sativa* L.), es un alimento que aporta muy pocas calorías por su alto contenido de agua, su escasa cantidad de hidratos de carbono y menor aún de proteínas y grasas, en el contenido de vitaminas destaca la presencia de folatos, pro vitamina A o beta caroteno y las vitaminas C y (Colque Maquera, 2018)

La composición química del cultivo de lechuga:

**Tabla 4: Composición Química de la Lechuga**

<b>Compuesto</b>	<b>Contenido</b>
<b>Agua</b>	94 g
<b>Proteínas</b>	1,6 g
<b>Grasas</b>	0,2 g
<b>Hidratos de carbono</b>	2,1 g
<b>Vitamina V1 (tiamina)</b>	0,1 mg
<b>Vitamina V2 (riboflavina)</b>	0,1 mg
<b>Vitamina V5 (ácido pantoténico)</b>	0,5 mg
<b>Vitamina A (retinol)</b>	2600 UI
<b>Vitamina C (ácido ascórbico)</b>	0,024 g
<b>Cenizas</b>	0,59 g

**Tabla 5: Contenido de minerales en cada 100 g. de hojas de lechuga**

<b>Minerales</b>	<b>Contenido (mg)</b>
<b>Fosforo</b>	23
<b>Potasio</b>	257
<b>Calcio</b>	32
<b>Magnesio</b>	13
<b>Zinc</b>	0,17
<b>Cobre</b>	0,023
<b>Manganeso</b>	0,133
<b>Sodio</b>	5
<b>Hierro</b>	0,33

La lechuga absorbe el 70% de los nutrientes durante el último 30 % de su ciclo, por tal motivo se requieren altos niveles de fertilidad del suelo cerca de la cosecha(Colque Maquera, 2018).

### **2.8.7. Plagas y Enfermedades**

Según (Flores Palate, 2024)en su trabajo de titulación define como plagas y enfermedades los siguientes apartados:

#### **2.8.7.1.Plagas**

- ✓ Pulgón rosado (*Nasonovia ribisnigri*), su incidencia varía en función de las condiciones climáticas. Son más comunes en época de invierno, las poblaciones aumentan conforme lo hacen las temperaturas. Los daños se logran identificar mediante picaduras y succiones dañan los tejidos y produce

pequeños agujeros en la hoja, el contagio se da desde las hojas exteriores hacia el interior de la planta, esta se debilita y finalmente muere.

- ✓ Orugas defoliadoras (*Spodoptera spp*), hacen pequeños agujeros en las hojas, causando defoliación, al crecer, sus mandíbulas adquieren capacidad de comer la hoja de arriba- abajo y llegan a la epidermis de la hoja, destruyendo la yema apical deteniendo el desarrollo de la planta.
- ✓ Babosas y Caracoles, se alimentan de las hojas de la lechuga por lo general esta plaga se presenta durante el invierno.
- ✓ Minadores (*Liriomyza trifoli*), en el cultivo de lechuga se presentan galerías debido a la presencia de este insecto que se hospeda en el interior de la hoja, se alimentan del parénquima, lo cual debilita a la planta y provoca marchitamiento y caída de las hojas, además, retrasa el inicio de la maduración.
- ✓ Mosca Blanca (*Trialeurodes vaporarium*), se encuentra en el envés de las hojas debido a su mayor porosidad, que hace más accesible a sus aparatos bucales chupadores. Se alimenta de la savia de las plantas, de sus nutrientes y su agua. Esto debilita a las plantas y produce decoloración de las hojas y finalmente su caída, además producen una especie de melaza pegajosa que se convierte en caldo de cultivo de gran variedad de hongos y bacterias que pueden infectar a la planta.
- ✓ Trips (*Franklinella occidentalis*), transmite virus patógenos como el virus del bronceado del tomate, Es un tipo de insecto que vive en las hojas en sus primeras etapas, pero cuando madura, cae al suelo o sobre las hojas inferior, sus picaduras extraen los fluidos de las células vegetales produciendo

decoloración, deformación y finalmente necrosis de las hojas, que finalmente mueren.(Flores Palate, 2024)

### **2.8.7.2.Enfermedades**

- ✓ Mildiu: enfermedad producida por el hongo (*Bremia lactucae*). Provoca manchas entre los nervios, amarillentas y acuosas, que se secan produciendo un polvillo formado por las esporas, ataca en toda temporada, principalmente en épocas de lluvia, otoño y primavera. Las hojas inferiores son las más atacadas y las más difíciles de tratar por su cercanía al suelo.
- ✓ Alternaria: (*Alternaria dauci*). Se desarrolla en condiciones de humedad relativamente altas, épocas de rocíos y alternancias de sol y lluvia. Prefiere atacar tejidos débiles, provocando manchas oscuras y redondeadas con los típicos círculos concéntricos.
- ✓ Oídio: (*Erysiphe cichoracerum*) se desarrolla en el haz y en el envés de las hojas. Inicialmente aparece en las hojas exteriores de la lechuga, de modo que el limbo se recubre de un micelio blanquecino. Estas manchas aumentan de tamaño y número, afectando el vigor de la planta y a la cantidad y calidad de la cosecha. Las condiciones óptimas para su desarrollo son temperaturas de 20 o C y humedad relativa del 70%.
- ✓ Botrytis: enfermedad producida por (*Botrytis cinérea*). Ataca principalmente en la base de los peciolo, formando una podredumbre húmeda de color gris. Los tratamientos deben aplicarse preventivamente a base fungicidas sistémicos como Tiofanato.
- ✓ Esclerotinia enfermedad causada por (*Sclerotinia sclerotiorum*). Comienza a desarrollarse en los tejidos cercanos al suelo específicamente en la zona del cuello de la planta es donde ataca. Aparece un micelio algodonoso en el tallo que se extiende hasta el tallo principal.

- ✓ Antracnosis: (*Microdochium panattoniana*) se desarrolla sobre las hojas más viejas y sobre todo en el peciolo y nervio central. Suelen aparecer manchas pequeñas, deprimidas, húmedas, amarillentas y con un margen rojizo que va aumentando de tamaño, necrosándose finalmente.
- ✓ Septoria: (*Septoria lactucae*) Provoca el amarilleamiento de las hojas enteras y los pignidios aparecen sobre el tejido foliar todavía vivo.
- ✓ Chupadera: (*Rhizoctonia, Fusarium, Pythium*) provoca la muerte de las plántulas por estrangulamiento en la base del tallo(Flores Palate, 2024).

## **2.9.Ají Dulce (*Capsicum annuum*)**

*Capsicum annuum*, llamado comúnmente pimiento morrón, pimiento dulce, chile morrón, ají morrón, ají dulce o en algunos países pimentón, entre una multitud de localismos.

Los mismos nombres se utilizan también para el fruto de esta especie vegetal. También se llama así a la planta y los frutos de otras especies y variedades de la misma familia, especialmente *Capsicum frutescens* variedad *Grossum*, un arbusto cuyo fruto tiene en común con el de *Capsicum annuum* la ausencia de sabor picante característico del género.(Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, 2022)

### **2.9.1. Taxonomía del Ají Dulce (*Capsicum annuum*)**

Es la especie más conocida, extendida y cultivada del género *Capsicum*, de la familia de las *solanáceas*. Todas las innumerables formas, tamaños, colores y sabores de sus frutos, descritos y nombrados en la cultura popular, corresponden en realidad a esta misma especie.(Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, 2022)

**Tabla 6: Taxonomía del ají dulce (*Capsicum annuum*)**

Taxonomía	
<b>Reino:</b>	Plantae
<b>División:</b>	Magnoliophyta
<b>Clase:</b>	Magnoliopsida
<b>Familia:</b>	Solanaceae
<b>Género:</b>	Capsicum
<b>Especie:</b>	Capsicum annuum

### **2.9.2. Características Principales**

#### **2.9.2.1. Botánicas:**

- ✓ *Altura:* Planta arbustiva que puede alcanzar entre 80 cm y 200 cm.
- ✓ *Raíces:* Sistema radicular profundo, con raíces adventicias horizontales de hasta 1 metro.
- ✓ *Flores:* Blancas, pequeñas y solitarias, con un cáliz persistente.
- ✓ *Fruto:* Baya hueca con tabiques incompletos, que contiene semillas amarillentas de forma discoidal. (Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, 2022)

#### **2.9.3. Origen y Distribución:**

Originaria de Mesoamérica, domesticada hace más de 6000 años, actualmente es cultivada en todo el mundo; China es el mayor productor.

*Composición Nutricional (por 100 g):*

- Agua: 93.89%
- Energía: 28 kcal

- Carbohidratos: 4.64 g
- Vitamina C: 119.8 mg (cubriendo el 200% de la dosis diaria recomendada).
- Rica en carotenos, luteína y otros antioxidantes.

#### ***2.9.4. Requerimientos de Cultivo***

- ✓ Clima: Crece mejor en temperaturas moderadas (20 °C) y con alta luminosidad, evitando cambios bruscos.
- ✓ Suelo: Idealmente bien drenado, con materia orgánica y cierta proporción de arena.
- ✓ Densidad de Plantación: De 2 a 3 plantas por metro cuadrado.
- ✓ Manejo: Requiere podas y tutores para mejorar la ventilación, calidad y homogeneidad del fruto.

#### ***2.9.5. Usos***

##### **2.9.5.1. Gastronómicos:**

Consumido fresco, seco, o en polvo (como pimentón o paprika).

Usado como condimento, ingrediente o decoración en ensaladas, guisos y salsas.

##### **2.9.5.2. Medicinales:**

Tradicionalmente empleado como antiinflamatorio, afrodisíaco y estomacal.

Rico en vitamina C y antioxidantes, beneficioso para el sistema inmunológico.

#### ***2.9.6. Diferenciación y Variedades***

- ✓ *Variedades destacadas:* Capsicum annuum var. glabriusculum.

