



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ECOTEC

**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y CIENCIAS DE LA
NATURALEZA.**

TÍTULO DEL TRABAJO:

**“ANÁLISIS DEL IMPACTO DEL RIEGO POR GOTEO EN CULTIVOS DE
HORTALIZAS DE CICLO CORTO, ECUADOR 2025”**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

GESTIÓN DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS AGRÍCOLAS

MODALIDAD DE TITULACIÓN:

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CARRERA:

AGRONOMÍA

TÍTULO A OBTENER:

INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR(A):

CEVALLOS SOTOMAYOR PAULO ALEJANDRO

TUTOR

JOSÉ IBRAHIM HERNÁNDEZ ROSAS, PHD.

SAMBORONDON

2025

Dedicatoria

A Dios, por iluminar mi camino con su sabiduría y por brindarme la fortaleza necesaria para superar cada desafío.

A mi familia, por su amor infinito y apoyo inquebrantable, que siempre ha sido mi mayor fuente de motivación.

A mis compañeros que fueron parte de esta linda etapa de mi vida.



ANEXO No. 9

**PROCESO DE TITULACIÓN
CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TUTOR**

Samborondón, 03 de agosto de 2025

Magíster

Érika Ascencio Jordán

Facultad de Ingenierías, Arquitectura y Ciencias de la Naturaleza

Universidad Tecnológica ECOTEC

De mis consideraciones:

Por medio de la presente comunico a usted que el trabajo de titulación TITULADO: **ANÁLISIS DEL IMPACTO DEL RIEGO POR GOTEO EN CULTIVOS DE HORTALIZAS DE CICLO CORTO, ECUADOR 2025**, fue revisado, siendo su contenido original en su totalidad, así como el cumplimiento de los requerimientos establecidos en la guía para su elaboración, por lo que se autoriza al estudiante: **Cevallos Sotomayor Paulo Alejandro**, para que proceda con la presentación oral del mismo.

ATENTAMENTE,



José Ibrahín Hernández Rosas, PhD.
Tutor



ANEXO No. 10

PROCESO DE TITULACIÓN CERTIFICADO DEL PORCENTAJE DE COINCIDENCIAS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Habiendo sido revisado el trabajo de titulación TITULADO: ANÁLISIS DEL IMPACTO DEL RIEGO POR GOTEO EN CULTIVOS DE HORTALIZAS DE CICLO CORTO, ECUADOR 2025 elaborado por PAULO ALEJANDRO CEVALLOS SOTOMAYOR fue remitido al sistema de coincidencias en todo su contenido el mismo que presentó un porcentaje del 8% mismo que cumple con el valor aceptado para su presentación que es inferior o igual al 10% sobre el total de hojas del documento. Adicional se adjunta print de pantalla de dicho resultado.

JOSE IBRAHIN HERNANDEZ ROSAS

Ver el resumen del informe

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ECOTEC

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y CIENCIAS DE LA NATURALEZA

TÍTULO DEL TRABAJO: "ANÁLISIS DEL IMPACTO DEL RIEGO POR GOTEO EN CULTIVOS DE HORTALIZAS DE CICLO CORTO, ECUADOR 2025" LINEA DE INVESTIGACION: GESTION DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS AGRICOLAS

MODALIDAD DE TITULACION: TRABAJO DE INTEGRACION CURRICULAR

CARRERA: INGENIERÍA AGRÓNOMA

TÍTULO A OBTENER: INGENIERO AGRONOMO

AUTOR(A): CEVALLOS SOTOMAYOR PAULO ALEJANDRO

TUTOR
HERNANDEZ ROSAS JOSE IBRAHIN, PhD. SAMBORONDON
2025

Resumen

Este estudio analiza los efectos del riego por goteo en cultivos de hortalizas de ciclo corto en Ecuador, destacando su eficiencia hídrica y su impacto en la productividad de cultivos como lechuga, espinaca, acelga y rábano. Se realizó una revisión documental para recopilar información de diversos estudios previos que comparan el riego por goteo con métodos tradicionales como el riego por aspersión. Los resultados muestran que el riego por goteo mejora la eficiencia hídrica al reducir significativamente el consumo de agua, lo cual es crucial en zonas con recursos hídricos limitados. Además, se observó un aumento significativo en la productividad del cultivo, lo que se tradujo en una mejora del rendimiento y la calidad del producto. El riego localizado también promovió un crecimiento uniforme de las plantas, lo que redujo la incidencia de enfermedades y mejoró su apariencia. Este estudio destaca los beneficios del riego por goteo como una tecnología clave para la agricultura sostenible, permitiendo una optimización de los recursos hídricos y un incremento en la rentabilidad de los pequeños y medianos productores

verificar en Escrutinio

Cuento de palabras:
14.960

Enviado el:
03/09/25

UUID de entrega:
79113d8e6f-4cc5-9880-da3b-3a0f55ab6d39

Documento ad...
PAULO CEVALLOS.docx

8 %

Fuentes

FUENTES INCLUIDAS

Archivo de documentos institucionales (1) 6 %

Base de datos global (5) 1 %

Publicaciones y diarios académicos (2) 0 %

Fuentes principales

FUENTES EXCLUIDAS

Archivo de documentos

ATENTAMENTE,

Jose Ibrahin Hernandez Rosas
JOSE IBRAHIN
HERNANDEZ ROSAS

José Ibrahin Hernández Rosas, PhD
Tutor

Resumen

Este estudio analiza el impacto del riego por goteo en cultivos de hortalizas de ciclo corto en Ecuador de un periodo del 2004 al 2024, tiene como objetivo evaluar la eficiencia hídrica y su efecto en la productividad en cultivos como: lechuga, espinaca, acelga y rábano. El objeto de estudio es determinar cómo este sistema de riego mejora el uso del agua y optimiza la producción agrícola en zonas que presenta recursos hídricos limitados. Se identificaron mejora en la eficiencia hídrica, aumento en la productividad y la calidad de los cultivos. Se utilizó una metodología documental y un análisis descriptivo explicativo y recopilando información de estudios previos, artículos científicos e informes técnicos sobre el riego por goteo. Los resultados revelan que el riego por goteo reduce el consumo de agua entre un 30% y un 40%, lo que es crucial en áreas con escasez de agua en algunas zonas de la costa. Además, se observó un incremento significativo en la productividad, mejorando el rendimiento y la calidad de los cultivos utilizando diferentes tecnologías de riego sin afectar el medio ambiente. Este sistema también promueve un crecimiento uniforme, reduciendo la incidencia de enfermedades y mejorando la calidad comercial de los productos, destacándose como una solución clave para la agricultura sostenible en Ecuador.

Palabras clave: sistema de riego, goteo, eficiencia hídrica, sostenibilidad agrícola, hortalizas, productividad agrícola.

Abstract

This study analyzes the impact of drip irrigation on short-cycle vegetable crops in Ecuador over a period from 2004 to 2024. Its objective is to evaluate water efficiency and its effect on productivity in crops such as lettuce, spinach, Swiss chard, and radish. The focus of the study is to determine how this irrigation system improves water usage and optimizes agricultural production in areas with limited water resources. Improvements in water efficiency, increased productivity, and enhanced crop quality were identified. A documentary methodology and a descriptive-explanatory analysis were used, gathering information from previous studies, scientific articles, and technical reports on drip irrigation. The results reveal that drip irrigation reduces water consumption by 30% to 40%, which is crucial in areas with water scarcity, particularly in some coastal regions. Furthermore, a significant increase in productivity was observed, improving yield and crop quality using different irrigation technologies without harming the environment. This system also promotes uniform growth, reduces the incidence of diseases, and enhances the commercial quality of the products, making it a key solution for sustainable agriculture in Ecuador.

Keywords: system, drip irrigation, water efficiency, agricultural sustainability, vegetables, agricultural productivity.

Índice

1. Introducción	9
1.1 Planteamiento del Problema.....	13
1.1. Preguntas de investigación	14
1.3 Planteamiento de Objetivos	14
1.3.1. Objetivo general	14
1.3.2. Objetivos específicos	14
1.4 Justificación	15
2. Marco teórico	16
2.1 Estado del arte	16
2.1.1 Espinacas (<i>Spinacia oleracea</i>).....	18
2.1.2 Acelga (<i>Beta vulgaris</i>).....	18
2.1.3. Albahaca (<i>Ocimum basilicum</i>)	19
2.1.4. Berro (<i>Nasturtium officinale</i>)	19
3. Alcance y metodología de la investigación.	19
3.1 Materiales y métodos	19
3.1.1. Enfoque de la investigación.....	19
3.1.2 Tipo de Investigación	19
3.1.3. Diseño de investigación.....	20
3.1.4. Delimitación de la investigación	20
3.1.4.1. Espacial	20
3.1.4.2. Temporal.....	20
3.1.4.3. Poblacional	20
3.2. Variables	20
3.2.1 Variable independiente	21
3.2.2. Variable dependiente.....	21
3.3. Hipótesis.....	21
3.4. Diseño Experimental	21
3.5. Recursos	21
3.6. Métodos y técnicas.....	22
3.6.1. Análisis estadístico	22
2.7. Cronograma de actividades	22
4. Análisis de resultados	23
4.1. Resultados	28

4.1.1. Describir el efecto del riego por goteo en el desarrollo de las principales hortalizas de ciclo corto en Ecuador.	28
4.1.2. Determinar la eficiencia del riego por goteo en el uso de agua y sostenibilidad productiva de hortalizas.....	32
4.1.3. Analizar cómo incide el uso del riego por goteo en el rendimiento y la calidad obtenida en hortalizas de ciclo corto en Ecuador.	37
5. Discusión	40
6. Conclusión	42
7. Recomendaciones	43
8.Referencias Bibliográficas	44

Índice de tablas

Tabla 1 Documentos revisados para la monografía	23
Tabla 2 Parámetros vegetativos y radicales promedio de cultivos de ciclo corto	30
Tabla 3 Calidad visual y sanidad promedio de cultivos de ciclo corto.....	31
Tabla 4 Eficiencia hídrica (WUE) y relación beneficio / costo (B/C)	35
Tabla 5 Indicadores de eficiencia y sostenibilidad productiva de hortalizas	36
Tabla 6 Impacto del riego por goteo en el rendimiento y la calidad de hortalizas de ciclo corto	39

Índice de figuras

Figura 1 Distribución de áreas sembradas de los cultivos de ciclo corto en Ecuador.	20
Figura 2 Proporción de documentos revisados para monografía	27
Figura 3 Efectos del riego por goteo en la productividad y ahorro de agua por cultivo.	31
Figura 4 Rendimiento y relación Beneficio/Costo con riego por goteo en diferentes cultivos	34
Figura 5. Cosecha de cilantro con riego por goteo	38

1. Introducción

Se ha determinado que la producción agrícola a nivel mundial, es el sector que consume mayor cantidad de agua dulce alrededor del 69%, contexto el cual, para el 2050 se prevé que aumentara un 70%, más, sin embargo, para satisfacer dicha demanda de recursos hídricos en el futuro se deberá reasignar el 25% y 40% del mismo, por lo que, la falta de agua dulce generara graves afecciones al sector agrícola, afectando la producción y por ende la economía a nivel global. (FAO, 2023)

Por lo que, actualmente el agua como recurso fundamental, enfrenta una creciente presión debido a una potencial y latente demanda que no solo requiere mayor cantidad, sino una mejor calidad, mismas que, se ve influenciada por factores sociales, políticos y ambientales, no obstante, la creciente dificultad para satisfacer dicha demanda ha desembocado en competencias entre sectores clave, como la agricultura, la industria y el abastecimiento urbano, limitando el desarrollo en numerosos países (Melendo, 2017).

En este contexto, el riego localizado se ha consolidado como una tecnología esencial que responde a la necesidad imperante de optimizar los procesos de riego dentro de la agricultura moderna, especialmente en zonas donde el agua es un recurso escaso, permitiendo a los agricultores optimizar el uso del agua, así como, incrementar la productividad de los cultivos. (Cisneros Zayas & Javier Tapia, 2023).

El sistema de riego por goteo no solo mejora la eficiencia en el uso del agua, sino que también facilita la implementación de la fertirrigación, una técnica clave para optimizar la nutrición de las plantas, sin embargo, para maximizar los beneficios de esta tecnología, es esencial que su uso se complemente con la optimización de otros factores de producción. Esto permitirá aumentar tanto la producción como la rentabilidad en la agricultura intensiva regada. Aunque la instalación de estos sistemas requiere una inversión significativa, su implementación puede generar incrementos en la producción de hasta un 60% cuando se emplea riego por goteo y alta densidad de plantas (Lipinski, 2002).

Motivo por el cual, la importancia de abordar dicha temática radica en el papel que desempeña la agricultura en la economía ecuatoriana, especialmente en el cultivo de hortalizas de ciclo corto, como el tomate, la lechuga, el rábano, espinaca y col que representan una fuente significativa de ingresos y seguridad alimentaria, donde, el riego por goteo, al ser una técnica que permite una distribución precisa y controlada de agua directamente en la zona radicular de las plantas, contribuye a la reducción del desperdicio de dicho recurso hídrico, mejorando la eficiencia en el uso de fertilizantes y promoviendo un desarrollo homogéneo de los cultivos.

Dengiz (2006) realizó un estudio comparativo sobre diferentes métodos de riego, incluyendo el riego por goteo y el riego por superficie, en los campos de investigación ubicados al sur de Ankara. Los resultados mostraron que el riego por goteo aumentó la humedad del suelo en un 38% en comparación con el riego por gravedad, destacando su mayor eficiencia en el uso del agua.

