



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**



**ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA, PESCA Y**  
**VETERINARIA**

**CARRERA DE AGRONOMÍA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Componente práctico del Examen de carácter Complexivo,  
presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito  
previo para obtener el título de:

**INGENIERA AGRÓNOMA**

**TEMA:**

Riego localizado: Innovaciones en agroecosistemas de caña de  
azúcar (*Saccharum officinarum*) en el Ecuador.

**AUTORA:**

Elvia Yaritza Sojos Castro

**TUTOR:**

Ing. Agr. Oscar Guido Caicedo Camposano, Ph.D.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2024

## RESUMEN

El riego localizado en el agroecosistema cañero ecuatoriano ha experimentado notables avances debido a la necesidad de mejorar la eficiencia en el uso del agua y reducir el impacto ambiental de la producción de este cultivo. La caña de azúcar es un cultivo que demanda una gran cantidad de agua, y el riego localizado se ha destacado como una solución para optimizar el uso de este recurso. Innovaciones en los sistemas de riego localizado, como el goteo y la microaspersión, han permitido distribuir con precisión el agua en el suelo, minimizando las pérdidas por evaporación y escorrentía. Estos avances tecnológicos no solo mejoran la eficiencia hídrica, sino que también contribuyen a aumentar la productividad de los cultivos al proporcionar la cantidad adecuada de agua en el momento oportuno. La introducción de sistemas de riego locales adaptados a las condiciones ecuatorianas ha ayudado a abordar los desafíos climáticos y las presiones sobre los recursos hídricos, lo que conlleva beneficios para la sostenibilidad económica y ambiental de la producción de caña de azúcar. Como resultado, se observa una mayor productividad por unidad de agua utilizada, lo que beneficia tanto a los productores como al medio ambiente, promoviendo un enfoque más sostenible en la agricultura cañera ecuatoriana. Este desarrollo tecnológico en el riego localizado refleja un compromiso continuo con la innovación en el sector agrícola, buscando optimizar los recursos disponibles y reducir los impactos negativos sobre el entorno. Con estas mejoras, se fortalece la resiliencia del sistema agrícola frente a los desafíos climáticos y se promueve una gestión más eficiente y responsable de los recursos naturales en la producción de caña de azúcar.

**PALABRAS CLAVES:** Riego localizado, Agroecosistemas, Caña de azúcar, Innovaciones, Productividad.

## **SUMMARY**

Localized irrigation in the Ecuadorian sugarcane agroecosystem has experienced notable advances due to the need to improve efficiency in water use and reduce the environmental impact of the production of this crop. Sugarcane is a crop that demands a large amount of water, and localized irrigation has been highlighted as a solution to optimize the use of this resource. Innovations in localized irrigation systems, such as drip and microspray, have allowed water to be precisely distributed in the soil, minimizing losses due to evaporation and runoff. These technological advancements not only improve water efficiency but also contribute to increasing crop productivity by providing the right amount of water at the right time. The introduction of local irrigation systems adapted to Ecuadorian conditions has helped address climate challenges and pressures on water resources, leading to benefits for the economic and environmental sustainability of sugarcane production. As a result, greater productivity is observed per unit of water used, which benefits both producers and the environment, promoting a more sustainable approach in Ecuadorian sugarcane agriculture. This technological development in localized irrigation reflects a continuous commitment to innovation in the agricultural sector, seeking to optimize available resources and reduce negative impacts on the environment. With these improvements, the resilience of the agricultural system in the face of climate challenges is strengthened and more efficient and responsible management of natural resources in sugarcane production is promoted.