- Cultivares populares: Bell Pepper (pimiento dulce), Hot Wax (ají picante), Cascabel, entre otros.
- Frutos no picantes: Popularmente llamados morrón o pimentón según la región.(Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, 2022)

### **2.9.7. Plagas y Enfermedades**

#### **2.9.7.1.Enfermedades**

- ✓ **Damping-off** (*Phytophthora spp.*, *Pythium spp.*, *Rhizoctonia solani*, *Fusarium spp.*), pudrición y oscurecimiento del sistema radicular; lesiones acuosas marrones en el tallo.

*Condiciones:* Suelos húmedos, temperaturas de 15-23 °C.

*Control:* Solarización, semillas tratadas con fungicidas, y fungicidas como Fosetil Aluminio y Carbendazim.

- ✓ **Moho gris** (*Botrytis cinerea*), lesiones acuosas en tallos y hojas que se cubren de esporulación gris bajo alta humedad.

*Condiciones:* Climas fríos, nublados y húmedos.

*Control:* Eliminación de plantas infectadas, abonado equilibrado, aplicación de Piraclostrobin.

- ✓ **Tizón temprano** (*Phytophthora capsici*), pudrición de raíces, tallos y frutos; marchitamiento de la planta.

*Condiciones:* Suelos con drenaje pobre y alta humedad.

*Control:* Limpieza de herramientas, rotación de cultivos, evitar exceso de riego.

- ✓ **Oídio** (*Leveillula taurica*), moho pulverulento blanco en hojas y tallos, necrosis y caída de hojas.

*Condiciones:* Baja humedad y temperaturas moderadas.

*Control:* Retiro de partes infectadas, uso de azufre al 72% como preventivo.

### 2.9.7.2. Plagas

- ✓ **Pulgón saltador** (*Bactericera cockerelli*), succión de savia, inyección de toxinas, y transmisión de fitoplasmas.
- *Control: Biológico:* Uso de enemigos naturales como *Chrysoperla spp.* y *Tamarixia triozae*.

*Químico:* Trampas a 1.5 m de altura, aplicación de Thiametoxam o Abamectina.

- ✓ **Trips** (*Frankliniella occidentalis*), plateado y muerte de tejidos, transmisión del Virus del Bronceado del Tomate.
- *Control: Cultural:* Rotación de cultivos y recolección de residuos.

*Químico:* Uso de Fipronil o Spinosin.

- ✓ **Araña Roja** (*Tetranychus urticae*), deformación de frutos y flores por saliva tóxica.
- *Control: Biológico:* Liberación del ácaro fitoseido *Phytoseiulus persimilis*.

*Químico:* Aplicación de Hexitiazox o Abamectina.

- ✓ **Mosca blanca** (*Bemisia tabaci*), succión de savia y transmisión de

enfermedades virales.

- *Control:* Monitoreo constante del cultivo, *Químico:* Uso de Imidacloprid o Thiocyclam hidrogenoxalato.(Guachan Fuertes, 2019)

**CAPÍTULO III**

**MARCO**

**METODOLÓGICO**

### **3.1.Tipo De Investigación**

El tipo de investigación que se aplicará en el presente proyecto será el tipo de investigación Comparativa-Experimental.

*Comparativa-Experimental:* Permite evaluar el impacto de dos sistemas de riego (variables independientes) sobre el rendimiento y consumo de agua en los cultivos (variables dependientes) en condiciones controladas. Este enfoque es ideal para identificar cuál sistema es más eficiente.

### **3.2.Enfoque**

El enfoque que se utilizara en el presente proyecto es el enfoque cuantitativo.

#### ***3.2.1. El enfoque cuantitativo***

El enfoque sería cuantitativo, ya que se busca recolectar datos numéricos para analizar el consumo de agua y el rendimiento de los cultivos. Además, este enfoque permite realizar comparaciones estadísticas entre los dos sistemas de riego.

### **3.3.Métodos**

*Experimental:* Implementarás un diseño experimental en el que controlarás las condiciones de riego (manual y por goteo) y medirás su efecto sobre el consumo de agua y el rendimiento de los cultivos.

*Comparativo:* Compararás los resultados obtenidos en ambos sistemas de riego para evaluar cuál es más eficiente y efectivo.

### **3.4.Población Y Muestreo**

#### ***3.4.1. Población***

La población de este estudio está conformada por el total del área experimental, que abarca **312 m<sup>2</sup>**, distribuidos equitativamente entre los dos sistemas de riego evaluados: **156 m<sup>2</sup>** para el sistema de riego manual y **156 m<sup>2</sup>** para el sistema de riego por goteo. Cada sistema incluye **cuatro platabandas**, de **24 m<sup>2</sup>** cada una, destinadas a los cultivos de cebolla en hoja (*Allium schoenoprasum L.*), hojas de col (*Brassica oleracea L.*), lechuga (*Lactuca sativa L.*) y ají dulce (*Capsicum annuum*).

Esta población abarca la totalidad de las parcelas experimentales, lo que permite una evaluación integral de ambos sistemas de riego en condiciones controladas, asegurando representatividad en el análisis de los efectos sobre el consumo de agua y el rendimiento de los cultivos.

#### ***3.4.2. Muestra***

Para un Estudio Comparativo-Experimental, se seleccionaron dos grupos de muestras, uno de parcelas que utilizan riego manual y otro de parcelas que emplean riego por goteo.

Cada grupo está compuesto por 4 parcelas de características homogéneas en términos de tipo de suelo, exposición solar y prácticas agrícolas. Esta selección asegura condiciones comparables y permite evaluar el impacto de cada sistema de riego sobre el consumo de agua y el rendimiento de los cultivos.

### **3.5. Técnicas e Instrumento de la Investigación**

#### **3.5.1. Técnicas de la investigación**

- **Observación Directa:** Para monitorear el desarrollo de los cultivos y el funcionamiento de los sistemas de riego.
- **Medición:** Para cuantificar el consumo de agua y el rendimiento de los cultivos

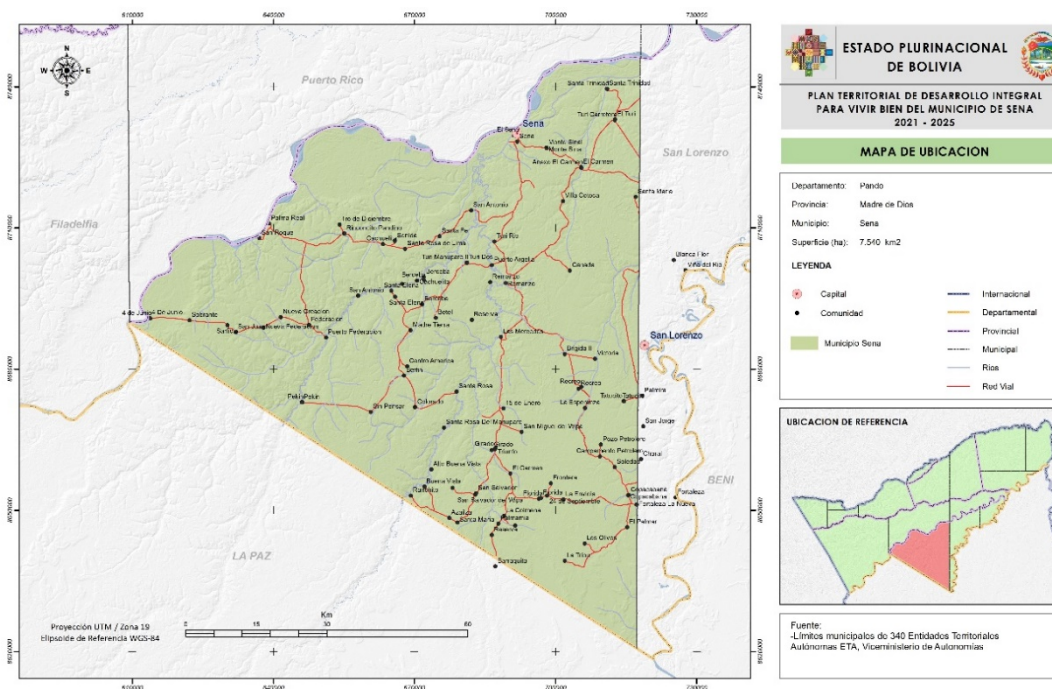
#### **3.5.2. Instrumentos de la de la investigación**

- **Medidores de Volumen de Agua:** Para registrar el consumo de agua en cada sistema.
- **Cintas Métricas y Balanza:** Para medir el crecimiento y el peso de los cultivos cosechados.
- **Registros de Campo:** Para anotar observaciones diarias y datos de medición.
- **Cámaras Fotográficas:** Para documentar visualmente el estado de los cultivos y las prácticas de riego.
- **Software Estadístico:(Excel)** Para el análisis comparativo de los datos obtenidos.

### **3.6. Referencia Geográfica donde se Ejecuta la Investigación**

El Municipio de Sena se encuentra ubicado en el extremo sur del Departamento Pando, extremos Oeste de la Provincia Madre de Dios, se halla ubicado entre coordenadas geográficas correspondientes a los paralelos 11° 27' a 12° 30' de Latitud Sur, y los meridianos 67° 00' a 68° 00' Longitud Oeste. Teniendo como altitud de 148 m.s.n.m.(Plan Territorial de Desarrollo el Sena, 2021)

Figura 1: Mapa "Plan Territorial de Desarrollo de El Sena 2021:17



### 3.6.1. Extensión Superficial

El Municipio de Sena tiene una extensión superficial de 7.540 Km<sup>2</sup>, que corresponde al 63% de la superficie territorial de la Provincia Madre de Dios y el 19% del departamento de Pando, de acuerdo al detalle del siguiente cuadro.