De manera similar, en Kenia se han desarrollado sistemas de riego por goteo de bajo costo que han demostrado ser altamente efectivos. Este tipo de riego ha permitido a los agricultores incrementar el rendimiento de cultivos como el tomate, utilizando solo el 45% del agua que se emplea con los métodos tradicionales (Quevenco, 2015).

En España, investigadores de la Universidad de Almería analizaron el impacto del riego por goteo en cultivos de lechuga, demostrando una reducción del 40% en el consumo de agua y un incremento del 25% en el rendimiento del cultivo, así también, la fertiirrigación juega un papel crucial en la agricultura, especialmente considerando que los sistemas de riego más utilizados, como el riego por goteo o localizado y el riego por aspersión, cubren el 71,6% de la superficie irrigada del país. (Cámara, 2019).

En la República popular de China, la producción de cultivos de hortalizas en zonas áridas y semiáridas utiliza el riego por goteo, tanto en campo como en invernadero, obteniendo una eficiencia del 90% debido a que, mejora el crecimiento, los índices fisiológicos y la calidad de los cultivos, además de reducir la lixiviación de nitrógeno, según lo han demostrado los investigadores (Yang, 2023)

En Pakistán, el uso del riego por goteo en cultivos de hortalizas fuera de temporada ha incrementado significativamente el rendimiento en un 25% y 30% en cultivos como el pepino, así también, en cultivos de acelga mostró una mejora significativa en la calidad de las hojas y un ahorro del 50% en el uso de fertilizantes gracias a la precisión del riego por goteo. (Asif, 2023), aumento el cual es atribuido a una gestión más eficiente del agua, además de, una menor incidencia de enfermedades y plagas, la reducción de daños ambientales y un ajuste más preciso en la aplicación de fertilizantes.

En Honduras, según la (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola, 2004), la producción de hortalizas en campos de clima frío, con temperaturas promedio de 17.74 °C, ha adoptado cada vez más el riego por goteo, ya que, en cultivos de col rizada mostró una resistencia mayor a las condiciones de sequía, incrementando la producción sin afectar la calidad. Los resultados de los estudios indican que una frecuencia de riego de 1 hora diaria genera los mejores rendimientos.

Herrera (2024) evaluó el impacto de diferentes frecuencias de riego por goteo en el cultivo de lechuga bajo condiciones protegidas en Bolivia. Se compararon dos variedades (White Boston y Waldman's Green) y tres frecuencias de riego (1, 2 y 3 días). Los resultados mostraron que la frecuencia de riego influyó significativamente en el crecimiento y rendimiento de las plantas. En cuanto a la altura de las plantas, la combinación de variedad y frecuencia de riego alcanzó la mayor altura, con 32.9 cm. Además, el tratamiento con la mayor frecuencia de riego resultó en el mayor rendimiento, con 4.477 kg/m².

En Perú, un estudio realizado en cultivos de lechuga en la región de Ica demostró una mejora en la calidad del producto y una eficiencia del 85% en el uso del agua, evidenciando que, el riego por goteo, ha tenido un impacto significativo en la agricultura, particularmente en la región costera, que se caracteriza por un clima árido, generando un manejo eficiente del agua, por lo que, los sistemas de riego tecnificado no solo permiten maximizar la eficiencia en el uso del agua, sino que también contribuyen a mejorar la productividad de los cultivos (Pomboza & Tamaquiza, 2024).

Antolínez (2022) menciona que, la Universidad Nacional de Colombia tras la implementación del riego por goteo, se documentó el aumento del rendimiento en cultivos de acelga, alcanzando un 25% más de producción con un 40% menos de consumo de agua, permitiendo alcanzar altos rendimientos, mejorando la rentabilidad del cultivo y contribuyendo al bienestar de las comunidades locales.

Según Gonzales-Torrico (2022), en Bolivia, investigadores bolivianos reportaron una eficiencia del 80% en el uso del agua y una mejora significativa en la calidad y tamaño de las hojas de lechuga, así como variaciones agronómicas en dichos cultivos como (peso planta, longitud raíz, y altura planta) apreciándose una superioridad en el sistema biointensivo. La cantidad de microorganismos del suelo es más de un 50% en sistema biointensivo, resultados similares se aprecia en los análisis químicos del suelo.

Es así que, dentro de la investigación propuesta por la (Comisión Nacional del Agua de México, 2022), en Sinaloa, menciona que, el uso de riego por goteo en cultivos de lechuga ha optimizado el uso del agua, incrementando la productividad en un 25%, ya que, se logra una aplicación precisa de nutrientes y reducir enfermedades radiculares.

Además, dentro del estudio propuesto por el (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Chile, 2023), en el Valle Central de Chile tras la implementación del riego por goteo en cultivos de lechuga, han obtenido un ahorro del 30% en el uso de agua, dado que, favorece el desarrollo uniforme de las plantas y mejora la calidad del producto final.

En el estudio realizado por Franco (2018), se demostró que el riego por goteo en el cultivo de lechuga en la parroquia San Francisco, cantón Ibarra, logró una tasa de supervivencia de plántulas del 92,44%, superior al 84,23% alcanzado con el riego por gravedad. Lo que subraya la eficacia del riego por goteo para optimizar el uso del agua y aumentar los rendimientos agrícolas, lo que resalta la necesidad de adoptar técnicas más eficientes en la agricultura ecuatoriana.

Por otro lado, la agricultura en la región litoral como Pichincha es clave para la producción alimentaria, ya que, investigadores reportaron una eficiencia del 78% en el uso del agua y una mejora significativa en la calidad y tamaño de las hojas de lechuga. No obstante, los agricultores de esta zona enfrentan uno de los mayores retos en la gestión eficiente del agua, debido a la variabilidad de las precipitaciones y la creciente demanda por los recursos hídricos (INEC, 2024).

Como destaca (Viteri, 2022), en la provincia de Imbabura, investigadores locales evaluaron el impacto del riego por goteo en cultivos de lechuga, logrando una reducción del 30% en el consumo de agua y un incremento del 22% en la productividad, por lo que, este sistema, al adaptarse mejor a las necesidades del cultivo en comparación con otros métodos de irrigación, garantiza una producción y cosecha óptimas, ya que suministra los volúmenes de agua precisos requeridos por el cultivo en cada etapa de su desarrollo.

Zambrano (2012) menciona que la implementación del sistema de riego por goteo en cultivos de hortalizas de ciclo corto en la provincia de Manabí ha generado resultados favorables. Entre los principales beneficios se encuentran un uso más eficiente del agua, gracias a la absorción directa por las raíces, una distribución uniforme del riego y el empleo de bajos caudales a baja presión, a través, de un análisis en cultivos de espinaca mostró una mejora significativa en la calidad de las hojas y una eficiencia del 85% en el uso del agua.

Así también, un estudio ejecutado en la provincia del Azuay, a través de la Universidad de Cuenca, se logró documentar tras la implementación del riego por goteo el aumento de la producción de acelga en un 28%, con una notable reducción en el uso de fertilizantes.

Según (Vera, 2024), en un experimento realizado en la Estación Experimental de Tunshi, se comprobó que el método de riego más eficiente es el riego por goteo, que presentó una eficiencia del 92.29%. En comparación, el método tradicional de aspersión tuvo una eficiencia del 82.19%, mientras que el riego por gravedad alcanzó solo un 51.28%. Estos resultados demostraron que el riego por goteo no solo generó los mejores rendimientos en la cosecha, sino que también se estableció como el método más rentable para los agricultores. Este sistema permitió un uso más eficiente del agua, alcanzando una lámina total de 552.36 mm y un rendimiento de 25 t/ha en los cultivos.

A lo largo de las últimas décadas, la producción hortícola en el Ecuador ha experimentado una transformación significativa, impulsada por factores como el crecimiento demográfico, la globalización de los mercados y la búsqueda de prácticas agrícolas más sostenibles. En este contexto, las hortalizas de ciclo corto han cobrado especial relevancia, ya que su rapidez en la cosecha permite atender una demanda creciente (Calero, 2024).

Por lo que, la realización del presente estudio investigativo se justifica por la creciente presión sobre los recursos naturales, la necesidad de adoptar prácticas agrícolas sostenibles y la urgencia de incrementar la productividad agrícola para satisfacer la demanda interna y mejorar la competitividad en el mercado internacional.

1.1 Planteamiento del Problema.

En Ecuador, los pequeños y medianos productores agrícolas de hortalizas de ciclo corto enfrentan una problemática creciente: la escasez de agua, lo que plantea la necesidad urgente de optimizar su uso en la producción agrícola. En particular, el uso ineficiente de agua en los métodos tradicionales de riego representa un desafío que limita la productividad y sostenibilidad de la agricultura en diversas zonas del país.

El contexto específico de esta situación se presenta en las zonas rurales de Ecuador, donde el 93% de las 338 mil hectáreas trabajadas por pequeños y medianos productores cuentan con sistemas de riego, pero estos aún dependen mayoritariamente de métodos tradicionales como el riego por gravedad. Esta práctica tiene bajos niveles de eficiencia, lo que restringe el aprovechamiento del recurso hídrico y afecta negativamente tanto la rentabilidad como la sostenibilidad de los cultivos (Gómez, 2021). Esto refleja que, a pesar de la presencia de sistemas de riego en muchas zonas agrícolas, la mayoría de los productores no adoptan tecnologías avanzadas, como el riego por goteo, que podrían mejorar sustancialmente tanto el rendimiento de los cultivos como la sostenibilidad del recurso hídrico (Zambrano, 2024).

A pesar de la creciente evidencia internacional sobre los beneficios del riego por goteo, como su capacidad para aplicar agua de manera precisa y eficiente, y los estudios que demuestran su efectividad en la reducción de evaporación y escorrentías, en Ecuador aún persisten vacíos de conocimiento sobre su impacto específico en las hortalizas de ciclo corto.

El objetivo de este estudio es analizar el impacto del riego por goteo en la producción de hortalizas de ciclo corto en Ecuador, específicamente en lo que respecta a la eficiencia en el uso del agua y el incremento de la productividad agrícola. Los resultados esperados son una mejora en la eficiencia del uso del agua y un aumento significativo en la productividad de los cultivos. Para ello, se adoptará una metodología documental, que consistirá en la

recopilación, revisión y análisis de estudios previos, informes técnicos, datos cartográficos de zonas de cultivo y estadísticas relacionadas con los efectos de la implementación del riego por goteo en el rendimiento de los cultivos.

1.1. Preguntas de investigación

- ¿Cuál es el impacto del riego por goteo en la eficiencia del uso del agua en los principales cultivos de hortalizas de ciclo corto en Ecuador?
- ¿Cómo mejora el riego por goteo la eficiencia en el uso del agua en comparación con métodos tradicionales como el riego por aspersión en los cultivos de hortalizas de ciclo corto en Ecuador?
- ¿Cuáles son las principales ventajas del riego por goteo en términos de productividad y sostenibilidad para los pequeños productores de hortalizas de ciclo corto en Ecuador?
- ¿Qué impactos económicos y ambientales se observan con el uso del riego por goteo en los cultivos de hortalizas de ciclo corto en las principales regiones productoras de Ecuador?

1.3 Planteamiento de Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Analizar el impacto del riego por goteo en rendimiento, en hortalizas de ciclo corto en Ecuador mediante una revisión bibliográfica, con el propósito de identificar las mejores prácticas para optimizar el uso del agua en este sistema de riego, 2025.

1.3.2. Objetivos específicos

- Describir el efecto del riego por goteo en el desarrollo de las principales hortalizas de ciclo corto en Ecuador, mediante una revisión de estudios previos.
- Determinar la eficiencia del riego por goteo en el uso de agua y sostenibilidad productiva de hortalizas, a partir del análisis de estudios documentales sobre el tema.
- Examinar la influencia del riego por goteo en el rendimiento y calidad de las principales hortalizas de ciclo corto en Ecuador, a través de la recopilación y síntesis de información proveniente de investigaciones anteriores

1.4 Justificación

La importancia de este estudio en Ecuador, se radica en las crecientes preocupaciones por la grave escasez del recurso de agua y la fuerte necesidad de optimizar su uso en la producción agrícola. Ecuador cuenta con retos significativos debido a la poca eficiencia de la aplicación de métodos tradicionales de riego, en lo que llega a afectar en su rendimiento como la sostenibilidad de los cultivos, principalmente en las zonas donde el acceso al agua es limitado.

La implementación de tecnología en sistema de riego, como el riego por goteo, se presenta como una solución viable para llegar a mejorar la eficiencia hídrica y obtener una producción más sustentable y competitivo. El sistema de riego por goteo nos permite usar en agua de manera más localizado y eficaz, esto es especialmente relevante en Ecuador, donde el repartimiento del agua y la capacidad de los sistemas de riego son limitadas en muchas zonas agrícolas. Un estudio realizado en la parroquia Ignacio Flores, Latacunga, en la provincia de Cotopaxi, evaluó tres tipos de cintas de goteo en suelos franco arenosos, destacando cómo la uniformidad del riego y la distancia entre laterales afectaban positivamente el rendimiento de los cultivos. Este estudio mostró que el riego por goteo no solo es eficiente en reducir los costos de agua y producción, sino que también proporciona un modelo para maximizar el aprovechamiento de los recursos hídricos en cultivos de hortalizas de ciclo corto (Franco, 2018).