**KEYWORDS:** Localized irrigation, Agroecosystems, Sugarcane, Innovations, Productivity.

## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	I
SUMMARY .....	II
TABLA DE CONTENIDO .....	III
1. CONCEPTUALIZACIÓN .....	1
1.1 Introducción.....	1
1.2. Planteamiento del problema.....	2
1.3. Justificación .....	2
1.4. Objetivos.....	3
1.4.1 Objetivo general.....	3
1.4.2 Objetivos específicos.....	3
1.5. TIPO DE INVESTIGACIÓN – LÍNEA DE INVESTIGACIÓN .....	3
Línea de investigación de la Universidad Técnica de Babahoyo.....	3
2. DESARROLLO .....	4
2.1 Marco Conceptual.....	4
2.1.1. Riego localizado. ....	5
2.1.1 Origen del riego localizado. ....	5
2.1.1 Evolución histórica del riego.....	6
2.1.2 Importancia del Riego Localizado en Agroecosistemas de Caña de Azúcar.....	6
2.1.2 Descripción de los agroecosistemas de caña de azúcar en Ecuador. 6	
2.1.2 Ventajas del riego localizado en comparación con otros métodos de riego para la caña de azúcar. ....	7
2.1.2 Importancia de riego localizado en agrosistemas de caña de azúcar en Ecuador.....	8
2.1.3 Innovaciones en el Riego Localizado para Caña de Azúcar .....	8

2.1.3 Descripción de sistemas modernos y métodos innovadores de riego localizado utilizados en agroecosistemas de caña de azúcar. ....	10
2.1.3 Evolución del riego localizado .....	11
2.1.3 Estudios y casos prácticos que demuestren la eficacia y beneficios específicos de estas innovaciones en caña de azúcar en Ecuador .....	13
2.1.4. Aspectos Ambientales y Sostenibilidad.....	14
2.1.4 Impacto .....	14
2.1.4 Sostenibilidad económica y social asociada al uso del riego localizado en la producción de caña de azúcar. ....	14
2.1.5 Marco Legal y Políticas Públicas.....	15
2.1.5 Políticas públicas relacionadas con la promoción y regulación del riego localizado en Ecuador. ....	16
2.2 Marco Metodológico .....	18
2.3 Resultados.....	19
2.4 Discusión de los resultados .....	20
3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	21
3.1. Conclusiones .....	21
3.2 Recomendaciones .....	22
4. REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍAS Y ANEXOS.....	23
4.1 Referencia Bibliográficas.....	23
4.2 Anexos .....	26

# 1. CONCEPTUALIZACIÓN

## 1.1 Introducción

El riego local ha surgido como una innovación importante en el agroecosistema ecuatoriano de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), transformando la forma en que se gestiona el suministro de agua para este importante cultivo. Esta tecnología de riego eficiente y precisa permite la inyección controlada de agua directamente en la zona de las raíces de la planta para maximizar la absorción y minimizar el desperdicio. Esta innovación es particularmente importante para la caña de azúcar, que requiere importantes cantidades de agua para su óptimo desarrollo. El riego local ha hecho posible la gestión sostenible y eficiente de los recursos hídricos, aumentando así la productividad y la calidad de los cultivos. (Íñiguez 2018)

La implementación del riego localizado en el agroecosistema cañero del Ecuador tiene como objetivo solucionar los problemas de escasez de agua y dar respuesta a la creciente demanda de este recurso en el sector agrícola. Estas innovaciones han permitido a los productores optimizar el uso del agua, reducir la dependencia de fuentes externas y minimizar el impacto ambiental de los métodos de riego tradicionales. Además, el riego local ayudó a conservar el suelo al prevenir la erosión y la lixiviación, manteniendo así la fertilidad del suelo y promoviendo prácticas agrícolas sostenibles.

El uso de riego localizado en agroecosistemas de caña de azúcar ha traído importantes beneficios económicos a los agricultores ecuatorianos al aumentar la eficiencia de los recursos y reducir los costos asociados con el riego convencional. Esto ha traído mayor estabilidad y rentabilidad a la producción nacional de caña de azúcar, fortaleciendo la resiliencia de los productores a las fluctuaciones climáticas y las presiones económicas. En conclusión, el riego local ha sido un pilar clave para la regeneración y sostenibilidad del agroecosistema cañero ecuatoriano.