Figura 2: Extensión Superficial

Unidad Territorial	Km <sup>2</sup>
Departamento de Pando	63.834
Provincia Madre de Dios	11.970
Municipio Sena	7.540

### **3.6.2. Ubicación del Lugar de Experimento**

La Constitución Política del Estado de Bolivia, promulgada en fecha 7 de febrero del 2009, establece que Bolivia se organiza territorialmente en departamentos, provincias, municipios y territorios indígenas originarios campesinos.

El Municipio de Sena está conformado por seis distritos que lo integran 10 Barrios del Centro Urbano y 83 comunidades de origen Indígena – Campesino en el área Rural.

Todos los distritos del I al VI, tienen como base legal de creación la Ley Autónoma Municipal No. 20/2016, emitida por el Concejo Municipal y promulgada por el Ejecutivo Municipal.

El centro poblado “Sena” es la capital del municipio de similar nombre, le corresponde el Distrito I, el mismo que se encuentra conformado por diez (10) barrios, cada uno de los cuales tiene una Organización Territorial de Base (OTB).(Plan Territorial de Desarrollo el Sena, 2021)

### **3.6.3. Clima**

Es importante puntualizar ante la ausencia de un centro meteorológico en el mismo Municipio de Sena y habida cuenta que los datos son similares en la mayor parte de la extensión territorial del departamento de Pando, se hará referencia de manera macro a la información departamental; es así que el departamento de Pando tiene un clima tropical húmedo cálido. Según Köppen & Geiger (1936), debe clasificarse como del tipo “Aw” con

período seco, diferenciado en invierno con precipitaciones inferiores a los 60 mm durante un mes o más.

En Pando el clima se caracteriza por temperaturas mensuales medias, elevadas durante todo el año y una precipitación anual que sobrepasa la evapotranspiración; el factor determinante en el clima son los movimientos migratorios estacionales de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCI).

Desde la mitad de noviembre hasta fines de marzo la ZCI de baja presión atmosférica está sobre el Norte de Argentina, Paraguay y el Sur de Bolivia, provocando condiciones atmosféricas inestables y lluvias intensas.

En la época seca, entre mayo y septiembre, se registra la llegada irregular de frentes fríos del Sur (surazos) que causan caídas bruscas de temperaturas en la región, casos en los cuales, la temperatura puede descender en el lapso de pocas horas, desde los 30°C, hasta unos 15°C. La temperatura mínima registrada corresponde al año 1948, con 7°C en Riberalta y Cobija. Es importante señalar que los surazos duran poco tiempo, generalmente entre 2 y 3 días. (Marconi, 1992).

Las temperaturas y precipitaciones altas son condiciones favorables para el crecimiento de las plantas; sin embargo, se considera con insuficiente agua al período en el cual la precipitación más el agua almacenada en el suelo, no compensan la evapotranspiración requerida para su desarrollo sin limitaciones; dando como resultado la reducción de la transpiración de las plantas y de su crecimiento.

La duración de la época seca varía desde 3 meses, en el Oeste, hasta 5 meses en el Este del departamento. La mayoría de los árboles tropicales de la región están adaptados a esta condición; para el crecimiento de los cultivos anuales el período húmedo es óptimo; sin embargo, por la distribución de la precipitación, la cosecha de la mayoría de los cultivos se produce también en la época lluviosa, dificultando el secado de los productos y aumentando las pérdidas postcosecha.

#### ***3.6.4. Temperaturas***

La región se caracteriza por presentar dos tipos de épocas, la época seca que comprende los meses abril a septiembre, y la época húmeda que comprende los meses octubre a marzo.

Clasificación de temperatura suelo promedio anual con valores en grados Celsius, se tiene como valor mínimo de 30°C a 32°C, para la época seca (meses de junio a agosto) y valor máximo de 20°C a 26°C, para la época húmeda (meses de enero a marzo). En la parte central, el departamento de Pando tiene temperaturas de hasta 30°C, mientras que en la parte Noreste sobrepasa los 30°C.

La región cuenta con una vocación agro-productiva forestal-maderable, que converge en el manejo sustentable y aprovechamiento de los frutos del bosque y la castaña. Como integrador de Oeste a Este se presenta el potencial productivo de actividades piscícolas y frutales. Si bien la vocación productiva es recurrente y el potencial agro productivo es emergente, ésta se ve amenazada por el avance acelerado de la deforestación por el lado de Brasil.

### ***3.6.5. Precipitaciones Pluviales***

Conforme el mapa de isoyetas generado en base a la información de Precipitaciones pluviales reportada por el SENAMHI, las estaciones meteorológicas de Cobija, Guayaramerín, Rurrenabaque y Trinidad, Las precipitaciones para el Municipio de Sena varían entre 1750 y 1760 mm, teniéndose diferenciados dos periodos: 1) periodo seco (bajas precipitaciones) y, 2) periodo de inundaciones (precipitaciones elevadas) en los meses de noviembre a marzo, que son los meses más lluviosos.

### ***3.6.6. Riesgos Climáticos***

Los riesgos climáticos son diferentes para las épocas seca y lluviosa, es así que, en la época seca, se producen bajas temperaturas con corrientes de aire de Sur a Norte, denominados surazos que generan disminución en la productividad en las cosechas y cultivos, especialmente de especies frutícolas.

Por su parte, la abundante precipitación pluvial especialmente en enero y febrero causa inundaciones en las poblaciones cercanas a los ríos y arroyos, afectando los cultivos ubicados en las zonas bajas.

El desborde de los ríos Manu paré, Madre de Dios, y otros de menor influencia, afectan a las comunidades del Municipio de Sena, fundamentalmente a las vías carreteras que vinculan a este Municipio con el de Cobija y otras ciudades del país, provocando la habilitación de vías alternas en los tramos Puerto Rico-Porvenir, ante la construcción de la Carretera Ruta Nacional.

### 3.6.7. Aire

Las condiciones medio ambientales y en especial la existencia de una exuberante vegetación permiten respirar aire puro producto de la actividad natural de las plantas que capturan el anhídrido carbónico y liberan oxígeno puro al medio ambiente.

La contaminación del aire es temporal, ésta se presenta en época seca debido a la quema de pastizales en municipios vecinos como Puerto Rico, Bella Flor, Cobija y Porvenir; las quemas de los pastizales naturales que se tiene en la provincia Madre de Dios y los chaqueos que son producidos para habilitar áreas de cultivo de subsistencia por las familias de las comunidades de municipio.

Los vientos provienen del Noroeste la mayor parte del año, sobre todo en verano; mientras que en la época de invierno los vientos son del sureste, fríos y húmedos, conocidos en la región como “surazos”, y su presencia coincide con la época menos húmeda.

### 3.7. Diseño del Módulo de Experimento

Figura 3: Sistema de Riego Tradicional o Manual

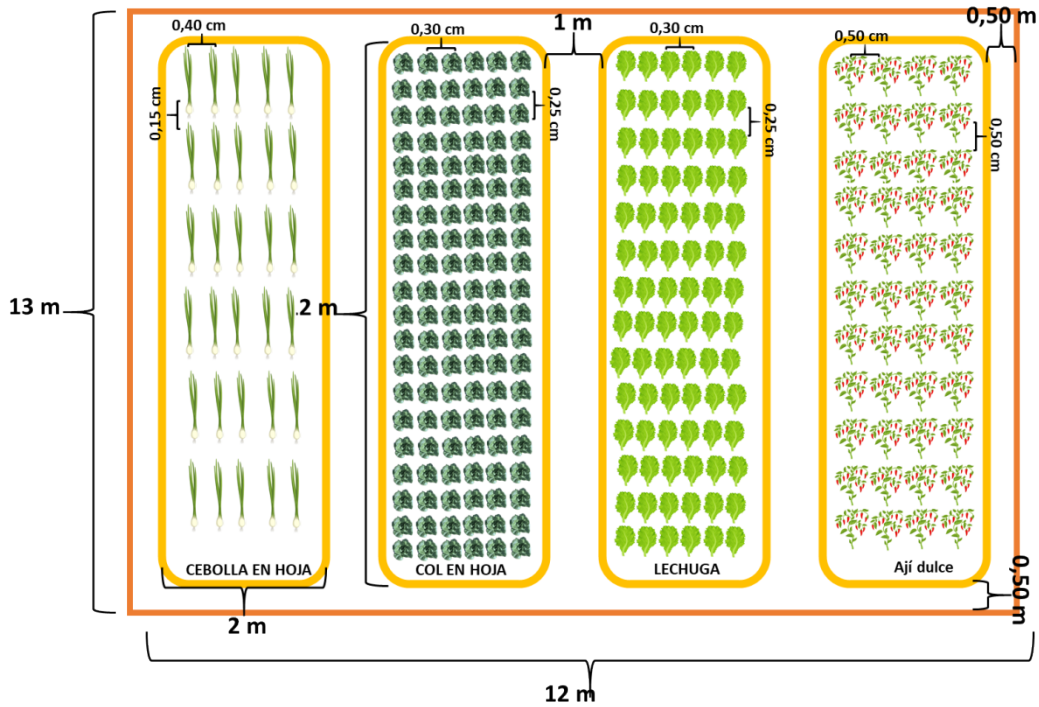
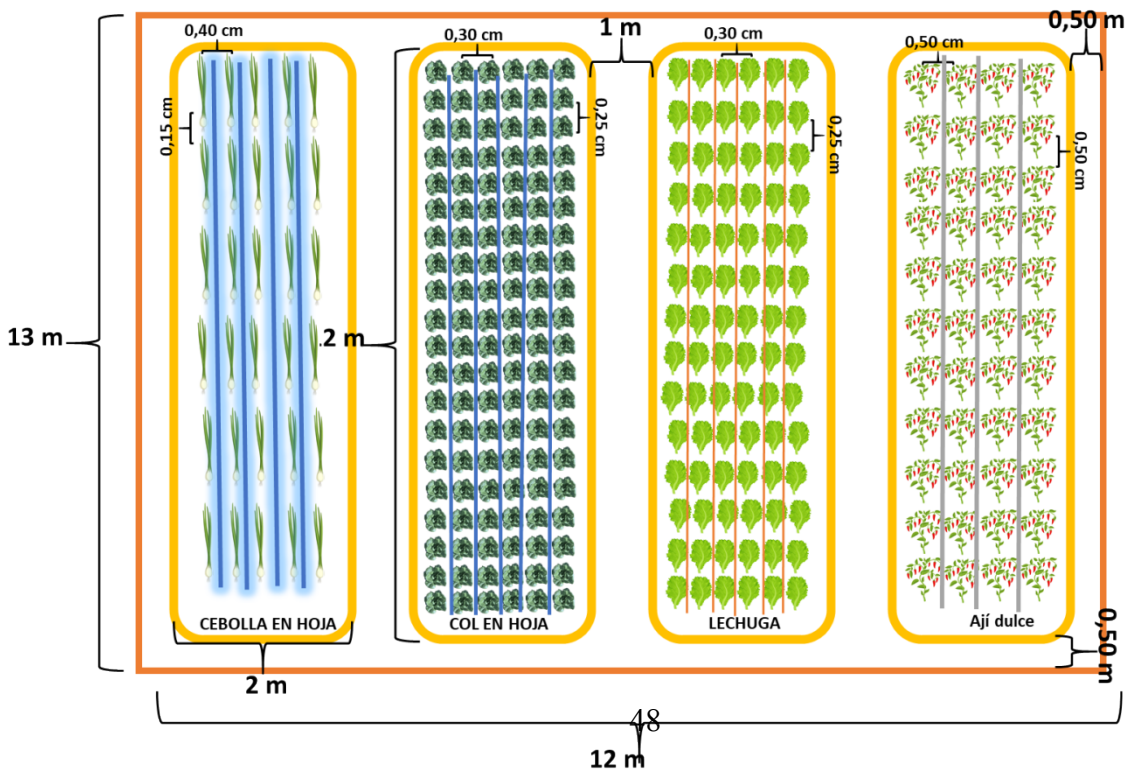