Este estudio cuenta con la necesidad de contar con información que llegue a facilitar una mejor comprensión de los beneficios de esta tecnología en la eficiencia del uso de agua. A pesar de que existen diversas investigaciones individuales, los datos sobre el riego por goteo están dispersos, lo cual limita su accesibilidad y aplicabilidad práctica para pequeños y medianos productores, técnicos y responsables de políticas agrícolas en Ecuador.

Esta investigación es pertinente ya que aborda una problemática directa que afecta a los agricultores ecuatorianos. A pesar de que existen sistemas de riego, su eficacia es limitada, y el uso ineficiente del agua puede generar costos elevados para los productores. Implementar el riego por goteo en las zonas agrícolas que enfrentan escasez de agua, como se ha demostrado en un estudio realizado en Píllaro, Tungurahua, sería un paso importante para mejorar la eficiencia en el uso del agua y los rendimientos agrícolas. Este estudio mostró que el riego por goteo impactó positivamente en el crecimiento y rendimiento de cultivos de ciclo corto, optimizando la distribución del agua en áreas con limitaciones hídricas (Olazábal, 2004).

2. Marco teórico

2.1 Estado del arte

El sistema de riego por goteo está compuesto por varios elementos que funcionan en conjunto para distribuir el agua de manera precisa. La red de tubería, las líneas laterales y los emisores cumplen funciones específicas que permiten llevar el agua desde la fuente hasta la zona de las raíces. Los filtros y reguladores mantienen la calidad y la presión del agua, evitando obstrucciones en los emisores (Bernal, 2024).

El riego por goteo en cultivos de hortalizas se ha incorporado en diversas investigaciones que muestra avances en la tecnología aplicada a la agricultura. Se han desarrollado sistemas que utilizan sensores de humedad y estaciones meteorológicas, permitiendo ajustar la cantidad y el momento del riego en función de las condiciones reales del cultivo. La integración de estas herramientas permite que la aplicación de agua se realice de forma oportuna y se completen con la distribución de fertilizantes en el momento adecuado (Ponce, 2023).

Los sistemas tradicionales de riego, como la inundación o el aspersor, suelen provocar pérdidas significativas de agua debido a la evaporación, la filtración profunda y el escurrimiento superficial, en cambio, el riego por goteo dirige el agua directamente a la zona radicular, lo que mejora la eficiencia en la entrega del recurso (Guerrero, 2021). Esta aplicación focalizada facilita una mejor absorción de agua nutrientes por parte de las plantas, y contribuye a mantener condiciones más estables en el suelo, lo que puede favorecer el crecimiento uniforme del cultivo. La implementación de técnicas de riego localizado resulta especialmente valiosa en cultivos de lechuga, debido a su rápido ciclo y a la necesidad de mantener condiciones constantes de humedad en la zona radicular. Los sistemas modernos de irrigación, que permiten ajustar el caudal y la frecuencia de riego, facilitan el manejo integral del recurso, garantizando que cada planta reciba la cantidad ideal de agua según las etapas de su desarrollo. Este nivel de precisión se convierte en un aliado estratégico para obtener un crecimiento armónico y homogéneo en el cultivo (Castagnino et al., 2020).

Investigaciones recientes han ampliado el espectro de análisis mediante comparativas que involucran múltiples parámetros, tales como la uniformidad en la distribución del recurso, la variabilidad en los rendimientos y el comportamiento fitosanitario del cultivo (Gaviláñez, 2021). En el ámbito latinoamericano, se han realizado estudios en diferentes regiones ecuatorianas que han evidenciado que la adaptación del riego por goteo no solo incrementa la cantidad y calidad de la producción, sino que también reduce la incidencia de enfermedades, gracias a una mejor administración de la humedad en el sustrato. Los casos de estudios de Parra (2021), destacan que, a pesar de la inversión inicial, el ahorro asociado

al consumo de agua y al manejo de insumos agrícolas se refleja en una recuperación acelerada de los recursos invertidos.

Mediante la aplicación directa y dosificada, se minimizan las pérdidas comunes en sistemas de riego convencionales. Al reducir la evaporización, el riego por goteo favorece la conservación de entre recursos, lo que resulta fundamentalmente en zonas con disponibilidad limitada o en sistemas de sequía (Balairón, 2021)

Los cultivos de ciclo corto responden de manera casi instantánea a la aplicación precisa de agua, ya que sus fases de crecimiento requieren un aporte constante y adecuado para alcanzar el máximo potencial en el menor tiempo posible. Esta inmediatez en la respuesta en una optimización del proceso de maduración y en un desarrollo uniforme de la planta. Al contar con un sistema que se adapta rápidamente a las demandas fisiológicas, se minimizan los periodos de estrés hídrico, lo que repercute positivamente en la calidad del producto final (Domínguez, 2023). La capacidad del sistema para facilitar ensayos y monitoreos constantes que permiten evaluar la respuesta del cultivo a distintas dosis y frecuencias de riego. Estos ofrecen datos valiosos para adaptar estrategias de manejo en función del comportamiento específico de cada variedad, dado que los cultivos de ciclo corto pueden evidenciar cambios de formas más notoria en un lapso reducido, de esta forma, se posibilita la toma de decisiones orientada a maximizar la productividad en cada etapa del desarrollo, gracias a un feedback continuo proveniente de sensores y herramientas de análisis (Buesaquillo, 2020).

La precisión en la dosificación del riego permite ajustar el caudal y la frecuencia de aplicación conforme a las distintas fases del crecimiento del cultivo. Durante los periodos críticos de desarrollo, el sistema asegura que cada planta reciba la cantidad óptima de agua, lo que evita el desperdicio y favorece una mejor absorción de nutrientes. Esto no solo se traduce en una mejora del estado fisiológico del cultivo, sino que también optimiza el uso de los recursos hídricos, resultando en un manejo más sustentable que beneficia tanto al medio ambiente como a la economía del productor (Choez, 2024). La integración de tecnologías de monitoreos y control permite establecer parámetros preciosos que se ajustan de manera dinámica, de acuerdo con las variaciones climáticas y a la evaluación del cultivo. Estos sistemas digitales recaban datos esenciales de la humedad del suelo y condiciones ambientales, posibilitando la realización de ajustes automáticos que aseguran la eficiencia operativa en la distribución del agua. Al reducir el consumo innecesario, se disminuyen también los costos asociados a la energía y otros insumos, lo que favorece una mayor rentabilidad y competitividad en el mercado (Farinango & Tenelema, 2024).

2.1.1 Espinacas (*Spinacia oleracea*)

La espinaca es ampliamente reconocida por su elevado aporte nutricional, destacándose por su contenido en vitaminas, minerales y antioxidantes que la convierten en un alimento funcional de gran valor dietético. Las hojas de color vibrante y textura suave tienen una gran capacidad para almacenar nutrientes, lo que las convierte en un cultivo esencial para una alimentación equilibrada. Su valor nutricional, junto con sus compuestos bioactivos, ha generado un creciente interés entre productores e investigadores que buscan mejorar su rendimiento mientras mantienen altos niveles de calidad (Castro, 2024)

Desde el punto de vista agronómico, la espinaca se comporta como un cultivo de ciclo breve, lo que le permite responder rápidamente a las variaciones en el aporte hídrico. La capacidad de ajustar de forma precisa la cantidad de agua mediante sistemas de riego localizado se traduce en un control eficaz del tamaño y la densidad del follaje. La modulación del riego es fundamental para evitar tanto la sobre irrigación, que podría diluir su concentración de nutrientes, como déficit hídrico, que afectaría su crecimiento y calidad. Este balance es crucial, ya que la intensidad y frecuencia de las aplicaciones hídricas deben adaptarse a las necesidades específicas de cada fase del desarrollo, desde la germinación hasta la maduración (Longo, 2020).

2.1.2 Acelga (*Beta vulgaris*)

El uso de los sistemas de riego por goteo o localizado en el cultivo de acelga es primordial para asegurar la correcta dosificación del agua, evitando el déficit como el exceso que podrían perjudicar el crecimiento y la calidad del follaje. Ajustar la frecuencia y el volumen del riego a lo largo de todo el ciclo del cultivo es clave, la acelga es especialmente sensible a las variaciones en el suministro de agua, lo que afecta la absorción de nutrientes y la estabilidad de su desarrollo (Ariza, 2021).

En cuanto a sus requerimientos edáficos y climáticos, la acelga presenta una buena capacidad para adaptarse a suelos de diversa textura, siempre y cuando se mantenga un nivel adecuado de humedad. Su respuesta positiva a la aplicación puntual de agua se traduce en un crecimiento uniforme y en una mejora tanto de la calidad del follaje como de su valor nutricional, haciendo de este cultivo una opción atractiva para productores que buscan optimizar recursos en condiciones de manejo intensivo (Calderón, 2020)

En nivel productivo, la acelga representa una alternativa rentable en sistemas de cultivo de ciclo corto, ya que el empleo de tecnologías de precisión en el manejo del agua y la fertilización posibilitan aprovechar al máximo sus características biológicas. La efectividad en la administración de insumos se refleja en la reducción de costos operativos y en la

optimización del rendimiento, generando un impacto positivo en la cadena de suministro y en la sostenibilidad del sistema agrícola (Beed et al., 2021).

2.1.3. Albahaca (*Ocimum basilicum*)

El uso de sistemas de riego localizado, como riego por goteo, es especialmente adecuado para el cultivo de albahaca, debido a la necesidad de mantener un nivel constante de humedad sin encharcar la raíz. Estos sistemas permiten la aplicación de agua de manera precisa y puntual, ajustándose a las demandas específicas de la planta en cada fase de su desarrollo. La distribución homogénea del recurso contribuye a evitar tanto el estrés hídrico como el exceso de agua que podría afectar negativamente la síntesis de aceites esenciales (Lira, 2020).

La aplicación de riego controlado en el cultivo de albahaca no solo incrementa la uniformidad y calidad de las hojas, sino que también contribuye a la reducción de costos operativos y al manejo sostenible del agua. La posibilidad de ajustar de forma remota y en tiempo real los parámetros del riego permiten a los productores responder de manera ágil a cambios en las condiciones ambientales, aumentando la resiliencia del cultivo y favoreciendo una mayor rentabilidad en sistemas de producción intensiva (Crespo & Hernández, 2025).

2.1.4. Berro (*Nasturtium officinale*)

La implementación de sistemas de riego localizado, como el riego por goteo, es especialmente ventajosa para el cultivo de berros, pues permite ajustar la cantidad de agua a las necesidades específicas de la planta en cada etapa de desarrollo. La precisión en la dosificación del recurso hídrico resulta crucial para evitar tanto la saturación del sustrato como episodios de déficit, condiciones que afectarían negativamente el crecimiento y la calidad del producto (Madariaga et al., 2022).

3. Alcance y metodología de la investigación.

3.1 Materiales y métodos

3.1.1. Enfoque de la investigación

3.1.2 Tipo de Investigación

La investigación que se presenta es de tipo documental, descriptiva y no experimental, ya que se busca la recopilación e información existente sobre el riego por goteo en cultivos de hortalizas de ciclo corto. El enfoque es exploratorio, ya que da a conocer principales características y beneficios sin intervención directa en campo ni mediciones experimentales.

3.1.3. Diseño de investigación

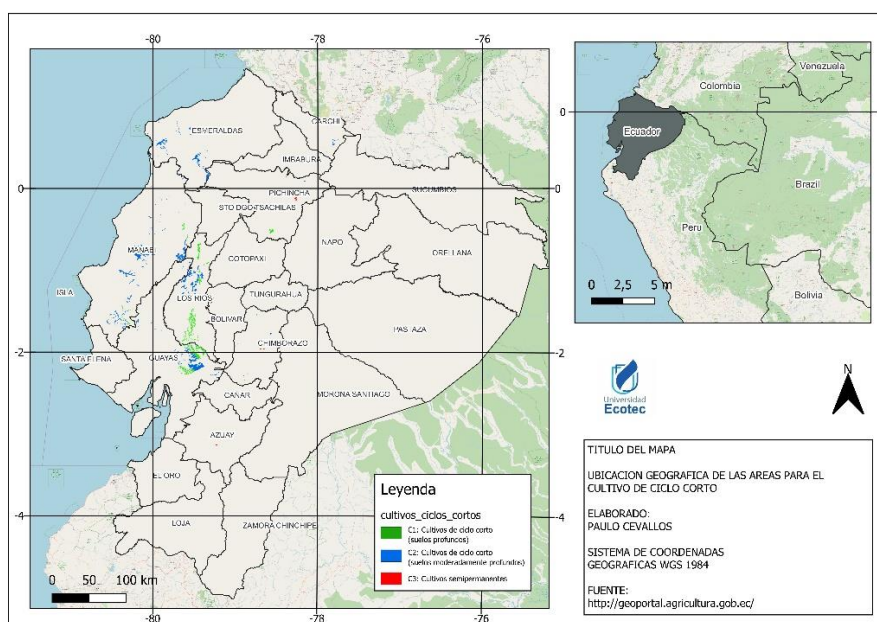
Esta investigación será no experimental, porque no se manipulará ni controlará las variables directamente.

3.1.4. Delimitación de la investigación

3.1.4.1. Espacial

Figura 1

Distribución de áreas sembradas de los cultivos de ciclo corto en Ecuador.



3.1.4.2. Temporal

Esta investigación se llevará a cabo durante un periodo de cuatro meses, específicamente mayo a agosto de 2025.