## **1.2. Planteamiento del problema**

La problemática del riego localizado en agroecosistemas de caña de azúcar en Ecuador se centra en la escasez de agua y la necesidad de optimizar su uso en el cultivo de caña de azúcar. La demanda creciente de agua en el sector agrícola requiere estrategias efectivas para maximizar la eficiencia hídrica y reducir el desperdicio, lo que representa un desafío significativo para los productores de caña de azúcar.

Además, la adopción generalizada de las innovaciones en el riego localizado es crucial para garantizar su impacto positivo en la sostenibilidad y rentabilidad del cultivo. La falta de acceso a tecnologías avanzadas y la resistencia al cambio por parte de algunos agricultores pueden obstaculizar la implementación efectiva de estas prácticas innovadoras, lo que resalta la importancia de promover la capacitación y el apoyo técnico para su adopción a gran escala.

## **1.3. Justificación**

La implementación de innovaciones en el riego localizado contribuye a la sostenibilidad ambiental al reducir el desperdicio de agua y minimizar el impacto negativo en los ecosistemas circundantes. Además, estas prácticas innovadoras tienen el potencial de fortalecer la adaptabilidad de los agricultores frente a las condiciones climáticas cambiantes, garantizando así la seguridad alimentaria y la rentabilidad a largo plazo del cultivo de caña de azúcar en el país.

La adopción de estas prácticas innovadoras en el riego localizado promueve la modernización y el avance tecnológico en el sector agrícola, brindando oportunidades para mejorar la rentabilidad de los productores y fomentar el desarrollo económico sostenible, resaltando la importancia estratégica de enfocarse en el riego localizado como una solución efectiva para abordar los desafíos actuales y futuros asociados con el cultivo de caña de azúcar en Ecuador.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general**

- Describir el riego localizado de acuerdo a las innovaciones en los agroecosistemas de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en el Ecuador.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Detallar la importancia del riego localizado en agroecosistemas de caña de azúcar.
- Establecer las innovaciones en el riego localizado para caña de azúcar.

## **1.5. TIPO DE INVESTIGACIÓN – LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

### **Línea de investigación de la Universidad Técnica de Babahoyo**

#### **Dominio**

1. Recursos agropecuarios, ambiente, biodiversidad y biotecnología.

#### **Líneas de investigación de FACIAG**

2. Desarrollo agropecuario, agroindustrial sostenible y sustentable

#### **Carrera de agronomía**

3. Agricultura sostenible y sustentable

## 2. DESARROLLO

### 2.1 Marco Conceptual

#### Innovación: difusión de las innovaciones

El concepto de innovación de Everett Rogers se centra en la difusión de nuevas ideas, productos o prácticas dentro de una sociedad. Rogers propuso que la adopción de una innovación sigue un proceso secuencial que abarca cinco etapas: conocimiento, persuasión, decisión, implementación y confirmación. Según su teoría, los individuos dentro de una comunidad pasan por estos distintos pasos antes de adoptar por completo una innovación, y la velocidad y el alcance de esta adopción están influenciados por diversas variables, como la comunicación interpersonal, las características de la innovación y las características individuales.

El concepto con el que se define tradicionalmente las innovaciones es Una idea, práctica u objeto que es percibido como nuevo para un individuo, grupo u organización. La innovación presenta nuevas formas de resolver problemas. No sólo involucra nuevo conocimiento, sino también persuasión y decisión para adoptarla (Montoya 2018).

Proporciona una definición concisa y clara de la importancia de integrar con éxito nuevas ideas o productos en los procesos económicos y sociales, abarcando aspectos tecnológicos, económicos y sociales. Este enfoque integral es la base para comprender el impacto total de la innovación en la sociedad y la economía. Afirman que una innovación es algo nuevo que se introduce con éxito en un proceso económico o social. "No se trata sólo de probar algo nuevo, sino de integrar con éxito una nueva idea o producto en un proceso que incluye componentes tecnológicos, económicos y sociales (Cobos 2016).