Figura 4: Sistema de Riego por Goteo



El área experimental contara de 2 sistemas de riego (Sistema de Riego Tradicional y Sistema de Riego por Goteo).

Cada sistema de riego contara con 4 platabandas en el experimento, considerando que cada platabanda tiene un tamaño de 24 m<sup>2</sup>.

***Número de platabandas por cultivo/Sistema de Riego:***

- Cebolla en hoja: 1 platabanda = 24m<sup>2</sup>
- Col silvestre: 1 platabanda = 24 m<sup>2</sup>
- Lechuga: 1 platabanda = 24 m<sup>2</sup>
- Ají dulce: 1 platabanda = 24 m<sup>2</sup>

***Número total de platabandas:*** 4 (una por cada cultivo/Sistema de Riego).

***3.7.1. Sistemas de riego programados***

En esta investigación se implementarán dos sistemas de riego en huertas familiares del municipio de El Sena. El riego manual (tradicional), ampliamente utilizado en esta comunidad consiste en la aplicación de agua mediante regaderas, directamente en la base de las plantas, con un volumen controlado para evitar pérdidas.

Por otro lado, el riego por goteo utiliza una red de tuberías con emisores que suministran agua de manera lenta y precisa en la zona radicular, optimizando su uso y reduciendo pérdidas por evaporación. Ambos sistemas serán evaluados en cuatro platabandas (una para cada cultivo: cebolla en hoja, col, lechuga y ají dulce) de 24 m<sup>2</sup> cada una, permitiendo comparar el consumo de agua y el rendimiento de los cultivos bajo condiciones reales de las huertas familiares.

Explicación en cuadro:

**Tabla 7: Sistemas de Riego Programados**

<b>SISTEMA DE RIEGO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>IMPLEMENTACIÓN EN LA INVESTIGACIÓN</b>
<b>Riego manual</b>	Aplicación de agua mediante regaderas, directamente en la base de las plantas.	Usado en 4 platabandas de 24 m <sup>2</sup> cada una; frecuencia y volumen determinados por el cultivo.
<b>Riego por goteo</b>	Tuberías con emisores que aplican agua lentamente en la zona radicular de las plantas.	Usado en 4 platabandas de 24 m <sup>2</sup> cada una; programación según las necesidades de cada cultivo.

### 3.7.2. Densidad de Siembra:

Detalle de las densidades de siembra de los diferentes sistemas de riego programados.

**Tabla 8: Densidad de Siembra de los Sistema de riego tradicional/Goteo**

<b>SISTEMA DE RIEGO TRADICIONAL/GOTEO</b>	<b>DENSIDAD DE SIEMBRA</b>	<b>CANTIDAD DE PLANTAS</b>
<b>Cebolla en hoja</b>	40 cm x 15 cm	400
<b>Col en hoja o col silvestre</b>	30 cm x 25 cm	288
<b>Lechuga</b>	30 cm x 25 cm	288
<b>Ají dulce</b>	50 cm x 50 cm	96

### 3.8.Descripción del Material de Requerimiento

Resumen de materiales, insumos y equipo a utilizar para el desarrollo de la investigación.

**Tabla 9: Materiales, Insumos y equipos requeridos para la investigación**

<b>Categoría</b>	<b>Elemento</b>	<b>Descripción o Uso</b>
Material de campo	Azadones, machetes, picota, pala	Herramientas para preparación y mantenimiento del suelo.
	Cinta métrica	Medición y delimitación de las parcelas experimentales.
	Tanque, mangueras, regaderas	Implementación del sistema de riego manual.
	Martillo, clavos, alambre de amarre	Construcción y soporte para delimitación de parcelas.
	Bolsa de yute, hilo de yute	Recolección y manejo de residuos o materiales en campo.
Insumos	Semillas/bulbos de cebollín en hoja	Establecimiento del cultivo de cebolla en hoja.
	Fungicidas	Control de enfermedades en los cultivos.
	Fertilizantes NPK	Aporte de nutrientes esenciales para el desarrollo de los cultivos.
	Pintura color blanca	Señalización de parcelas y delimitaciones.
Material de gabinete	Resma de papel tamaño carta, libreta	Registro y documentación de los datos experimentales.
	Tablero, lapicero, regla	Organización y visualización de los resultados y datos de campo.
	Tinta	Impresión de reportes y análisis.
Equipo	Celular	Registro fotográfico y monitoreo en campo.
	Computadora	Análisis de datos y redacción de informes.
	Impresora	Generación de documentos y reportes del proyecto.

Este cuadro detalla los elementos requeridos para llevar a cabo el proyecto, clasificándolos según su uso específico en campo, como insumos agrícolas, en gabinete para análisis, o como equipos esenciales para el desarrollo del trabajo.

### **3.9. Detalle del Trabajo de Investigación que se va ejecutar**

#### ***3.9.1. Lineamiento del Módulo***

El experimento se desarrollará en parcelas experimentales divididas en dos sistemas de riego: manual y por goteo. Cada sistema incluirá cuatro platabandas dedicadas a diferentes cultivos (cebollín, col, lechuga y ají dulce).

#### ***3.9.2. Reconocimiento del Terreno***

Se realizará un reconocimiento inicial para seleccionar el área de trabajo. Se verificará que cumpla con los siguientes criterios:

➤ ***Disponibilidad de agua constante:***

Acceso fácil para el transporte de materiales, uniformidad en el tipo de suelo para asegurar condiciones homogéneas entre las parcelas.

➤ ***Preparación de la Zona del Experimento:***

*Limpieza inicial:* Eliminación de malezas, raíces y restos vegetales presentes en el terreno.

*Preparación del suelo:* Remoción manual del terreno con azadones y picotas a una profundidad de 25 cm.

*Nivelación:* Uso de herramientas manuales para nivelar las platabandas y garantizar uniformidad en el sistema de riego.

➤ ***Preparación del Sustrato***

El sustrato para las platabandas consistirá en una mezcla de:

- 50% de tierra local.
- 50% de compost orgánico (estiércol descompuesto y chala de arroz).

➤ **Siembra**

La siembra se realizará manualmente, colocando las semillas y bulbos de cebollín en agujeros de 3 cm de profundidad. Se sembrarán los siguientes cultivos:

- Cebollín (*Allium schoenoprasum L.*).
- Col (*Brassica oleracea L.*).
- Lechuga (*Lactuca sativa L.*).
- Ají dulce (*Capsicum annuum*).

La siembra será directa y se protegerán las plántulas con una capa de tierra suelta para evitar ataques de plagas y conservar la humedad.

➤ **Labores Culturales**

*Control de malezas:* Se realizará cada 15 días para evitar competencia con los cultivos.

✚ **Riego:**

*Manual:* Aplicación diaria de 15 litros por platabanda.

*Por goteo:* Uso de emisores programados para mantener una humedad constante.

✚ **Aporque:** Cada 20 días para asegurar un desarrollo adecuado de las raíces.

✚ **Control fitosanitario:** Aplicación de insecticidas orgánicos en caso de infestaciones detectadas.

➤ **Cosecha**

La cosecha se realizará cuando los cultivos alcancen la madurez, recolectando y

pesando el rendimiento total por parcela para evaluar los resultados de cada sistema de riego.

### **3.9.3. Variables a Evaluar**

#### **3.9.3.1. Consumo de agua**

##### **1. Sistema de riego manual**

- **Medición del agua utilizada:** Se utilizará regaderas con capacidad de 10 litros.

Se procederá a llenar la regadera hasta su capacidad máxima y se procederá a contar cuántas veces se vacía durante el riego de cada platabanda.

Se registrará el número de llenados y se multiplicará por la capacidad de la regadera para obtener el volumen total de agua aplicada.

- **Registro:** Se realizará este conteo cada vez que se riegue y se anotará los resultados diarios en una tabla sencilla.