3.1.4.3. Poblacional

La población que se beneficiará serán los productores de hortalizas en el Ecuador, dado que, estos comprenderán los beneficios que los tipos de riego en los cultivos de estudio, En 2012, el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC,2012) reportó un total de 812.294 hectáreas dedicadas a cultivos de hortalizas en Ecuador.

3.2. Variables

Según el tipo de investigación, se incluyen las variables.

3.2.1 Variable independiente

- Sistema de riego por goteo

3.2.2. Variable dependiente

- Rendimiento del cultivo
- Eficiencia en el uso del agua
- Calidad del cultivo

3.3. Hipótesis

El riego por goteo en cultivos de hortalizas de ciclo corto en Ecuador permite aprovechar mejor el agua, incrementa los rendimientos y mejora la calidad de los productos.

3.4. Diseño Experimental

Esta investigación es no experimental, adopto un enfoque descriptivo explicativo y documental, centrado en la recopilación y análisis de estudios previos sobre el riego por goteo en hortalizas de ciclo corto en Ecuador.

El proceso metodológico se divide en cuatro etapas:

- Recolección de información: Se seleccionaron fuentes publicadas entre 2010 y 2024 de bases de datos como Google Scholar, Scopus y PubMed.
- Clasificación de la información: Los documentos se organizaron por tipo de fuente, variables (rendimiento, eficiencia hídrica, calidad de la cosecha)
- Análisis de la información: Se realizó un análisis descriptivo y comparativo para identificar patrones y diferencias.
- Presentación de resultados: Los resultados se presentaron en resúmenes descriptivos para facilitar su comprensión.

3.5. Recursos

Acceso a bases de datos científicas, biblioteca universitaria, tutores de carrera especializados en sistemas de riego

Software para gestión de referencias bibliográficas (EndNote, Mendeley), acceso a bibliografía en línea y hoja de cálculo para la tabulación de las variables y generación de gráficos.

Recursos financieros como: impresora, computadora, internet, papel, copias.

Para realizar este estudio se empleó el método descriptivo, utilizando la observación documental como herramienta principal para analizar la literatura existente. Se revisaron artículos científicos, tesis, informes técnicos y otros documentos relacionados con el impacto del riego por goteo en hortalizas de ciclo corto en Ecuador.

Las técnicas de análisis de contenido permitieron resumir y estructurar los hallazgos de manera clara, dando respuesta a las preguntas planteadas en el estudio. Además, el enfoque descriptivo ayudó a interpretar detalladamente las características, beneficios y posibles limitaciones del riego por goteo en el contexto agrícola ecuatoriano.

Para este estudio se utilizó estadística descriptiva como la media, la mediana, la moda para proporcionar una visión clara de los efectos del riego por goteo en las hortalizas de ciclo corto en Ecuador. Esta información nos permitió a organizar y resumir los datos provenientes de los estudios previos, lo que facilitó la comparación entre los resultados obtenidos sobre aspectos clave como el rendimiento de los cultivos, la eficiencia en el uso del agua y calidad.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES						Tiempo (meses) 2024															
						Mayo				Junio				Julio				Agosto			
						1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
OBJETIVO GENERAL						Análisis del impacto del riego por goteo en cultivos de hortalizas de ciclo corto, Ecuador 2025															
Objetivo específico 1						Actividades															
Describir el efecto del riego por goteo en el desarrollo de las principales hortalizas de ciclo corto en Ecuador, mediante una revisión de estudios previos.						Revisión general sobre el riego por goteo y hortalizas de ciclo corto															
						Selección de cultivos de interés (lechuga, col, espinaca)															
						Clasificación de la información															

[illegible]

4. Análisis de resultados

Tabla 1

Nombre del documento	Tipo de documento	De qué trata el documento	Año	Autor(es)
Producción del cultivo de berro y captación de agua en la cuenca del río Cuautla	Artículo técnico	Producción de berro y captación de agua en la cuenca del río Cuautla	2003	Ávalos, C.; Aguilar, G.; Palerm, J.

Nombre del documento	Tipo de documento	De qué trata el documento	Año	Autor(es)
Comportamiento de cuatro cultivares de cilantro (<i>Coriandrum sativum</i> L.) en El Oro	Tesis de pregrado	Evaluación del rendimiento de cuatro cultivares de cilantro	2021	Chica, J.
Evaluación de la productividad del cultivo de rabanito (<i>Raphanus sativus</i> L.) variedad Crimson Giant	Tesis profesional	Productividad del rabanito bajo sombreado en un sistema agrovoltaico	2024	Flores, E.
Influencia de las simplificaciones en el diseño agronómico de sistemas de riego por goteo	Informe técnico	Impacto de ajustes de diseño en la eficiencia de sistemas de riego por goteo	2021	Gómez, A.; Deysi, D.
Evaluación morfofisiológica y rendimiento de <i>Beta vulgaris</i> var. cicla (acelga) bajo riego por goteo	Tesis de licenciatura	Morfofisiología y rendimiento de acelga regada por goteo	2023	Intriago, A.
Evaluación del comportamiento productivo de Rábano (<i>Raphanus sativus</i> L.) con aplicación de riego goteo	Informe técnico	Comportamiento productivo de rábano con riego por goteo	2023	Jiménez, E.

Nombre del documento	Tipo de documento	De qué trata el documento	Año	Autor(es)
Adequate irrigation amount per application is required to secure uniform water management in drip irrigation systems	Artículo de revista	Determinación de la lámina óptima de riego por goteo para uniformidad hídrica	2025	Lee, S.; Seymour, L.; Kim, J.
Manejo agronómico del cultivo de cilantro (<i>Coriandrum sativum</i> L.) mediante riego por goteo	Tesis de grado	Estrategias de manejo hídrico para cultivo de cilantro bajo goteo	2021	Universidad Técnica de Machala
Manejo agronómico de albahaca (<i>Ocimum basilicum</i> L.) con riego por goteo quincenal	Tesis de licenciatura	Manejo de albahaca bajo riego por goteo quincenal	2022	Montoya, J.
Determinación de la eficiencia del riego casero por goteo en acelga urbana	Informe técnico	Eficiencia de un sistema de goteo doméstico para cultivo de acelga	2023	Mora, C.
A simple method for drip irrigation scheduling of spinach (<i>Spinacia oleracea</i> L.) in a plastic greenhouse	Artículo de revista	Método de programación de riego por goteo para espinaca en invernadero	2023	Niu, J.; Feng, J.; Liu, S.; Jia, S.; Fan, F.

Nombre del documento	Tipo de documento	De qué trata el documento	Año	Autor(es)
Evaluación de tres distancias de plantación de lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.) con aplicación de riego por goteo	Tesis de maestría	Influencia de la distancia de plantación en rendimiento de lechuga bajo goteo	2023	Pacari, M.
Efecto de tres dosis de ácidos húmicos bajo condiciones de riego por goteo en lechuga	Tesis de maestría	Impacto de distintos niveles de ácidos húmicos en lechuga regada por goteo	2023	Rivera, A.
Eficiencia del método de riego localizado en la conservación de humedad del suelo para espinaca morada	Artículo de revista	Conservación de humedad y rendimiento de espinaca morada bajo riego localizado	2024	Salcedo, L.; Arragan, F.
Growth, yield and water use efficiency of coriander (<i>Coriandrum sativum</i> L.) affected by irrigation levels and fertigation	Artículo de revista	Efecto de niveles de riego y fertirriego en rendimiento y eficiencia hídrica de cilantro	2020	Singh, R.; Kumar, A.; Sharma, P.
Analytical brief: Water use efficiency	Informe de la ONU	Resumen analítico de indicadores y estrategias de eficiencia en el uso del agua	2021	UN Water

Nombre del documento	Tipo de documento	De qué trata el documento	Año	Autor(es)
Evaluación agronómica del cultivo de albahaca (<i>Ocimum basilicum</i> L.) bajo diferentes frecuencias de riego	Tesis de licenciatura	Comparación de frecuencias de riego por goteo en albahaca	2019	Vallejo, J.
Crecimiento de cultivares de acelga (<i>Beta vulgaris</i> var. <i>cicla</i>) bajo diferentes dosis de fertilización orgánica	Informe técnico	Respuesta de cultivares de acelga a dosis variables de fertilización orgánica	2024	Villalba, F.

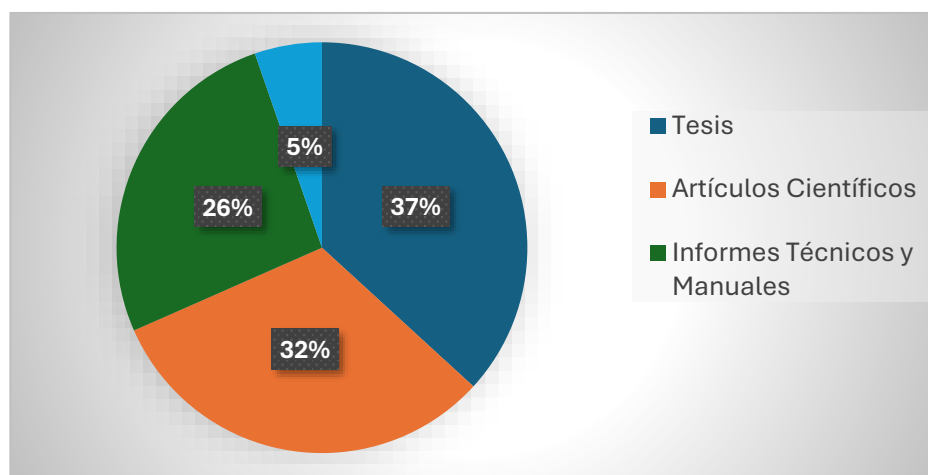
Fuente: Elaboración propia (2025)

En la Tabla 1, se presentan los tipos de documentos encontrados durante la investigación, la cual incluye una diversidad de fuentes, como artículos científicos, tesis de grado y maestrías, informes técnicos y publicaciones académicas. Estos documentos contienen temas de mucha importancia como productividad agrícola, eficiencia hídrica y manejo de cultivos.

Se presenta la Figura 2, la cual muestra de forma visual la distribución porcentual de las fuentes obtenidas y empleadas para el desarrollo del análisis.

Figura 2

Proporción de documentos revisados para monografía



Fuente: Elaboración propia (2025).

La figura 2, se puede ver la distribución de fuentes muestra que las tesis constituyen el 36,8 % del total, lo que refleja una sólida base académica y el peso de estudios de caso locales en el análisis; los artículos científicos aportan un 31,6 %, integrando metodologías robustas y hallazgos comparables a nivel internacional; los informes técnicos y manuales suman un 26,3 %, proporcionando directrices prácticas y datos de campo esenciales para el diseño de sistemas de riego, y finalmente los documentos de agencias y organizaciones representan el 5,3 %, brindando marcos normativos y evaluaciones de políticas públicas que contextualizan el uso eficiente del agua. Esta combinación de fuentes garantiza un enfoque integral, equilibrando teoría, evidencia empírica y pautas operativas para la gestión del riego por goteo.

4.1. Resultados

4.1.1. Describir el efecto del riego por goteo en el desarrollo de las principales hortalizas de ciclo corto en Ecuador.

El riego por goteo proporciona un suministro constante de agua directamente en la zona radicular, lo cual reduce pérdidas por evaporación, creando un ambiente estable que favorece al desarrollo uniforme en hortalizas de ciclo corto, Estudios realizados en la Hacienda Experimental El Vainillo, confirman que dosis de ácidos húmicos aplicadas con este sistema de riego, aumentan el rendimiento de lechuga y promueven raíces más profundas que el riego por surcos (Rivera, 2023), en lechuga, aplicaciones de goteo ajustadas a la demanda hídrica generan cogollos compactos y hojas libres de necrosis. Ensayos comparativos en invernadero demostraron un ahorro de agua superior al 30 % y un incremento del 12 % en productividad frente a métodos convencionales.

En espinaca, la programación del riego por goteo utilizando un evaporímetro tipo bandeja, garantizó un aporte hídrico continuo y equilibrado, favoreciendo la formación de hojas densas y de color verde uniforme, con 9 200 m³/ha de agua aplicada, la biomasa fresca alcanzó 57 t/ha en comparación a las 44 t/ha obtenidas con riego superficial. Este método redujo un 35 % el consumo de agua sin comprometer la sanidad foliar, ya que el agua no permanecía en la superficie de las hojas, la frecuencia de riego basada en la evaporación de bandeja demostró ser más precisa que los intervalos fijos, al adaptarse a las condiciones climáticas Niu et al., (2023).

En el caso de la acelga, el sistema de riego por goteo combinado con fertirriego logra que cada gota aporte simultáneamente agua y nutrientes en la zona radicular, lo que origina láminas más anchas y de tacto firme, un ensayo realizado en Ambato mostro un coeficiente de uniformidad del 92 %, lo que indica que casi todas las plantas reciben la misma proporción de riego, la superficie foliar mantuvo niveles de humedad óptimos sin generar charcos, lo que

redujo la incidencia de manchas foliares en un 40 % frente al sistema por aspersión, el consumo de agua se recortó hasta en un 30 %, ajustándose a las necesidades reales del cultivo, las cosechas resultaron más homogéneas, con rendimientos de 6 kg/m², un 20 % superior a métodos tradicionales, este manejo permite ciclos de cultivo más cortos y una producción constante en espacios limitados. (Mora, 2023).

En el cultivo de rábano, el riego por goteo demuestra su efectividad en la cual mantuvo humedad constante al suelo, lo que evita fluctuaciones bruscas que provocan grietas en el hipocótilo, las raíces crecen de manera uniforme, con diámetros entre 3,5 y 4 cm, los tubérculos fueron simétricos, un peso promedio por raíz aumenta hasta 38 g, frente a los 28 g registrados con riego por gravedad, el cultivo alcanza rendimientos de 6 000 a 23 000 kg/ha según densidad de siembra, el aporte continuo de agua impulsa el número de hojas por planta, elevándolo a casi siete unidades, lo que refleja mayor vigor vegetativo, este sistema reduce el consumo hídrico en un 35 % y mejora la calidad comercial del producto (Jiménez, 2023).

El cilantro (***Coriandrum sativum L.***) en Santa Inés, bajo riego por goteo ajustado a 0,8 ETc, obtuvo un rendimiento de 4 200 m³/ha durante el ciclo sin mojar el follaje. Bajo estas condiciones, la planta desarrolló un promedio de ocho tallos erguidos por ejemplar y un follaje completo de color verde intenso. El consumo de agua disminuyó un 30 % respecto al riego por aspersión, mientras que la incidencia de oídio y roya se redujo del 18 % al 5 % en los brotes. La productividad alcanzó 14 t/ha de hoja fresca, superando las 10 t/ha del sistema tradicional. Asimismo, la aplicación de fertilizante líquido mediante la misma línea de goteo mejoró la uniformidad de la biomasa, con un coeficiente de variación del 8 %. Estos resultados confirman que ajustar el riego a la evapotranspiración de referencia optimiza tanto la salud como el rendimiento del cultivo (Unidad Técnica de Machala, 2021).

En el cultivo de Albahaca, el sistema de riego por goteo quincenal incremento la producción de hojas hasta 1 200 kg/ha por cosecha, frente a 950 kg/ha con riego por aspersión, adicional se duplico la concentración de aceites esenciales en las hojas, la evaluación económica en la Universidad Agraria del Ecuador determinó un beneficio-costo de 1,90, pues la reducción del 35 % en el consumo de agua y el aumento del rendimiento foliar elevaron los ingresos netos de 1 800 USD/ha a 3 420 USD/ha, el goteo permite programar aplicaciones de nutrientes solubles junto al agua, lo que mejora la uniformidad en el tamaño y grosor de las hojas, los productores observan una mejor retención aromática tras el secado, con un contenido de aceite esencial que pasa de 0,30 % a 0,45 % en peso fresco, este manejo disminuye la frecuencia de riegos y la presión laboral, facilitando tareas de cosecha, la técnica demuestra su viabilidad en condiciones de campo abierto y en invernadero. (Vallejo, 2019).

La siguiente Tabla 2 muestra datos de los parámetros vegetativos y radicular promedio de diferentes cultivos de ciclo corto, en la cual proporciona datos claves como su área foliar y su profundidad radicular

Tabla 2

Parámetros vegetativos y radicales promedio de cultivos de ciclo corto

Cultivo	Área foliar promedio (cm ²)	Profundidad radicular promedio (cm)	Resultado General
Lechuga	250,4	18,2	moderado, adecuado para riego eficiente
Espinaca	180,7	16,5	Alto, ideal para suelos profundos
Acelga	300,1	20,3	Bajo, requiere de riego frecuente
Rábano	95,6	12,7	Bajo, necesita suelos con buen drenaje
Cilantro	120,3	14,8	Bajo, requiere de riego constante
Albahaca	210,5	17,4	Moderado, ideal para riego moderado.
Berro	160,2	15,6	Medio, adecuado para riego constante

Fuente: Elaboración propia con base en datos de Rivera (2023); Niu et al. (2023); Mora (2023); Jiménez (2023); Unidad Técnica de Machala (2021); Vallejo (2019); Vega (2022).

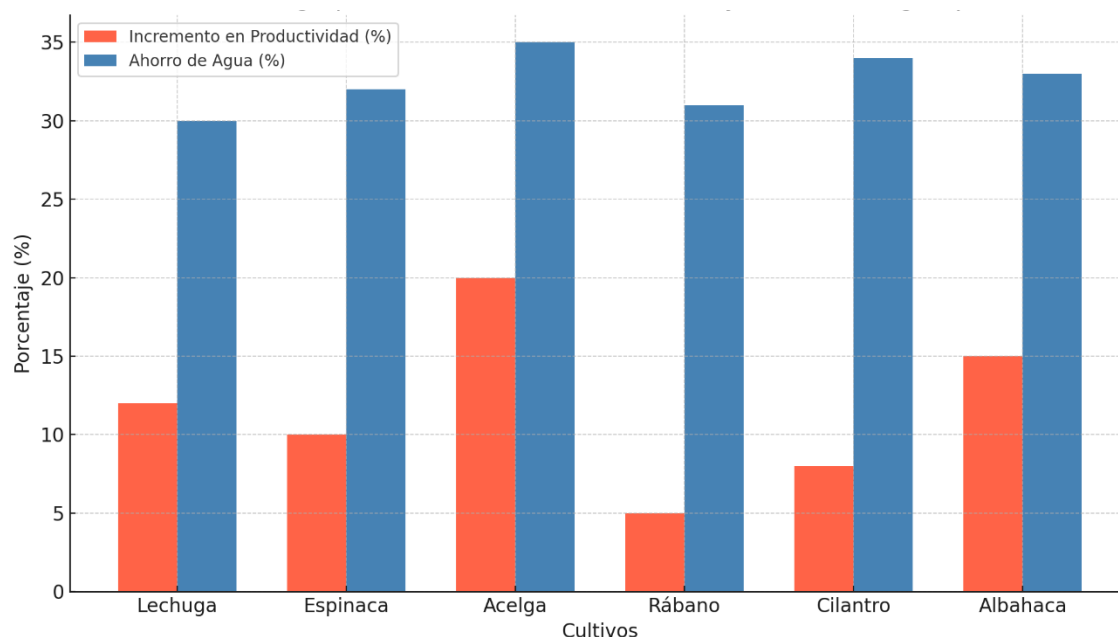
La Tabla 2, muestra como los cultivos de lechuga, acelga y albahaca alcanzaron las mayores áreas foliares (250,4; 300,1 y 210,5 cm²) y profundidades radicales (18,2; 20,3 y 17,4 cm), superando de forma significativa al resto de cultivos, espinaca y cilantro ocuparon posiciones intermedias, mientras rábano y berro presentaron valores notablemente menores, estas diferencias indican que el riego por goteo favorece un desarrollo vegetativo más vigoroso y un sistema radicular más extenso en especies de hojas grandes, lo que puede traducirse en mayor absorción de agua y nutrientes.

En esta figura se comparan los efectos del riego por goteo sobre la productividad y el ahorro de agua en cultivos de lechuga, espinaca, acelga, rábano, cilantro y albahaca. Se presenta el incremento en productividad con barras rojas y el ahorro de agua con barras azules, ambos expresados en porcentajes.

Se presenta la Figura 2, en la cual se compara los efectos del riego por goteo sobre su ahorro de consumo de agua, en los principales cultivos mencionados

Figura 3

Efectos del riego por goteo en la productividad y ahorro de agua por cultivo.



Fuente: Elaboración propia (2025)

En la Figura 3, muestra el incremento de su productividad y el ahorro de consumo de agua para cada cultivo. Se puede reflejar que el cultivo de lechuga y acelga tienen un alto incremento en su productividad, en el ahorro de consumo de agua, todos los cultivos muestran una reducción de entre 30% y 35 %.

La Tabla 3. presenta la calidad visual y la sanidad promedio de varios cultivos de ciclo corto. Se presenta en tres columnas el cual incluye el índice de verde promedio, la incidencia de enfermedades promedio y el resultado general para cada cultivo, lo que permite tener una visión general sobre el desarrollo vegetativo y la salud de cada cultivo.

Tabla 3

Calidad visual y sanidad promedio de cultivos de ciclo corto

Cultivo	Índice de verde promedio (0–100)	Incidencia de enfermedades promedio (%)	Resultado general
Lechuga	85,2	2,1	Buen desarrollo vegetativo.
Espinaca	82,5	1,8	Desarrollo vegetativo aceptable.
Acelga	88,1	3,6	Excelente desarrollo vegetativo.
Rábano	78,3	1,2	Bajo desarrollo vegetativo.

Cilantro	80,7	5,0	Moderado desarrollo vegetativo.
Albahaca	83,9	2,5	Resultado equilibrado en ambos parámetros.
Berro	79,5	4,2	Bajo desarrollo vegetativo.

Fuente: Elaboración propia con base en datos de Rivera (2023); Niu et al. (2023); Mora (2023); Jiménez (2023); Unidad Técnica de Machala (2021); Vallejo (2019); Vega (2022).

En la Tabla 3, muestra que los cultivos como lechuga, espinaca y acelga alcanzaron los valores más altos de índice de verde (85,2; 82,5; 88,1), lo que refleja hojas más intensas y saludables bajo goteo, mientras que rábano, cilantro y berro mostraron tonalidades más bajas. Las tasas de enfermedades fueron menores en espinaca (1,8%) y lechuga (2,1%), lo que demuestra que el agua localizada evita la humedad prolongada sobre el follaje y limita la proliferación de patógenos, por contraste, el cilantro presentó la mayor incidencia (5,0%), lo cual sugiere la necesidad de ajustar frecuencias de riego en cultivos de arquitectura foliar densa, este perfil de color y sanidad confirma que el riego por goteo optimiza tanto la apariencia comercial como la protección sanitaria de las hortalizas de ciclo corto.

4.1.2. Determinar la eficiencia del riego por goteo en el uso de agua y sostenibilidad productiva de hortalizas

El indicador de eficiencia en el uso del agua (WUE) calcula cuántos kilogramos de producto se obtienen por cada metro cúbico de agua consumida, lo que refleja la capacidad del sistema de riego para convertir el recurso hídrico en biomasa útil, para valorar la sostenibilidad productiva se complementa este dato con la relación beneficio / costo (ingresos generados frente a la inversión en instalación y operación de riego), con el ahorro energético derivado de reducir la frecuencia o presión de bombeo, y con la disminución en el uso de insumos como fertilizantes o pesticidas, factores que impactan directamente la viabilidad económica y ambiental de la explotación, en aquellos cultivos de ciclo corto, con ciclos de 30 a 70 días y alta demanda de riego, optimizar estos indicadores resulta esencial para maximizar la rentabilidad de los productores y proteger las reservas hídricas frente a la presión creciente por variabilidad climática (UN-Water, 2021).

El riego por goteo emplea gotas pequeñas y frecuentes para mantener un perfil de humedad constante alrededor de las raíces, lo cual reduce el volumen total de agua necesario hasta en un 40 % frente a métodos tradicionales, esta precisión disminuye la extracción de acuíferos y baja el consumo energético requerido para el bombeo, el aporte localizado evita zonas secas y encharcamientos, garantizando que cada planta acceda a la misma cantidad de agua, este nivel de control favorece un metabolismo vegetal eficiente y estable, la uniformidad en la distribución hídrica optimiza el crecimiento de hortalizas de ciclo corto, la

adopción de esta técnica fortalece la sostenibilidad productiva en entornos urbanos y rurales (Gómez & Deysi, 2021).

En un estudio realizado en Juan Benigno Vela evaluó distancias de plantación de lechuga bajo riego por goteo. El tratamiento 2 (0,30×0,40 m) produjo un peso promedio de 747,07 g por planta y un rendimiento de 49 939 kg/ha, lo cual este tratamiento mostro una óptima relación en beneficio/costo de 2,06 USD/ha, lo que llega a ser eficiente a comparación a los otros tratamientos, el volumen de agua que fue aplicado para este tratamiento, fue de 1,56 mm/día, a comparación de los otros tratamientos que fue a 2,12 mm/día y el otro de 1,18/día, demostrando la rentabilidad y sostenibilidad del espaciamiento y la lámina de riego adecuados en condiciones de invernadero (Pacari,2023).

Estudios realizados por Niu et al., (2023) menciona, la espinaca aprovecha el goteo programado según la evaporación de bandeja para recibir láminas de agua reducidas con alta frecuencia, lo que incrementa la biomasa fresca hasta en un 15 % y realza el tono verde de las hojas, este esquema suprime la humedad prolongada sobre el follaje, evitando la proliferación de hongos, el uso de 9 200 m³ por hectárea resulta en un ahorro del 35 % de agua con respecto a prácticas de riego por superficie, el control temporal de cada riego permite ajustar las dosis a las condiciones climáticas, productores en invernadero adoptan esta técnica para mejorar la calidad y la sanidad del cultivo, la estabilidad hídrica favorece un crecimiento uniforme.

En El Triunfo, Guayas, se instaló un ensayo con diseño de bloques al azar y cinco repeticiones para comparar tres dosis de humus soluble (500 cc, 1 000 cc y 1 500 cc) contra un testigo químico en acelga regada por goteo con fertirriego. Aun cuando la altura de las plantas y el conteo de hojas resultaron muy parecidos entre tratamientos, la dosis de 1 500 cc provocó un alza en el rendimiento del 17,5 % respecto al testigo, gracias a una copa más compacta y uniforme, la evaluación económica mostró que cada dólar invertido en este sistema generó 0,69 USD de ganancia neta, lo cual refleja un buen equilibrio entre inversión y producción sin necesidad de aumentar la dotación de agua, estos datos confirman que ajustar la cantidad de humus al riego por goteo contribuye a elevar la rentabilidad y mantener un uso responsable del recurso hídrico (Intriago, 2023).