##### **2. Sistema de riego por goteo**

- **Medición del flujo de los emisores:**

Se colocará un recipiente con capacidad conocida (por ejemplo, un vaso medidor de 1 litro) debajo de un emisor de riego por goteo.

Se medirá el tiempo que tarda en llenarse el recipiente con agua, donde se calculará el flujo del emisor en litros por hora (L/h) dividiendo la capacidad del recipiente por el tiempo medido (en horas).

### 3.9.3.2.Crecimiento de plantas

✚ *Altura promedio de las plantas:* En cada platabanda, se seleccionará un muestreo de 10 plantas por surco, distribuidas aleatoriamente.

La altura de cada planta será medida desde la base del tallo hasta el punto más alto utilizando una cinta métrica, las mediciones se registrarán en centímetros (cm) y se calculará el promedio para cada sistema de riego.

### 3.9.3.3.Rendimiento de cultivos:

Se procesará a sacar el peso total de la producción por platabanda, al momento de la cosecha, se recolectará los cultivos de cada platabanda de forma separada según el sistema de riego.

Cada planta será medida y pesará individualmente utilizando una balanza, los datos se registrarán en una hoja de cálculo, y el peso total de cada platabanda será sumado para determinar el rendimiento final por tratamiento.

### 3.9.3.4.Eficiencia del riego

Relación entre agua consumida y rendimiento obtenido, se calculará la eficiencia utilizando la fórmula:

$$\text{Eficiencia del riego} = \frac{\text{Rendimiento total de cultivos (kg)}}{\text{Volumen total de agua utilizada (litros)}}$$

Se determinará cuál sistema de riego ofrece la mejor relación entre agua empleada y producción obtenida, ayudando a establecer recomendaciones para optimizar los recursos hídricos.

### **3.10. Plan de Procesamiento de la Información**

El procesamiento de la información en esta investigación se desarrollará a través de varias etapas estructuradas.

En primer lugar, se realizará la recolección de datos, que incluirá la medición del consumo de agua mediante métodos volumétricos para registrar la cantidad empleada en cada parcela. También se evaluará el rendimiento de los cultivos mediante la medición del peso y tamaño de las cosechas. Toda esta información se organizará en registros de campo de manera diaria, utilizando herramientas sencillas como hojas de cálculo en Excel, lo que permitirá mantener un control detallado y preciso de los datos obtenidos.

Posteriormente, se realizará un análisis estadístico de los datos recolectados. Este incluirá la comparación de medias y pruebas de hipótesis para determinar si existen diferencias significativas en el consumo de agua y en el rendimiento de los cultivos entre los dos sistemas de riego evaluados. Además, se calcularán índices de sostenibilidad para cada método, lo que permitirá analizar la eficiencia del uso del recurso hídrico en relación con la productividad obtenida. La interpretación de estos resultados será clave para evaluar el impacto ambiental y económico de cada sistema de riego, identificando sus ventajas y limitaciones en el contexto local. Finalmente, los resultados serán organizados en reportes claros y accesibles, que incluirán gráficos, tablas y descripciones detalladas para facilitar su comprensión. Estos reportes servirán como base para sintetizar los hallazgos más importantes de la investigación y proponer mejoras específicas para optimizar el uso del agua en huertas familiares. Con ello, se espera generar conocimientos aplicables que beneficien a los agricultores locales y promuevan prácticas más sostenibles en la región.

**CAPÍTULO IV**

**RESULTADOS DE LA**

**INVESTIGACION**

## 4.1.RESULTADO

A continuación, se detallan los resultados obtenidos para cada variable evaluada en el estudio, destacando las diferencias observadas entre los sistemas de riego manual y riego por goteo. Los datos recolectados han sido analizados para proporcionar una visión completa del comportamiento de los cultivos bajo ambas condiciones, permitiendo identificar los efectos del manejo del agua en el consumo, la productividad, y la sostenibilidad de los métodos implementados.

### 4.1.1. Consumo de agua

#### Sistema de riego manual

En el sistema de riego manual, se utilizó una regadera con una capacidad de 10 litros para cada riego. Se registró el número de veces que se llenó la regadera durante cada sesión de riego. A continuación, se presentan los resultados obtenidos para cada platabanda en diferentes días de riego:

**Tabla 10: Consumo de Agua en Sistema de Riego Tradicional/Manual**

N°	Platabanda (Cultivo)	Número de llenados de la regadera (10 litros)					Promedio de Volumen total aplicado (litros)
		DÍA 1	DÍA 15	DÍA 30	DÍA 60	DÍA 90	
1	Cebolla en hoja	7 (70 Litros)	8 (80Litros)	9 (90Litros)	9 (90Litros)	9 (90Litros)	<b>8,4</b> (84Litros)
2	Lechuga	10 (100Litros)	12 (120Litros)	10 (100Litros)	12 (120Litros)	12 (120Litros)	<b>11,2</b> (112Litros)
3	Col en hoja	12 (120Litros)	12 (120Litros)	11 (110Litros)	7 (70Litros)	10 (100Litros)	<b>10,4</b> (104Litros)
4	Ají dulce	10 (100Litros)	9 (90Litros)	11 (110Litros)	9 (90Litros)	8 (80Litros)	<b>9,4</b> (94 Litros)

El volumen total de agua aplicada en cada riego se obtuvo multiplicando el número de llenados de la regadera por su capacidad (10 litros). Los resultados muestran que el consumo

promedio de agua varía entre los diferentes cultivos, con un promedio de llenados de regadera de 8,4 a 11,2 veces por sesión de riego.

#### *Sistema de riego por goteo*

Para el sistema de riego por goteo, se midió el flujo de los emisores utilizando un recipiente con capacidad conocida de 1 litro. Se registró el tiempo necesario para llenar el recipiente, lo que permitió calcular el flujo en litros por hora (L/h). A continuación, se presentan los datos obtenidos para cada platabanda en diferentes días de riego:

**Tabla 11: Consumo de agua en Sistema de Riego por Goteo**

<b>Sistema de Riego por Goteo</b>										
<b>N°</b>	<b>Platabanda (Cultivo)</b>	<b>Días de Riego Controlado</b>					<b>Flujo Emisor (L/h)</b>	<b>Número de emisores</b>	<b>Tiempo de riego (horas)</b>	<b>Volumen total aplicado (litros)</b>
<b>1</b>	Cebolla en hoja	1 día	15 día	30 día	60 día	90 día	4	10	2	80
<b>2</b>	Lechuga	1 día	15 día	30 día	60 día	90 día	4	10	2	80
<b>3</b>	Col en hoja	1 día	15 día	30 día	60 día	90 día	4	10	2	80
<b>4</b>	Ají dulce	1 día	15 día	30 día	60 día	90 día	4	10	2	80

#### *Medición del flujo de los emisores:*

El cálculo del flujo del emisor en el sistema de riego por goteo se realizó utilizando un método artesanal, práctico y efectivo. Para ello, se colocó un recipiente de capacidad conocida, en este caso un vaso medidor de 1 litro, justo debajo de un emisor en funcionamiento. Asegurándose de que el sistema operara a su presión habitual, se activó el riego y se midió el tiempo que el emisor tardó en llenar completamente el recipiente,

registrando este tiempo en minutos. Posteriormente, el tiempo medido se convirtió a horas dividiendo los minutos entre 60. Finalmente, el flujo del emisor en litros por hora (L/h) se calculó dividiendo el volumen del recipiente por el tiempo convertido a horas. Este procedimiento permitió obtener de manera precisa el caudal de los emisores, siendo una herramienta clave para analizar la eficiencia del sistema de riego implementado.

***Figura 5: Formula de la obtención del flujo de emisor***

Capacidad del recipiente: 1 litro
Tiempo medido: 15 minutos (Equivalente a $15 \text{ min}/60=0.25$ horas)
$\text{Flujo del emisor (L/h)} = \frac{\text{Volumen del recipiente (L)}}{\text{Tiempo en horas}}$
Cálculo:
Flujo del emisor=1 litro
0.25 horas=4 L/h

#### ***Análisis de los Resultados***

Los resultados indican que el sistema de riego por goteo utiliza significativamente menos agua que el sistema de riego manual. El consumo de agua para el riego manual varía entre 70 y 120 litros por sesión de riego, mientras que el sistema de goteo utiliza un volumen constante de 80 litros por sesión de riego.

Estos datos sugieren que el sistema de riego por goteo es más eficiente en términos de uso de agua, lo cual es crucial para la sostenibilidad agrícola, especialmente en regiones con recursos hídricos limitados.

La implementación del sistema de riego por goteo en una huerta familiar no solo optimiza el uso de agua, sino que también mejora el rendimiento de los cultivos. Esto respalda

la recomendación de adoptar tecnologías de riego más eficientes para maximizar la productividad y la conservación de recursos naturales.

#### 4.1.2. Crecimiento de plantas

##### *Altura promedio de las plantas:*

Para evaluar el crecimiento de las plantas, se seleccionó un muestreo de 10 plantas por surco en cada platabanda, distribuidas aleatoriamente. La altura de cada planta fue medida desde la base del tallo hasta el punto más alto utilizando una cinta métrica. Las mediciones se registraron en centímetros (cm) y se calculó el promedio para cada sistema de riego: riego por goteo y riego tradicional.

**Tabla 12: Datos obtenidos del Sistema de Riego tradicional y Altura Promedio**

N°	Cultivo	Sistema de Riego	Platabanda	Altura Planta 1 (cm)	Altura Planta 2 (cm)	Altura Planta 3 (cm)	Altura Planta 4 (cm)	Altura Planta 5 (cm)	Altura Planta 6 (cm)	Altura Planta 7 (cm)	Altura Planta 8 (cm)	Altura Planta 9 (cm)	Altura Planta 10 (cm)	Altura Promedio (cm)
1	Cebolla en Hoja	Tradicional	1	50	52	51	53	49	52	51	50	53	52	51,3
2	Hoja de Col	Tradicional	1	43	44	45	43	44	45	43	44	45	44	44
3	Lechuga	Tradicional	1	36	37	38	36	37	38	36	37	38	37	37
4	Ají Dulce	Tradicional	1	60	61	62	60	61	62	60	61	62	61	61

**Tabla 13: Datos obtenidos del Sistema de Riego por Goteo y Altura Promedio**

N°	Cultivo	Sistema de Riego	Platabanda	Altura Planta 1 (cm)	Altura Planta 2 (cm)	Altura Planta 3 (cm)	Altura Planta 4 (cm)	Altura Planta 5 (cm)	Altura Planta 6 (cm)	Altura Planta 7 (cm)	Altura Planta 8 (cm)	Altura Planta 9 (cm)	Altura Planta 10 (cm)	Altura Promedio (cm)
5	Cebolla en Hoja	Goteo	2	55	57	56	58	54	57	56	55	58	57	56,3
6	Hoja de Col	Goteo	2	48	49	50	48	49	50	48	49	50	49	49
7	Lechuga	Goteo	2	40	41	42	40	41	42	40	41	42	41	41
8	Ají Dulce	Goteo	2	65	66	67	65	66	67	65	66	67	66	66

##### *Análisis de los Resultados*

#### a) **Cebolla en Hoja:**

En el sistema de riego por goteo, la altura promedio de las plantas fue de 56.0 cm, mientras que en el sistema de riego manual fue de 51.0 cm. Esto sugiere que las plantas de cebolla en hoja crecieron más bajo el riego por goteo.

**b) Col en Hoja:**

La altura promedio en el sistema de riego por goteo fue de 49.2 cm, en comparación con 44.3 cm en el sistema manual. Nuevamente, el riego por goteo favoreció un mayor crecimiento.

**c) Lechuga:**

Las plantas de lechuga también mostraron un mejor crecimiento en el sistema de riego por goteo, con una altura promedio de 44.2 cm frente a 39.2 cm en el sistema manual.

**d) Ají Dulce:**

Las plantas de ají dulce crecieron significativamente más en el sistema de riego por goteo, con una altura promedio de 65.5 cm en comparación con 60.5 cm en el sistema manual.

Los resultados indican que el sistema de riego por goteo proporciona un entorno más favorable para el crecimiento de las plantas en comparación con el riego manual. Las alturas promedio de las plantas fueron consistentemente mayores en el sistema de riego por goteo, lo que sugiere una mejor distribución y eficiencia del agua, favoreciendo un crecimiento óptimo.

Estos hallazgos respaldan la adopción del riego por goteo en huertas familiares como una práctica agrícola sostenible y eficiente. Además, la mejora en el crecimiento de las plantas puede traducirse en mayores rendimientos y, por ende, en una mayor productividad agrícola.

**4.1.3. Rendimiento de cultivos:**

Para determinar el rendimiento de los cultivos, se recolectaron los cultivos de cada platabanda por separado según el sistema de riego utilizado (manual y por goteo). Cada planta fue medida y pesó individualmente utilizando una balanza. Los datos registrados se sumaron

para obtener el peso total de la producción por platabanda.

**Tabla 14: Rendimiento de Cultivo en el Sistema de Riego Tradicional/Manual**

SISTEMA DE RIEGO TRADICIONAL/ MANUAL													
N°	Cultivo	Platabanda	Peso Planta 1 (kg)	Peso Planta 2 (kg)	Peso Planta 3 (kg)	Peso Planta 4 (kg)	Peso Planta 5 (kg)	Peso Planta 6 (kg)	Peso Planta 7 (kg)	Peso Planta 8 (kg)	Peso Planta 9 (kg)	Peso Planta 10 (kg)	Peso Total (kg)
1	Cebolla en Hoja	2	1,3	1,4	1,5	1,3	1,4	1,4	1,3	1,5	1,4	1,3	13,8
2	Col en Hoja	2	1,9	2	1,8	1,9	1,9	1,9	1,8	2	1,9	1,8	18,9
3	Lechuga	2	1,6	1,7	1,6	1,6	1,7	1,6	1,7	1,6	1,7	1,6	16,4
4	Aji Dulce	2	1	1,1	1	1	1,1	1	1,1	1	1	1,2	10,5

**Tabla 15: Rendimiento de cultivo en el Sistema de Riego por Goteo**

SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO													
N°	Cultivo	Platabanda	Peso Planta 1 (kg)	Peso Planta 2 (kg)	Peso Planta 3 (kg)	Peso Planta 4 (kg)	Peso Planta 5 (kg)	Peso Planta 6 (kg)	Peso Planta 7 (kg)	Peso Planta 8 (kg)	Peso Planta 9 (kg)	Peso Planta 10 (kg)	Peso Total (kg)
5	Cebolla en Hoja	1	1,5	1,4	1,6	1,5	1,7	1,6	1,5	1,4	1,5	1,7	15,4
6	Col en Hoja	1	2,2	2,3	2,1	2,3	2,2	2,1	2,4	2,2	2,3	2,4	22,5
7	Lechuga	1	1,8	1,7	1,8	1,8	1,7	1,8	1,9	1,7	1,8	1,8	18,2
8	Aji Dulce	1	1,2	1,1	1,2	1,2	1,1	1,2	1,3	1,2	1,1	1,2	12

#### Análisis de los Resultados

##### 1. *Cebolla en Hoja:*

- Riego Tradicional: El peso total fue de 13.8 kg.
- Riego por Goteo: El peso total fue de 15.4 kg.

El rendimiento de cebolla en hoja fue mayor en el sistema de riego por goteo, lo que sugiere una mejor eficiencia en la distribución del agua y nutrientes.

##### 2. *Col en Hoja:*

- Riego Tradicional: El peso total fue de 18.9 kg.
- Riego por Goteo: El peso total fue de 22.0 kg.

Similarmente, el rendimiento de col en hoja fue significativamente mayor en el sistema de riego por goteo.

##### 3. *Lechuga:*

- Riego Tradicional: El peso total fue de 16.7 kg.

- Riego por Goteo: El peso total fue de 18.2 kg.

La lechuga también mostró un mayor rendimiento con el sistema de riego por goteo.

#### **4. *Ají Dulce:***

- Riego Tradicional: El peso total fue de 10.5 kg.
- Riego por Goteo: El peso total fue de 12.0 kg.

El rendimiento de ají dulce fue superior en el sistema de riego por goteo.

Los datos indican que el sistema de riego por goteo mejora el rendimiento de los cultivos en comparación con el riego tradicional/manual. Esto puede atribuirse a una distribución más eficiente del agua y nutrientes directamente a las raíces de las plantas, reduciendo el desperdicio de agua y aumentando la absorción de nutrientes.

Estos resultados respaldan la adopción del riego por goteo en huertas familiares para maximizar el rendimiento de los cultivos y promover prácticas agrícolas sostenibles.

#### **4.1.4. *Eficiencia del riego***

Para evaluar la eficiencia del riego, se calculó la relación entre el total de agua utilizada y el rendimiento total de los cultivos, obtenido para cada sistema de riego (manual y por goteo). Utilizamos la siguiente fórmula para calcular la eficiencia del riego:

$$\text{Eficiencia del riego} = \frac{\text{Rendimiento total de cultivos (kg)}}{\text{Volumen total de agua utilizada (litros)}}$$

**Tabla 16:Eficiencia del Sistema de Riego Manual**

**Sistema de Riego Manual**

Nº	Cultivo	Día del Riego	Rendimiento total de cultivos (kg)	Volumen total de Agua Utilizada (litros)	Eficiencia del Riego (kg/l)
1	Cebolla en Hoja	1	13,8	84	0,164
2	Hoja de Col	15	18,9	112	0,169
3	Lechuga	30	16,4	104	0,158
4	Ají Dulce	60	10,5	94	0,112

**Tabla 17:Eficiencia del Sistema de Riego por Goteo**

**Sistema de Riego por Goteo**

Nº	Cultivo	Día del Riego	Rendimiento total de cultivos (kg)	Volumen total de Agua Utilizada (litros)	Eficiencia del Riego (kg/l)
5	Cebolla en Hoja	1	15,4	80	0,193
6	Hoja de Col	15	22,5	80	0,281
7	Lechuga	30	18,2	80	0,228
8	Ají Dulce	60	12	80	0,150

 **Análisis de los Resultados**

Eficiencia del Riego por Cultivo:

**1. Cebolla en Hoja:**

- **Riego Manual:** 0,164 kg/l.
- **Riego por Goteo:** 0,193 kg/l.

El riego por goteo presenta una eficiencia ligeramente mayor, indicando un uso más eficiente del agua para producir mayor rendimiento.

2. ***Hoja de Col:***

- **Riego Manual:** 0,169 kg/l.
- **Riego por Goteo:** 0,281 kg/l.

El riego por goteo muestra una eficiencia significativamente mayor, sugiriendo una optimización notable del uso del agua.

3. ***Lechuga:***

- **Riego Manual:** 0,158 kg/l.
- **Riego por Goteo:** 0,228 kg/l.

La eficiencia del riego por goteo es notablemente superior, lo que evidencia un mejor aprovechamiento del recurso hídrico.

4. ***Ají Dulce:***

- **Riego Manual:** 0,112 kg/l.
- **Riego por Goteo:** 0,150 kg/l.

El riego por goteo nuevamente demuestra ser más eficiente en términos de uso del agua.

Los resultados obtenidos demuestran que el sistema de riego por goteo ofrece una mejor relación entre el agua consumida y el rendimiento obtenido en comparación con el riego manual.

Esto sugiere que el riego por goteo no solo reduce el consumo de agua, sino que también mejora la productividad de los cultivos.

Este hallazgo es crucial para la implementación de prácticas agrícolas sostenibles, ya

que permite optimizar los recursos hídricos disponibles y maximizar el rendimiento de los cultivos. Se recomienda la adopción de sistemas de riego por goteo en huertas familiares y en entornos agrícolas más amplios para mejorar la eficiencia y la sostenibilidad del uso del agua.