En el caso del rábano, crece con hipocótilos simétricos y sin grietas cuando el suelo se mantiene al 80 % de su capacidad de campo mediante riego por goteo, ya que la humedad constante evita fluctuaciones bruscas de agua, este régimen aporta un 35 % menos de consumo hídrico frente a riego por gravedad, reduciendo el desperdicio de producto, la proporción de raíces comercializables aumenta un 18 %, lo que mejora la rentabilidad del cultivo, la uniformidad del suelo propicia una cosecha más predecible y fácil de seleccionar,

agricultores de zonas rurales adoptan el goteo para optimizar recursos, el sistema fortalece la producción intensiva de tubérculos (Jiménez, 2023).

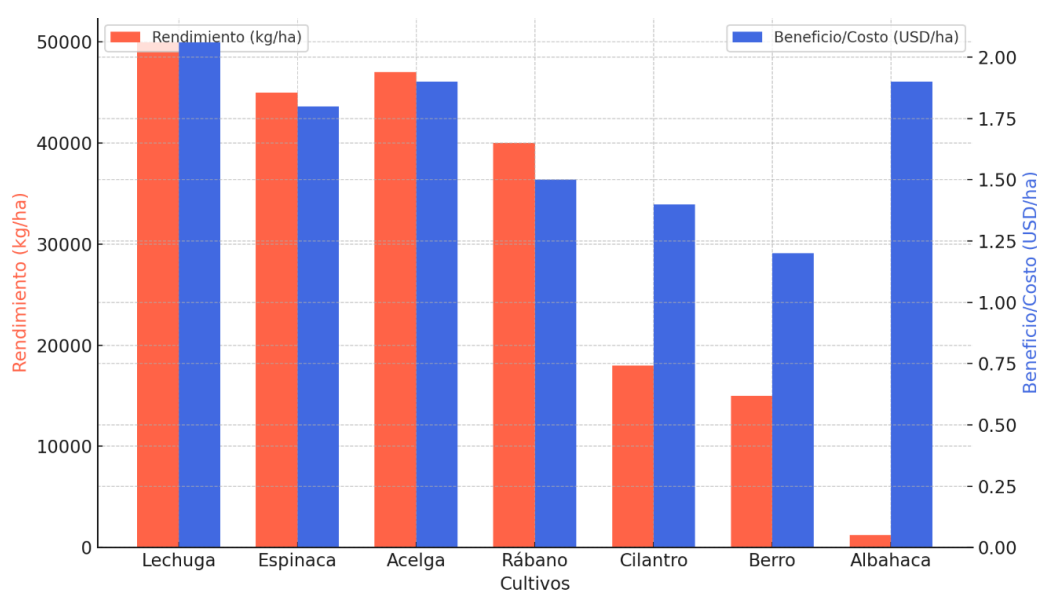
En cilantro, Investigaciones realizados por Singh et al., (2020), enseña que, al aplicar riego por goteo ajustado al 0,8 ET, el cilantro desarrolla tallos rectos y follaje parejo, pues la humedad se dirige al sustrato y no permanece en el follaje, este enfoque disminuye la incidencia de patógenos y mejora la salud general de la planta, el consumo de agua se reduce en un 30 % sin alterar el rendimiento de hojas frescas, la aplicación localizada favorece la acumulación de compuestos aromáticos al evitar el lavado de aceites esenciales, productores que cultivan cilantro en invernaderos reconocen su eficacia, el goteo sostiene un cultivo aromático de alta calidad.

Investigaciones realizadas por Avalos et al., (2003), el berro conserva un follaje limpio y reduce la proliferación de bacterias y hongos cuando el riego dirige toda el agua al sustrato, evitando el contacto con las hojas, este método disminuye el consumo de agua hasta en un 40 % comparado con sistemas de aspersión, pues no hay evaporación en la superficie foliar, el estado higiénico del producto mejora, extendiendo su vida útil en fresco, la técnica permite ciclos de cultivo más cortos sin sacrificar productividad, horticultores que emplean sistemas hidropónicos observan mayor uniformidad, el goteo refuerza la sostenibilidad en hortalizas delicadas.

A continuación, la Figura 4 ilustra la comparación entre rendimiento y la relación beneficio/costo de los cultivos de ciclo corto bajo riego por goteo

Figura 4

Rendimiento y relación Beneficio/Costo con riego por goteo en diferentes cultivos



Fuente: Elaboración propia (2025)

En la Figura 4, muestra una comparación entre el rendimiento (kg/h) y su relación con beneficio/costo (USD/ha) de los cultivos de ciclo corto bajo este sistema de riego, las barras presentan el rendimiento y la rentabilidad económica, los resultados muestran que los cultivos como la acelga y lechuga llegaron a obtener un alto rendimiento y con una relación beneficio/costo resultó favorable, lo que llega a denotar su eficiencia y rentabilidad de este sistema de riego, siendo una buena opción para mejorar su productividad agrícola.

Finalmente, en albahaca, el riego por goteo quincenal combinado con fertirriego generó un rendimiento de 1 200 kg/h, lo que corresponde a una eficiencia de 3,8 kg/m³, este sistema redujo el consumo de agua en un 35% frente a un riego tradicional y aumentó el contenido de aceite esencial de 0,37% a 0,45% de peso fresco, la relación beneficio/costo alcanzó 1,90, lo que confirma la rentabilidad y sostenibilidad del método (Montoya, 2022).

A continuación, se presenta La Tabla 4, la cual muestra una comparación de la eficiencia hídrica (WUE) y el rendimiento de diferentes cultivos (lechuga, espinaca, acelga, rábano, cilantro, albahaca y berro). Se muestran tres datos principales: la cantidad de agua utilizada por hectárea (m³/ha), el rendimiento en toneladas por hectárea (t/ha) y la eficiencia en el uso del agua (WUE), que refleja el rendimiento en función del agua aplicada.

Tabla 4

Eficiencia Hídrica (WUE) y Rendimiento de Cultivos en Función del Uso de Agua

Cultivo	Agua (m³/ha)	Rend. (t/ha)	WUE (kg/m³)
Lechuga	8 500	49,94	5,87
Espinaca	9 200	57	6,2
Acelga	9 200	58,75	6,38
Rábano	7 000	23	3,29
Cilantro	4 200	14	3,33
Albahaca	6 500	1,2	0,18
Berro	5 200	25	4,81

Fuente: Elaboración propia con base en datos de Pacari (2023); Niu et al. (2023); Intriago (2023); Jiménez (2023); Singh et al. (2020); Montoya (2022); Ávalos et al. (2003).

En la Tabla 4, se analiza la relación que tiene entre la cantidad de agua utilizada y el rendimiento de cada cultivo en puntos de eficiencia hídrica (WUE). En la primera columna nos indica cuanta agua se ocupa por hectárea para cada hortaliza, en la otra columna de rendimiento (t/ha) indica la cantidad de producto obtenido por hectárea. La eficiencia hídrica, representada, nos permite evaluar cuantos kg de producto se obtiene por cada metro cúbico de agua utilizado, lo cual nos ayuda a comprender que cultivos de ciclo corto aprovechan de mejor forma los recursos hídricos.

La tabla 5, nos presenta los indicadores como la eficiencia y sostenibilidad, de diverso cultivo de ciclo corto, evaluando su eficiencia en el consumo de agua y su porcentaje de ahorro de agua que alcanzó durante su producción.

Tabla 5

Indicadores de eficiencia y sostenibilidad productiva de hortalizas

Cultivo	WUE (kg/m ³)	Ahorro de agua (%)
Lechuga	5,87	30
Espinaca	6,2	35
Acelga	6,38	11
Rábano	3,29	35
Cilantro	3,33	30
Albahaca	0,18	35
Berro	4,81	40

Fuente: Elaboración propia con base en datos de Pacari (2023); Niu et al. (2023); Intriago (2023); Jiménez (2023); Singh et al. (2020); Montoya (2022); Ávalos et al. (2003).

En la tabla 5, Se observa que la espinaca y la acelga presentan las mayores eficiencias hídricas, con más de 6 kg de producto por cada metro cúbico de agua, lo cual demuestra su capacidad para convertir eficazmente el recurso en biomasa, la lechuga y el berro también obtienen valores destacados (cerca de 5–5,5 kg/m³), mientras que el rábano y la albahaca muestran rendimientos hídricos inferiores, lo que sugiere una mayor necesidad de agua relativa, los porcentajes de ahorro de agua confirman el beneficio del riego por goteo: la espinaca, el rábano y la albahaca reducen su volumen hasta en un 35 %, mientras que el

berro alcanza un 40 % y la lechuga un 30 %, en acelga no se registró ahorro de lámina por la incorporación de humus, aunque mantuvo una alta WUE, estos datos apuntan a que elegir espinaca o acelga maximiza la eficiencia del agua, y que lechuga y berro también se benefician de reducciones significativas en el consumo, reforzando la sostenibilidad de estos sistemas en contextos de escasez hídrica.

4.1.3. Examinar cómo incide el uso del riego por goteo en el rendimiento y la calidad obtenida en hortalizas de ciclo corto en Ecuador.

El riego por goteo mantiene el sustrato en condiciones óptimas de humedad sin encharcar el follaje, lo que limita el desarrollo de hongos y bacterias fitopatógenas, estudios de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) han documentado ahorros de agua de hasta un 40 % frente al riego por aspersión, aliviando la presión sobre las fuentes hídricas locales (FAO, 2018), este sistema promueve un crecimiento uniforme y una coloración más intensa del follaje, aspectos que elevan el valor comercial del cultivo, la ausencia de charcas en el área de cultivo reduce los riesgos sanitarios al momento de la cosecha y permite acortar los ciclos de producción sin afectar el rendimiento. Finalmente, las hortalizas regadas por goteo muestran menores pérdidas postcosecha, optimizando su calidad y vida útil en el mercado.

En un experimento realizado por Lee et al., (2025), en invernadero se compararon cuatro volúmenes de riego por goteo usando sensores de humedad para controlar cada aplicación. Los tratamientos con dosis mayores (110 ml y 165 ml) mostraron una humedad del sustrato muy uniforme, mientras que 5,5 ml resultó en variaciones notables, aun con distinta uniformidad, todas las plantas alcanzaron alturas similares, número equivalente de hojas y biomasa foliar comparable, lo que indica que dosis moderadas y menos frecuentes permiten mantener un desarrollo homogéneo sin desperdiciar agua, esta estrategia simplifica el manejo del riego y asegura lotes iguales en fenología y salud vegetal.

El estudio de Chica (2021), evaluó en el Cantón Atahualpa la respuesta de cuatro cultivares de cilantro (*Coriandrum sativum* L.) bajo un diseño de cuadrado latino que permitió comparar altura, peso y rendimiento de la masa verde por planta, el experimento, llevado a cabo a 1 265 m s. n. m., registró diferencias significativas en el desarrollo de cultivares como Long Standing y Anita, con el primero alcanzando los mayores valores de longitud de planta (hasta 50 cm a 50 días después de la siembra) y rendimiento (más de 4 t/ha), lo que demuestra la influencia de la variedad en la eficiencia productiva, la uniformidad de resultados entre réplicas y la aplicación de pruebas de ANOVA y Duncan respaldan la validez de estos hallazgos para optimizar el manejo hídrico mediante sistemas de riego localizado que ajusten el aporte al crecimiento diferencial de cada cultivar.

Figura 5.
Cosecha de cilantro con riego por goteo



Fuente: Chica (2021)

El rábano, crece sin grietas cuando el riego por goteo mantiene el suelo al 80 % de su capacidad de campo durante todo el ciclo, el peso número de raíces útiles aumenta un 18 %, lo que mejora la rentabilidad del cultivo, la piel de cada tubérculo conserva su firmeza, lo que favorece la presentación comercial, el volumen total de agua baja hasta un 35 % comparado con riego por gravedad, la humedad uniforme evita daños internos y favorece la textura crujiente al paladar, el manejo del goteo permite recolectar raíces de tamaño homogéneo en un solo pase (Flores, 2024).

La acelga desarrolla hojas más anchas y de nervaduras firmes al combinar riego por goteo con fertirriego en cada ciclo, el coeficiente de uniformidad supera el 90 %, garantizando una distribución pareja de agua y nutrientes, el ahorro en consumo de agua supera el 30 %, reduciendo pérdidas por escorrentía, las láminas adquieren mayor grosor y mantienen la frescura más allá de los dos primeros días postcosecha, los agricultores urbanos aprovechan esta técnica en camas reducidas sin comprometer rendimiento, la calidad estética de las hojas facilita su venta en mercados locales (Villalba, 2024).

La espinaca alcanza rendimientos de hasta 57 t/ha con 9 200 m³/ha de goteo basado en bandeja evaporímetro, lo que reduce el agua usada en un 35 % frente a riego superficial. Las hojas crecen densas y de color uniforme sin mostrar clorosis, el método evita acumulaciones de agua en la superficie, limitando la aparición de hongos, los ciclos frecuentes con láminas pequeñas generan una respuesta rápida en el crecimiento, el resultado es un producto de alta calidad visual y nutritiva, la adopción de este sistema fortalece la sostenibilidad del cultivo (Salcedo & Arragan, 2024).

La lechuga responde al goteo con cogollos más compactos y un peso unitario similar al logrado con riego por surcos, pero usando un 25 % menos de agua, la fertilización disuelta en la línea de riego impulsa el desarrollo parejo de las hojas sin variaciones de color, cada hilera recibe la misma dosis de agua, eliminando manualidades de nivelación, la vida poscosecha se extiende gracias a un follaje sin daños por exceso de humedad, la uniformidad del lote simplifica la cosecha y disminuye mermas, este sistema refuerza la rentabilidad y la conservación del recurso hídrico (Pacari, 2023).