## **4.2.DISCUSIÓN**

En este estudio, se evaluaron los sistemas de riego por goteo y tradicional en una huerta familiar, observando el rendimiento de cultivos de cebolla en hoja (*Allium schoenoprasum L.*), col en hoja (*Brassica oleracea L.*), lechuga (*Lactuca sativa L.*) y ají dulce (*Capsicum annuum*).

Los resultados muestran una tendencia clara hacia una mayor eficiencia del riego por goteo en comparación con el riego tradicional.

### **Rendimiento de Cultivos**

Los datos recopilados indican que el sistema de riego por goteo produjo mayores rendimientos en todos los cultivos evaluados. Por ejemplo, el rendimiento de la cebolla en hoja bajo el sistema de goteo fue de 15.4 kg en comparación con 13.8 kg bajo el sistema tradicional.

Este patrón se repite en los otros cultivos, sugiriendo que el riego por goteo no solo optimiza el uso del agua, sino que también mejora la productividad de los cultivos.

### **Crecimiento de Plantas**

La altura promedio de las plantas fue consistentemente mayor en el sistema de riego por goteo. Por ejemplo, la altura promedio de la cebolla en hoja en el sistema de goteo fue de 56.3 cm, mientras que en el sistema tradicional fue de 51.3 cm. Esta diferencia podría

atribuirse a una distribución más uniforme y eficiente del agua, que favorece el crecimiento saludable de las plantas.

### ***Consumo de Agua***

El sistema de riego manual mostró un mayor consumo de agua en comparación con el sistema de riego por goteo. En el día 1, el consumo de agua Promedio en el sistema manual fue de 97,5 litros, mientras que en el sistema de goteo fue de solo 80 litros. Esta diferencia destaca la eficiencia del riego por goteo en la conservación de agua, un recurso crucial en la agricultura sostenible.

### ***Eficiencia del Riego***

Al evaluar la eficiencia del riego, utilizando la relación entre el agua consumida y el rendimiento obtenido, el sistema de riego por goteo demostró ser considerablemente más eficiente. Por ejemplo, la eficiencia del riego para la cebolla en hoja fue de 0,193 kg/l en el sistema de goteo, en comparación con 0,164 kg/l en el sistema manual. Estos resultados sugieren que el riego por goteo no solo reduce el consumo de agua, sino que también mejora la producción agrícola, lo cual es fundamental para la sostenibilidad de los recursos hídricos.

### ***Comparación con Otros Estudios***

Para respaldar estos hallazgos, es útil comparar estos resultados con estudios similares en la literatura. Según (Conde Solano et al., 2021), el riego por goteo incrementa significativamente la eficiencia del uso del agua en comparación con los métodos tradicionales, lo que coincide con nuestros resultados. Asimismo, (Romero et al., 2020) encontraron que el sistema de riego por goteo mejora tanto la producción como la calidad de los cultivos, similar a lo observado en este estudio.

**CAPÍTULO V**

**CONCLUSIONES Y**

**RECOMENDACIONES**

## **5.1.Conclusiones**

El estudio comparativo de los sistemas de riego manual y por goteo en una huerta familiar ha proporcionado resultados significativos en términos de eficiencia del uso del agua y rendimiento de cultivos. A través de la evaluación de tres variables principales - consumo de agua, crecimiento de plantas y rendimiento de cultivos - se ha demostrado que el sistema de riego por goteo ofrece numerosas ventajas sobre el riego manual.

El sistema de riego por goteo ha mostrado una mayor eficiencia en el uso del agua, con un consumo significativamente menor en comparación con el riego manual. Esto se debe a la capacidad del riego por goteo de suministrar agua directamente a las raíces de las plantas, minimizando la evaporación y la escorrentía.

Las plantas bajo el sistema de riego por goteo han presentado un mayor crecimiento en comparación con las plantas regadas manualmente. La altura promedio de las plantas fue consistentemente mayor en el sistema de riego por goteo, lo que sugiere una distribución más uniforme y efectiva del agua y nutrientes.

El rendimiento de los cultivos fue superior en el sistema de riego por goteo. Los datos muestran que los cultivos de cebolla en hoja, col en hoja, lechuga y ají dulce tuvieron un mayor peso total bajo el riego por goteo, lo que se traduce en una mayor productividad.

La eficiencia del riego, calculada como la relación entre el rendimiento obtenido y el agua consumida, fue significativamente mayor en el sistema de riego por goteo para todos los cultivos evaluados. Este sistema no solo reduce el consumo de agua, sino que también mejora la producción, lo que lo convierte en una opción más sostenible y rentable.

## 5.2.Recomendaciones

Basado en los hallazgos de este estudio, se recomienda:

✓ *Adopción del Riego por Goteo:*

*Eficiencia del Agua:* Dado que el sistema de riego por goteo ha demostrado ser más eficiente en el uso del agua, se recomienda su implementación para reducir el consumo de agua y maximizar la productividad de los cultivos.

*Productividad Mejorada:* El riego por goteo debe ser prioritario en cultivos como cebolla en hoja, hoja de col, lechuga y ají dulce, donde se observó un mayor rendimiento en comparación con el riego manual.

✓ *Optimización de Recursos:*

*Conservación de Agua:* Implementar prácticas de monitoreo del consumo de agua para asegurar un uso eficiente y sostenible del recurso. Esto es crucial en áreas con escasez de agua.

*Técnicas de Medición:* Continuar utilizando técnicas de medición precisas para el flujo y volumen de agua aplicada, ajustando las cantidades según las necesidades específicas de cada cultivo.

✓ *Capacitación y Educación:*

*Formación de Agricultores:* Proveer formación y capacitación a los agricultores sobre el uso y mantenimiento de sistemas de riego por goteo para maximizar sus beneficios.

*Conciencia Ambiental:* Fomentar la conciencia sobre la importancia del uso eficiente del agua y la implementación de prácticas agrícolas sostenibles.

✓ *Investigación y Desarrollo:*

*Estudios Continuos:* Realizar estudios continuos para evaluar el rendimiento de nuevos cultivos bajo el riego por goteo y adaptarse a las condiciones cambiantes del clima y del suelo.

*Innovaciones Tecnológicas:* Explorar y adoptar nuevas tecnologías de riego que puedan complementar y mejorar aún más la eficiencia del riego por goteo.

## Bibliografía

- Alencastre, A. (2012). Fortalecimiento de la agricultura familiar comunitaria en San Andrés de Perú. *LEISA*, 18–20. [www.leisa-al.org](http://www.leisa-al.org)
- Araujo, J. L., Faquin, V., Baliza, D. P., de Ávila, F. W., & Guerrero, A. C. (2016). Crescimento e nutrição mineral de cebolinha verde cultivada hidroponicamente sob diferentes concentrações de N, P e K. *Revista Ceres*, 63(2), 232–240. <https://doi.org/10.1590/0034-737X201663020015>
- Axayacatl, O. (2024). *¿Por qué el riego por goteo es una tecnología innovadora?* NETAFIM. <https://www.netafim.com.mx/blog/porque-el-riego-opor-goteo-es-una-tecnologia-novedosa/>
- Blair, E. (1979, September). *Riego por goteo: teoría y práctica*. <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=sGw2ILQLGg8C&oi=fnd&pg=PT3&dq=sistema+de+riego+por+goteo&ots=9Ri3AKqekR&sig=JAQOzQiqPSIPEPQ6zIYabc4I8zU#v=onepage&q=sistema%20de%20riego%20por%20goteo&f=false>
- Bonilla Correa, C. R., & Perez Gil, Y. M. (2010). *Cebollín (Allium schoenoprasum L.) Producción y Manejo Poscosecha*.
- Brouwer, C., & FAO. (1981). *Manejo del agua de riego*. FAO. <https://www.fao.org/4/r4082e/r4082e00.htm>
- Bueno, M. (2014). *El huerto la gran guía practica familiar del cultivo natural ecológico*. <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=SULODwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT7&dq=calidad+de+agua+para+huertos+familiares&ots=rkxCCpZ4Kw&sig=Zs1BC6xV-3hlovHvtt7WFHSpFpk#v=onepage&q&f=false>
- Casseres, E. (1980). *Producción de hortalizas*. IICA-CIDIA.

[https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=thsPAQAAIAAJ&oi=fnd&pg=PA29&dq=hortalizas&ots=JWyzPpypl&sig=D5KAvmbr9rKiQr6MX91v87PLq\\_A#v=onepage&q=hortalizas&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=thsPAQAAIAAJ&oi=fnd&pg=PA29&dq=hortalizas&ots=JWyzPpypl&sig=D5KAvmbr9rKiQr6MX91v87PLq_A#v=onepage&q=hortalizas&f=false)

Casseres, E. (1981). *Producción de hortalizas: Vol. 3era Version* (IICA).

[https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=FBuU\\_aL27mMC&oi=fnd&pg=PA29&dq=%22Evaluaci%C3%B3n+Comparativa+de+los+Sistemas+de+Riego+por+Goteo+y+Tradicional+en+una+Huerta+Familiar+\(Cultivos+de+Cebolla+en+Hoja,+Col,+Lechuga+y+Aj%C3%AD+Dulce\)+&ots=\\_iXsrOnwHd&sig=uypdXeMkOv6Q6CB5eEvEHQDBYbM#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=FBuU_aL27mMC&oi=fnd&pg=PA29&dq=%22Evaluaci%C3%B3n+Comparativa+de+los+Sistemas+de+Riego+por+Goteo+y+Tradicional+en+una+Huerta+Familiar+(Cultivos+de+Cebolla+en+Hoja,+Col,+Lechuga+y+Aj%C3%AD+Dulce)+&ots=_iXsrOnwHd&sig=uypdXeMkOv6Q6CB5eEvEHQDBYbM#v=onepage&q&f=false)

Colque Maquera, V. (2018). *Evaluación del Cultivo de Lechuga (Lactuca sativa L.) Bajo Tres Densidades de Siembra en un Sistema Acuapónico en el Centro Experimental de Cota Cota-La Paz*. Universidad Mayor de San Andrés.