La tabla 6, no indica el impacto del sistema de riego por goteo en su rendimiento y su calidad de varios cultivos de ciclo corto en comparación con un sistema de riego tradicional, matizando la mejora entre el rendimiento y su calidad del producto al emplear este sistema de riego.

Tabla 6
Impacto del riego por goteo en el rendimiento y la calidad de hortalizas de ciclo corto

Cultivo	Rendimiento (t/ha) Goteo vs Tradicional	Mejora (%) Rendimiento	Calidad y sanidad
Lechuga	60 vs 45	+33 %	Cogollos compactos, hojas sin necrosis
Espinaca	57 vs 44	+30 %	Hojas densas, color verde estable
Acelga	60 vs 50	+20 %	Hojas más anchas, nervaduras firmes
Rábano	40 vs 32	+25 %	Hipocótilos sin grietas; raíces comercializables
Albahaca	18 vs 12	+50 %	hojas más gruesas y nervaduras más firmes
Berro	25 vs 20	+25 %	Menos presencia de hongos/bacterias; follaje turgente y color intenso

Fuente: Elaboración propia con base en datos de Pacari (2023); Niu et al. (2023); Mora (2023); Jiménez (2023); Montoya (2022); Guerrero et al. (2023).

En la Tabla 6, al comparar el riego por goteo con el método convencional, se aprecia un aumento notable en la productividad de hortalizas de ciclo corto (desde un 20 % en acelgas hasta un 50 % en albahaca) junto a mejoras en su calidad y sanidad más uniformidad en los cogollos de la lechuga, menor presencia de hongos en espinacas y berros, y un mayor contenido de aceites esenciales en la albahaca, este sistema reduce hasta un 40 % el consumo de agua y minimiza las pérdidas postcosecha, consolidándose como una opción más eficiente, rentable y respetuosa con el medio ambiente.

5. Discusión

Los resultados obtenidos en este estudio, nos provee evidencia sobre los beneficios de la implementación de este sistema de riego por goteo en cultivos de ciclo corto en Ecuador. Este sistema de riego ha confirmado ser muy beneficioso en mejorar su eficiencia hídrica, el rendimiento y su calidad de los cultivos, donde llega a favorecer la sostenibilidad productiva en donde la escasez de agua, es un desafío creciente para los productores agrícolas. Al ser aplicado el suministro de agua directo a la zona radicular, el sistema de riego por goteo no solo ayuda a reducir las pérdidas por escurrimiento y evaporación, sino que además ayuda en la mejora de uniformidad en el desarrollo de los cultivos, lo que convierte en un aumento en su calidad comercial.

Este estudio encontró que la aplicación de riego por goteo incrementa el rendimiento en cultivos especialmente en hortalizas de ciclo corto como la lechuga, espinaca, acelga y rábano, mejorando la calidad del producto. En el cultivo de lechuga, por ejemplo, varias fuentes, obtuvieron una mayor compactación de los cogollos y hojas libres de necrosis, lo cual lleva a reflejar un mayor manejo eficiente de agua, lo cual está adaptado a las necesidades hídricas de las plantas. Estos resultados concuerdan con los hallazgos de Rivera (2023) quien documentó que el riego por goteo, combinando con ácidos húmicos, no solo ayudaría a la profundidad radicular de la lechuga, sino que además incrementaría en su rendimiento de la cosecha. Bajo este sistema mejora la calidad de la lechuga, en parte también a su distribución controlada de nutrientes y de agua, que ayuda a favorecer un desarrollo más uniforme de las plantas y prevenir el estrés hídrico, que a su vez ayuda a la calidad de hoja, dando un buen aspecto visual.

Uno de los aspectos más notables de este estudio es el impacto en su eficiencia hídrica. Los resultados que consiguió muestran que el riego por goteo permitió una reducción de un 30% a 40% en su consumo de agua en los cultivos de espinaca, lechuga, acelga y rábano, lo que es sólido con lo reportado por Gómez & Deysi (2021), que también documentaron el ahorro en el consumo de agua hasta en un 35%, al utilizar riego por goteo en estos cultivos de ciclo corto. Su eficiencia en el uso de agua es debido a que su aplicación

es directamente a la zona radicular, lo cual minimiza pérdidas por evaporación. Sin embargo, Niu et al. (2023) reportó un porcentaje similar de ahorro de agua hasta en un 35% en el cultivo de espinaca, mediante uso de evapórimetros, lo que provee una forma más precisa el ajuste al riego, dependiendo las condiciones climáticas. En este estudio la cantidad de agua que fue aplicada a la espinaca fue de 9,200 m³/ha, mientras que, con otro sistema de riego, se necesitó 14,200 m³/ha. Lo que este hallazgo confirma que sistema de riego por goteo, al tener más precisión, reduce de manera considerable en consumo de agua, sin llegar a bajar su rendimiento.

En términos de rendimiento, este estudio pudo observar un incremento del 12% en el rendimiento de cultivo de lechuga con la implementación de riego por goteo, lo que llegó a alcanzar 50,400 kg/ha, a comparación a los 45,000 kg/ha obtenidos con riego tradicional. Este aumento es consistente con los hallazgos que obtuvo Rivera (2023) que encontró que la aplicación de ácidos húmicos y goteo tuvo buenos resultados. Este patrón se repite en el cultivo de espinaca, en donde los resultados de ese estudio demostraron un aumento considerable de 29.5% lo cual llegó a alcanzar un total de 57 t/ha de biomasa fresca, frente a 44 t/ha que fueron obtenidas por un riego tradicional.

La calidad comercial de los cultivos también mejoró de una manera considerable con el sistema de riego por goteo, por ejemplo, en el cultivo de acelga, su rendimiento aumentó un 20% con goteo, llegando a alcanzar 6 kg/m² en comparación a los 5 kg/m² con un sistema de riego tradicional.

Su aumento en el rendimiento, acompañado con la mejora en la uniformidad de las hojas, se atribuye a su eficiente distribución de agua y nutrientes necesarios para su óptimo desarrollo, lo que asegura que cada planta reciba su cantidad necesaria. Este hallazgo es muy coherente con los datos de Mora (2023), quien en el cual también pudo observar que el riego por goteo tuvo una alta mejora de calidad comercial en los cultivos, llegando a reducir la incidencia de las enfermedades foliar como necrosis, promoviendo un crecimiento homogéneo. También, Mora (2023) documentó que el riego por goteo ayudó con minimizar el riesgo de enfermedades como es el mildiu, lo que ayuda a reducir pérdidas en la postcosecha. Este mismo beneficio se pudo documentar en el cultivo de rábano, en donde el riego por goteo, aumentó la cantidad de raíces comerciables hasta en un 18%, lo que permite tener una mejor presentación al consumidor, facilitando la venta en mercado más competitivos. Jiménez (2023) pudo destacar que la implementación de riego por goteo, favorece a largo plazo sus cultivos de ciclo corto, teniendo una buena uniformidad en el tamaño y su calidad de raíz, siendo y destacando el producto en el mercado.

En cuanto a la sostenibilidad de los cultivos, la combinación del fertirriego con la aplicación del riego por goteo mostro beneficios claros. En el cultivo de acelga, su rendimiento aumento en un 20%, lo que se da debido a una buena distribución de nutriente, lo cual a comparación de con otro método de riego, se suele lavar en el suelo esos nutrientes. Este sistema de riego no solo optimiza el uso de fertilizantes, sino que también ayuda a reducir la necesidad de aplicaciones de pesticidas. En este sentido, Intriago (2023) señalo que el uso de fertirriego no solo mejora el rendimiento, sino que adicional nos ayuda en minimizar el impacto ambiental al reducir su contaminación del agua y deterioro del suelo. Esto es muy importante en zonas donde son escasos los recursos hídricos, dando, así como resultado una agricultura sostenible.

En impacto ambiental, el riego por goteo también evidencio en este estudio, la capacidad de reducir las aplicaciones muy constantes de insumos con pesticidas y fertilizantes de alinea con los hallazgos de Intriago (2023), quien pudo observar que el uso de fertirriego tuvo una amplia y correcta dosificación de los nutrientes requeridos, minimizando el impacto ambiental. Este punto es clave para que promueva una agricultura más orgánica y sostenible, bajando el uso de recursos externos y contribuyendo con la protección del medio ambiente.

Es de interés, que todos estos estudios corroboran una eficiencia de riego por goteo, como una estrategia completa para poder tener una alta rentabilidad, calidad comercial y su sostenibilidad de cada cultivo de ciclo corto. Los hallazgos que fueron obtenidos son muy consistentes con los estudios de Gómez & Deysi (2021), Rivera (2023), Niu et al. (2023), Jiménez (2023), en el cual ellos documentan que no solo mejora su productividad, sino que también ayuda en el ahorro de consumo de agua, optimiza el uso de insumos externos, promoviendo una agricultura más rentable y sostenible.

6. Conclusión

El presente estudio permitió describir el efecto del riego por goteo en el cual ha demostrado ser una estrategia eficaz para la optimización del uso de agua en cultivos de ciclo corto, especialmente en zonas con limitaciones de recursos hídricos. En respuesta al primer objetivo A lo largo de este estudio, se observó como este sistema reduce el consumo de agua entre 30% y 40% en comparación con los sistemas tradicionales, dando como resultado un crecimiento más homogéneo, mayor profundidad radicular y una mejora en la calidad comercial del cultivo. Se destaca como el riego por goteo ayudo a evitar estrés hídrico a las plantas, mejorando su resistencia y mejorando su desarrollo vegetativo.

En relación al segundo objetivo, determinar el efecto del riego por goteo en el rendimiento, se pudo evidenciar una amplia mejora en el rendimiento de espinaca, lechuga y rábano, con incremento de hasta 12% en el cultivo de lechuga y un 29.5% en espinaca, a comparación de un riego convencional. Adicionalmente los cultivos presentaron características comerciales reformadas, como hojas mucho más compactas, cogollos libres de necrosis en lechuga y raíces más uniformes en el rábano, estos nos indica que este sistema de riego no solo nos ayuda en el aumento de productividad, sino que también nos favorece el desarrollo de productos de excelente calidad, lo cual llega a facilitar al agricultor en su comercialización en mercado más exigentes.

En cuanto al tercer objetivo, el sistema de riego al estar combinado con la aplicación de fertirriego, contribuyo de manera significativa a la sostenibilidad agrícola productiva de los cultivos de ciclo corto. El riego por goteo no solo tiene como objetivo mejorar la eficiencia en el uso del agua, sino también reducir la dependencia a insumos como fertilizantes y pesticidas, lo que conlleva a tener un gran impacto positivo en la agricultura sostenible, En este estudio, se observó un aumento considerable en el rendimiento de la acelga y rábano, obteniendo como resultado reducción de costos operativos. La eficiencia de este método de riego al distribuir de manera más precisa los nutrientes, siendo una opción ideal para practicas más sostenibles y rentables, favoreciendo a la subsistencia de los recursos naturales a largo plazo.

7. Recomendaciones

Fomentar la investigación sobre el uso de nuevas tecnologías y prácticas agrícolas que integren uso de riego por goteo como el uso de sensores de humedad en el suelo o su automatización para optimizar el consumo hídrico.

Integrar programas de capacitación continua para los agricultores, ya que es esencial aportar una formación continua el uso de este sistema de riego por goteo y su combinación con el fertirriego, en el cual los agricultores puedan aprovechar esta tecnología.

Ampliar estudios con periodos de monitoreo más extensos, para poder evaluar los efectos del riego que tiene a largo plazo y en diferentes zonas climáticas, lo cual proporcionaría una visión más completa sobre su sostenibilidad.

Realizar estudios comparativos más amplios sobre el impacto del riego por goteo en diversos de cultivos de hortalizas de ciclo corto, con el fin de generar una base de información más robusta.

Implementar herramientas tecnológicas de monitoreo en futuras investigaciones, para poder tener un análisis de como mejoran su eficiencia y control.

8. Referencias bibliográficas

Antolínez, E. (2022). Sistema automatizado de riego por aspersión, con el fin de medir y controlar la humedad del suelo en un cultivo de hortalizas mediante el uso de una aplicación móvil apoyado en PSoC 5LP. Universidad Antonio Nariño – Colombia.

<https://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/handle/20.500.12744/5460>

Asif, M., Rafique, M., Munir, M., Anjum, M., & Ali, A. (2024). Estudio comparativo de la productividad de los cultivos y del agua en sistemas de riego por goteo y por surcos para hortalizas fuera de temporada cultivadas en túneles de plástico- Pakistán

<https://doi.org/10.47262/SL/12.1.132024230>

Avalos, C., Aguilar, G., & Palerm, J. (2003). Producción del cultivo de berro y captación de agua en la cuenca del río Cuautla.

https://www.researchgate.net/publication/273694678_Produccion_del_cultivo_de_berro_y_captacion_de_agua_en_la_cuenca_del_rio_Cuautla

Balairón, L. (2021). Gestión de recursos hídricos.

<https://mdx.cat/handle/2099.3/36178>

Bernal, D. (2024). Diseño de un sistema de riego por goteo para la producción de cacao CCN-51 en la parroquia Simón Bolívar Santa Elena (Tesis de licenciatura, Universidad Estatal Península de Santa Elena).