Conde Solano, J. L., Sánchez Urdaneta, A. B., Colmenares de Ortega, C. B., Ortega Alcalá, J., & Vásquez, E. R. (2021). Eficiencia de Uso del Agua en Riego por Goteo Superficial y Subsuperficial en *Zea mays* L. *Revista Tecnica De La Facultad De Ingenieria Universidad Del Zulia*, 44(2), 75–82. <https://doi.org/10.22209/rt.v44n2a02>

FAO. (2000). *Manual de Captación y Aprovechamiento del agua de lluvia Experiencia en América Latina*.

Flores Palate, E. K. (2024). “*Evaluación del comportamiento agronómico de nuevos cultivares de lechuga (Lactuca sativa L.), en la Parroquia de Izamba*” [Carrera de Agronomía]. Universidad Técnica de Ambato .

Giaconi M, V., & Escaff G, M. (2004). Cultivos de Hortalizas. *Cultivo de Hortalizas*, 160–162.

[https://books.google.com/books/about/Cultivo\\_de\\_Hortalizas.html?hl=es&id=-K9xgvfdGGYC](https://books.google.com/books/about/Cultivo_de_Hortalizas.html?hl=es&id=-K9xgvfdGGYC)

Gil Marín, J. A., Montaña-Mata, N. J., & Pérez Córcega Gerobohan José. (2020). Efecto de regímenes de riego sobre el rendimiento y el uso del agua en Berenjena (*Solanum melongena* L.) en condiciones de campo. *APTHAPI*, 1–14.

Guachan Fuertes, B. Y. (2019). *Principales plagas y enfermedades en el cultivo de pimiento (Capsicum annuum L.) en el barrio Sanata Rosa, canton Urcuquí*. Universidad Técnica de Babahoyo.

Ibarra, J. T., Caviedes, J., Barreau, A., & Pessa, N. (2019). *Huertas familiares y comunitarias: Cultivando soberanía alimentaria*.

<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=4zOUDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA3&dq=suelo+en+huertos+familiares&ots=xXrzalGvUF&sig=WJAmm0U8Tl5HIR5dTP5rcINMiE4#v=onepage&q=suelo%20en%20huertos%20familiares&f=false>

Maggioni, L. (2015). *Domestication of Brassica oleracea L.* Acta Universitatis Agriculture Sueciae.

Medina Diaz, R., & Villamizar de Borrero, F. (1989). Evaluación de pérdidas en la postcosecha de la cebolla junca (*Allium Fistulosum*). *Ingeniería e Investigación*, 0(19), 20–27. <https://doi.org/10.15446/ing.investig.n19.19667>

Mendez Garcia, T., Palacios Mayorga, S., & Rodriguez Dominguez, L. (2008, January). *Análisis de suelo, foliar y de calidad del agua para el cultivo del aguacatero*. SCIELO. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-57792008000100010&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-57792008000100010&script=sci_arttext)

- Plan Territorial de Desarrollo el Sena. (2021). RESUMEN\_EJECUTIVO\_PTIDI\_GAM\_SENA. *Ministerio de Planificación Del Desarrollo* , 17.
- Quiros Valderde, K. (2018). *Diseño de Sistemas de Riego por Goteo para los Productores de Asoorgánicos, Pérez Zeledón*. Instituto Tecnico de Costa Rica.
- Romero, R. G. M., Aguilar, G. R., & López, S. J. A. (2020). Impacto de automatización de riego: Caso de estudio. *Computacion y Sistemas*, 24(2), 911–920. <https://doi.org/10.13053/CyS-24-2-3412>
- Russo, R. O. (1994). Los sistemas agrosilvopastoriles en el contexto de una agricultura sostenible. *Agroforestería En Las Américas*, 1(2). <http://bco.catie.ac.cr:8087/portal-revistas/index.php/AGRO/article/view/1071/1225>
- Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. (2022). *Aji dulce (Capsicum annuum)*.
- Webb, S. E., Niño, A., & Smith, H. A. (2012). Manejo de Insectos en Crucíferas (Cultivos de Coles) (Brócoli, Repollo, Coliflor, Col, Col Rizada, Mostaza, Rábano, Nabos). *UF IFAS Extension*, 1–30.

# **ANEXOS**

**Limpieza del área Experimental**



**Preparado del área con sustrato**





**Implementación área experimental con sistema de Riego tradicional y por Goteo**





## Producción de la huerta familiar





## Cosecha de productos

**Cebolla en hoja**



**Col en hoja**



**Lechuga**



**Ají dulce**



**Sistema de Riego por Goteo**

N°	Platabanda (Cultivo)	Días de Riego Controlado					Flujo Emisor (L/h)	Número de emisores	Tiempo de riego (horas)
		DÍA 1	DÍA 15	DÍA 30	DÍA 60	DÍA 90			
1.	Cebollín	1	15	30	60	90	4	10	2
2.	Lechuga	1	15	30	60	90	4	10	2
3.	col	1	15	30	60	90	4	10	2
4.	Aji dulce	1	15	30	60	90	4	10	2

**Rendimiento en kilo**  
**SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO**

N°	Cultivo	Platabanda	Peso Planta 1	Peso Planta 2	Peso Planta 3	Peso Planta 4	Peso Planta 5	Peso Planta 6	Peso Planta 7	Peso Planta 8	Peso Planta 9	Peso Planta 10
1.	Cebollín	1	1,3	1,4	1,5	1,3	1,4	1,4	1,3	1,5	1,4	1,3
2.	Lechuga	1	1,9	2	1,8	1,9	1,9	1,9	1,8	2	1,9	1,8
3.	col	1	1,6	1,7	1,6	1,6	1,7	1,6	1,7	1,6	1,7	1,6
4.	Aji dulce	1	1	1,1	1	1	1	1	1	1	1	1,2

Eficiencia de Riego  
Sistema de Riego Manual

N°	Cultivo	Día del Riego	Rendimiento total de cultivos (kg)	Volumen total de Agua Utilizada (litros)
1.	Cebollin	1-15-30-60	15,4	80
2.	Lechuga	1-15-30-60	22,5	80
3.	col	1-15-30-60	18,02	80
4.	Aji dulce	1-15-30-60	12	80
5				

Eficiencia de Riego  
Sistema de Riego Manual

N°	Cultivo	Día del Riego	Rendimiento total de cultivos (kg)	Volumen total de Agua Utilizada (litros)
1.	Cebollin	1-15-30-60	13,8	$8,4 = 84$
2.	Lechuga	1-15-30-60	18,9	$1,12 = 112$
3.	col	1-15-30-60	16,4	$1,04 = 104$
4.	Aji dulce	1-15-30-60	10,5	$9,4 = 94$

Crecimientos de las Plantas.

N°	Cultivo	Sistema de Riego	Platabanda	Altura Planta 1 (cm)	Altura Planta 2 (cm)	Altura Planta 3 (cm)	Altura Planta 4 (cm)	Altura Planta 5 (cm)	Altura Planta 6 (cm)	Altura Planta 7 (cm)	Altura Planta 8 (cm)	Altura Planta 9 (cm)	Altura Planta 10 (cm)
1.	Cebollin	Tradicional	1	50	52	51	53	49	52	51	50	53	52
2.	Ledwaga	Tradicional	1	43	44	45	43	44	45	43	44	45	44
3.	Col	Tradicional	1	36	37	38	36	37	38	36	37	38	37
4	Aji dulce	Tradicional	1	60	61	62	60	61	62	60	61	62	61

Crecimientos de la Planta

Cultivo	Sistema de Riego	Platabanda	Altura Planta 1 (cm)	Altura Planta 2 (cm)	Altura Planta 3 (cm)	Altura Planta 4 (cm)	Altura Planta 5 (cm)	Altura Planta 6 (cm)	Altura Planta 7 (cm)	Altura Planta 8 (cm)	Altura Planta 9 (cm)	Altura Planta 10 (cm)
1.	Cebollin	Goteo	2	55	57	56	58	54	57	56	55	57
2.	Ledwaga	Goteo	2	48	49	50	48	49	50	48	49	49
3.	Col	Goteo	2	40	41	42	40	41	42	40	41	41
4.	Aji dulce	Goteo	2.	65	66	67	65	66	67	65	66	67
5												

Rendimiento de kilo

N°	Cultivo	Platabanda	Peso Planta 1 (kg)	Peso Planta 2 (kg)	Peso Planta 3 (kg)	Peso Planta 4 (kg)	Peso Planta 5 (kg)	Peso Planta 6 (kg)	Peso Planta 7 (kg)	Peso Planta 8 (kg)	Peso Planta 9 (kg)	Peso Planta 10 (kg)
1.	Cebollin	2	1,5	1,4	1,6	1,5	1,7	1,6	1,5	1,4	1,5	1,7
2.	Lechuga	2	2,2	2,3	2,1	2,3	2,2	2,1	2,4	2,2	2,3	2,4
3.	Col	2	1,8	1,7	1,8	1,8	1,7	1,8	1,9	1,7	1,8	1,8
4.	Aji dulce.	2	1,2	1,1	1,2	1,2	1,1	1,2	1,3	1,2	1,1	1,2
5.												

Sistema de Riego Manual

N°	Platabanda (Cultivo)	Número de llenados de la regadera (10 litros)				
		DÍA 7	DÍA 15	DÍA 30	DÍA 60	DÍA 90
1.	Cebollin	7	8	9	9	9
2.	Lechuga	10	12	10	12	12
3.	Col	12	12	11	7	10
4.	Aji dulce	10	9	11	9	8