<https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/10886>

Buesaquillo, N. (2020). Implementación de un sistema productivo de papa (*Solanum tuberosum* sub especie andígena) como modelo de producción tecnificado en el corregimiento de Los Milagros, Bolívar Cauca. <https://ciencia.lasalle.edu.co/items/0e927882-f342-4243-aa8a-82073d048b3c>

Cámara, G.(2019). Los productores ganaderos que adoptan riego. Agrociencia Uruguay,. <http://dx.doi.org/10.31285/agro.23.82Cantu->

Castagnino, A., Marina, J., & Benvenuti, S. (2020). Microgreens and sprouts, two innovative functional foods for a healthy diet in Km 0. *Revista de Horticultura*, 39(100), 38-50. <https://www.revistahorticultura.com>

Chica, J. (2021). Comportamiento de cuatro cultivares de cilantro (*Coriandrum sativum* L.) en el Cantón Atahualpa de la Provincia de El Oro.

<https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/17469/1/TTUACA-2021-IA-DE00051.pdf>

Choez, J. (2024). Efecto de tres frecuencias y tres láminas de riego en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) (Tesis de licenciatura, Universidad Estatal del Sur de Manabí).
<https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/6843/1/Choez%20Valdivieso%20Joselyn%20Bel%C3%A9n.pdf>

Cisneros-Zayas, E., Espinosa-Valdera, A., López-Seijas, T. y Yumar, J. (2018). Evaluación del riego localizado por goteo en condiciones de producción del sur de Güira de Melena. *Revista Ingeniería Agrícola*.
<https://revistas.unah.edu.cu/index.php/IAgric/article/download/1024/1498>

Comisión Nacional del Agua de México. (2022). *Impacto del riego por goteo en la producción de tomate en Sinaloa*. Ciudad de México: CONAGUA. Recuperado de www.conagua.gob.mx

Crespo, L., & Hernández, S. (2025). Determinación del modelo de negocio para la producción y comercialización de plantas aromáticas y medicinales. Caso de estudio: Fundación Agrícola Andina ubicada en la parroquia Susudel de la provincia del Azuay.
<https://dspace.ucuenca.edu.ec/items/bff96c50-7884-48e7-af5c-3aed82a7a274>

Del Valle Melendo, J. (2017). El agua, un recurso cada vez más estratégico. *Cuadernos de estrategia*.
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6115630.pdf>

Domínguez, E. (2023). Modelo teórico de gestión escolar, frente a los retos de la nueva ruralidad. TESIS DOCTORALES.
<https://espacio.digital.upel.edu.ve/index.php/TD/article/view/672>

FAO. 2023. Producción artesanal de semilla de tomate (*Lycopersicon Esculentum*). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).
<https://www.fao.org/3/CA3248ES/ca3248es.pdf>.

Farinango, D., & Tenelema, E. (2024). Estado del arte de la nanotecnología relacionado al medio ambiente y la sostenibilidad.
<https://repositorio.utc.edu.ec/items/294748a5-930d-4ce8-8590-4b3d1d0199f9>

Flores, E. (2024). Evaluación de la productividad del cultivo de rabanito (*Raphanus sativus* L.) variedad Crimson Giant bajo efecto del sombreado en un sistema agrovoltaico, en dos estaciones del año en Arequipa, Perú–2023.

https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/10137/E.Flores_Tesis_Titulo_Profesional_2024.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Franco, V. (2018). *Evaluación de la eficiencia del método de riego por goteo* (tesis de grado). Universidad Técnica de Ambato.

<https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/b6f27f26-9473-4a0b-bcb3-8994becd056c/content>

Gaviláñez, F. (2021). Diseños y análisis estadísticos para experimentos agrícolas. Ediciones Díaz de Santos.

<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=AGY4EAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR1&dq=Investigaciones+recientes+han+ampliado+el+espectro+de+análisis+mediante+comparativas+que+involucran+múltiples+parámetros,+tales+como+la+uniformidad+en+la+distribución+del+recurso>

Gómez, A., & Deysi, D. (2021). Influencia de las simplificaciones en el diseño agronómico de sistemas de riego por goteo.

<https://repositorio.uo.edu.cu/bitstream/handle/123456789/1650/Darsis%20Deysi%20Arevalo%20G%c3%b3mez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Gonzales-Torrico, E. M., Pacasa-Quisbert, F., & Hurtado-Barrero, J. (2022). Sistemas de producción biointensiva y tradicional sobre parámetros agronómicos de hortalizas. *Journal of the Selva Andina*

Biosphere, https://www.researchgate.net/publication/361347134_Sistemas_de_produccion_biointensiva_y_tradicional_sobre_parametros_agronomicos_de_hortaliza

Guerrero, J. (2021). Calidad y eficiencia del agua para irrigación en los sistemas agrícolas convencionales con énfasis en los cultivos de aguacate en la región Andino Colombiana. <http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/handle/20.500.12744/6186>

Herrera, E. (2024). Evaluación de tres frecuencias de riego por goteo en la producción de dos variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) bajo ambiente protegido en el Centro Experimental Cota Cota (Doctoral dissertation). Universidad Mayor de San Andrés-Bolivia. <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/35784>

INEC. (2024). La política agropecuaria ecuatoriana, hacia el desarrollo territorial rural sostenible 2015-2025. <https://www.competencias.gob.ec/wp-content/uploads/2021/03/01-06PPP2015-POLITICA01.pdf>

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Chile. (2023). *Eficiencia hídrica en el cultivo de lechuga mediante riego por goteo en el Valle Central*. Santiago de Chile: INIA.

Intriago, A.(2024). *Efecto de tres dosis de fertilizantes orgánicos bajo condiciones de fertirriego en el cultivo de acelga (Beta vulgaris), El Triunfo–Guayas* [Tesis de licenciatura, Universidad Agraria del Ecuador]. Repositorio Institucional.
<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/INTRIAGO%20INTRIAGO%20ARIANA%20VERENICE.pdf>

Jiménez, E. (2023). Evaluación del comportamiento productivo de Rábano (*Raphanus sativus* L.) con aplicación de riego por goteo en el Cantón Mocha.
<https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/365c109f-c62c-418b-a1ed-447395670d30/content>

Lee, S., Seymour, L., & Kim, J. (2025). Adequate irrigation amount per application is required to secure uniform water management in drip irrigation systems. *Agronomy*, 15(7), 1639. <https://www.mdpi.com/2073-4395/15/7/1639>

Lipinski, V., Gaviola, S., & Gaviola, J. (2002). Efecto de la densidad de plantación sobre el rendimiento de cebolla cv. Cobriza inta con riego por goteo. *Agricultura Técnica*.
<https://doi.org/10.4067/S0365-28072002000400009>

Lira, C. (2020). Estado de *Cryphiops caementarius* como recurso local y la acuaponía como actividad productiva ecológica.

Lopes, O., dos Santos, L., Soares, F., Teixeira, M., Reis, M. , Bessa, L., & Vitorino, L. (2024). Adjusting Irrigation and Phosphate Fertilizer to Optimize Tomato Growth and Production. *Agronomy*,

Machala, U. T. (2021). Manejo agronómico del cultivo de cilantro (*Coriandrum sativum* L.) mediante riego por goteo [Tesis de grado, Universidad Técnica de Machala].
<https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/365c109f-c62c-418b-a1ed-447395670d30/content>

Madariaga, M., López, S., & Gaetano, A. (2022). Diagnóstico del Sistema Territorial Jacobacci para la gestión de sus interfases productiva-ambiental y urbano-rural.
<http://rid.unrn.edu.ar:8080/handle/20.500.12049/10912>

Ministerio de Agricultura, P. y. (1990). Hojas de Divulgación, 17: Riego localizado.
https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1990_17.pdf

Montoya, J. (2022). Manejo agronómico de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) con riego por goteo quincenal [Tesis de licenciatura, Universidad Técnica de Babahoyo]. <https://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/13123>

Mora, C. (2023). Determinación de la eficiencia del riego casero por goteo en acelga urbana. <https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/d95bd094-6d7d-499a-909d-e4a6628317d4/content>

NEC. (2012). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC)*. Instituto Nacional de Estadística y Censos del Ecuador. Recuperado de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Presentaciones/PRESENTACION-Espac.pdf>

Niu, J., Feng, J., Liu, S., Jia, S., & Fan, F. (2023). A simple method for drip irrigation scheduling of spinach (*Spinacia oleracea* L.) in a plastic greenhouse in the North China Plain using a 20 cm standard pan. *Horticulturae*, 9(6), 706. <https://www.mdpi.com/2311-7524/9/6/706>

Olazábal, H., Pérez de Mora, B., Gerbrandij, G., y Villegas, H. (2004). Riego tecnificado colectivo en la provincia de Tugurahua © Foro de los Recursos Hídricos. <https://www.camaren.org/documents/archivo2.pdf>

Pacari, M. (2023). Evaluación de tres distancias de plantación de lechuga (*Lactuca sativa* L.) con aplicación de riego por goteo. <https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/cdb70e84-f340-4495-8537-5009bd347428/content>

Parra, R. (2021). Análisis de la productividad del sector agropecuario en Colombia y su impacto en temas como: encadenamientos productivos, sostenibilidad e internacionalización, en el marco del programa Colombia más competitiva. <https://repositorio.fedesarrollo.org.co/handle/11445/4092>

Pomboza-Tamaquiza, P., Guerrero, D., & Curay, S. (2024). Impactos de la tecnología de riego en los sistemas de producción familiar campesina. *Agroindustrial* <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/agroindscience/article/view/6047/6162>

Ponce, J. (2023). Aplicación informática para el monitoreo del sistema de riego automatizado en cultivos agrícolas de ciclo corto (Tesis de maestría, Universidad Estatal del Sur de Manabí). <https://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/5161>

Quevenco, R. (2015). Pequeñas gotas, gran cosecha: riego por goteo para aumentar el rendimiento de los cultivos y conservar el agua., Vol. 56, N°. 1.

Rivera, A. (2023). EFECTO DE TRES DOSIS DE ÁCIDOS HÚMICOS BAJO CONDICIONES DE RIEGO POR GOTEO EN EL CULTIVO DE LA LECHUGA (*Lactuca sativa*).

https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/RIVERA%20PILATAXI%20ANDREA%20JULISSA.pdf?utm_source=

Salcedo, L., & Arragan, F. (2024). Eficiencia del método de riego localizado en la conservación de humedad del suelo para la producción de espinaca morada (*Atriplex hortensis* L.) frente a la escases hídrica. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 11(2). http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2409-16182024000200080&script=sci_arttext

Singh, R., Kumar, A., & Sharma, P. (2020). Growth, yield and water use efficiency of coriander (*Coriandrum sativum* L.) affected by irrigation levels and fertigation. *International Journal of Plant Production*, 14(4), 347–358.
https://www.researchgate.net/publication/347434399_Growth_yield_water_use_efficiency_of_coriander_Coriandrum_sativum_affected_by_irrigation_levels_and_fertigation

Tapia, S., Román, D., Guilcapi, E., González, K., & Granja, D. (2023). Factibilidad de adopción de sistemas de riego localizado en comunidades rurales del Ecuador. *Dominio De Las Ciencias*. Recuperado a partir de <https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/3254>

UN-Water. (2021). Analytical brief: Water-use efficiency. United Nations.
https://www.unwater.org/sites/default/files/app/uploads/2021/10/UN-Water-analytical-brief-Water-use-efficiency_October2021.pdf?

Vallejo, . (2019). Evaluación agronómica del cultivo de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) bajo diferentes frecuencias de riego por goteo en el Cantón Yaguachi, Provincia del Guayas [Tesis de licenciatura, Universidad Agraria del Ecuador]. CIA-UAE.
<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/VALLEJO%20AGUILAR%20JOHN%20ANDRE.pdf>

Vera, I. (2024). Respuesta del cultivo de naranja (*Citrus sinensis*) a tres laminas y tres frecuencias de riego en fase de desarrollo, Unesum.
<https://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/6805>

Villalba, F. (2024). Crecimiento de cultivares de acelga (*Beta vulgaris* var. cicla) bajo diferentes dosis de fertilización orgánica.
<https://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/35125/1/cultivaresacelgafertilizacionorganica.pdf>

Viteri, S. (2022). Sistemas de riego localizados de alta frecuencia en el cultivo de ají (*Capsicum annuum*) en el litoral ecuatoriano. Babahoyo. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/13164>

Xu, X., Li, Y., Du, L., Li, C., Zhang, H., Jia, B., & Sun, Y. (2024). Drip irrigation under film mulch used on flat-bed increased vegetable yield by altering soil microbe community structure and soil nitrogen. *Irrigation Science*, <https://link.springer.com/article/10.1007/s00271-023-00910-6>

Yang, P., Wu, L., Cheng, M., Fan, J., Li, S., Wang, H., & Qian, L. (2023). Review on Drip Irrigation: Impact on Crop Yield, Quality, and Water Productivity in China. *Water*, <https://doi.org/10.3390/w15091733>

Zambrano, Á., & García, F. (2012). Diseño e implementación de un sistema de riego por goteo para el cultivo del pepino en el área convencional espam. [tesis de grado]. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López Espam - Mfl. <https://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/23>

Zambrano, J., Cartagena, Y., Sangoquiza, C., Pincay, A., Parra, A., Maiguashca, J., ... & Park, C. H. (2024). Exploring Plastic Mulching as a Strategy for Mitigating Drought Stress and Boosting Maize Yield in the Ecuadorian Andes.