En la industria de la caña de azúcar, los procesos de riego locales innovadores también han desempeñado un papel importante en la mejora de la eficiencia en el uso del agua y el aumento de la productividad. En este contexto, los innovadores pueden convertirse en investigadores y desarrolladores de nuevas tecnologías de riego localizadas y adaptadas específicamente a las necesidades de la caña de azúcar. Los primeros en

adoptarlo pueden ser agricultores que quieran probar un nuevo método de riego después de que haya demostrado ser eficaz para otros cultivos. Muchos de los primeros fueron productores que adoptaron prácticas de riego locales después de ver cómo otros triunfaban con sus plantaciones de caña de azúcar. Los rezagados pueden ser productores que tardan en reconocer los beneficios del riego local, mientras que los rezagados pueden ser aquellos que se resisten al cambio y prefieren seguir utilizando métodos de riego tradicionales a pesar de la evidencia de la eficacia del riego local (Sánchez 2018).

### **2.1.1. Riego localizado.**

Indican que el riego local consiste en llevar agua a la superficie o subterráneamente mediante tuberías a presión y diversos tipos de emisores, de modo que solo una parte del suelo quede mojada y ubicada cerca de las plantas. Estos autores también demuestran que el agua aplicada por cada emisor moja un volumen de suelo conocido como bulbo húmedo (Delgado 2021).

La agricultura de regadío está adquiriendo cada vez más importancia ante los desafíos actuales del cambio climático y el crecimiento demográfico. Esto no sólo garantiza la estabilidad de la producción, sino que también permite una productividad potencialmente alta y la capacidad de cosechar varias veces al año. Sin embargo, a medida que este recurso se vuelve cada vez más escaso, la gestión sostenible del agua es esencial. La agricultura de regadío, si se gestiona adecuadamente, puede convertirse en la clave para la seguridad alimentaria mundial frente a la inestabilidad climática y las presiones demográficas, destacando la necesidad de innovación y prácticas sostenibles en su implementación (Vilche Y Macías 2009).

### **2.1.1 Origen del riego localizado.**

El riego localizado se desarrolló inicialmente como riego subterráneo. En Alemania comenzaron las pruebas utilizando tuberías de tierra para riego y drenaje. Sin embargo, podemos rastrear los orígenes del riego local tal como lo conocemos hoy en Inglaterra en la década de 1940. La primera

aplicación no experimental se llevó a cabo en una zona desértica (Sanchis Y García 2016).

### **2.1.1 Evolución histórica del riego.**

De los muchos métodos utilizados en la producción de alimentos, ninguno es más antiguo o más importante que el riego. De hecho, los hallazgos históricos y arqueológicos muestran que el riego jugó un papel importante en el desarrollo de las civilizaciones antiguas. Es sorprendente que, a pesar de los tremendos avances de la civilización en los últimos miles de años, las prácticas de irrigación hayan permanecido prácticamente estancadas. Normalmente, menos del 50% del agua liberada por los métodos de transferencia y riego superficial llega a las plantas. La eficiencia oscila entre el 34% y el 70%, con un promedio del 47% para proyectos bien analizados, diseñados y ejecutados. La eficiencia del riego oscila entre el 20% y el 30% en los países subdesarrollados del mundo (Tobar Y Moran 2022).

### **2.1.2 Importancia del Riego Localizado en Agroecosistemas de Caña de Azúcar.**

La caña de azúcar tiene altos requerimientos de humedad, un aspecto asociado con una larga duración del ciclo y un aspecto importante de la alta cobertura del cultivo (temporada alta de crecimiento). Muchos estudios han demostrado que las fluctuaciones en la disponibilidad de agua durante el ciclo del cultivo limitan el logro de altos rendimientos, destacando la importancia del riego frecuente (Figuerola Y Romero 2015).

### **2.1.2 Descripción de los agroecosistemas de caña de azúcar en Ecuador.**

El agroecosistema de caña de azúcar de Ecuador es una parte importante de la economía agrícola del país. La caña de azúcar se cultiva principalmente en zonas costeras y tropicales, donde el clima cálido y húmedo proporciona condiciones óptimas para su crecimiento. El agroecosistema de caña de azúcar del Ecuador es generalmente extenso y está influenciado por prácticas agrícolas tradicionales y técnicas de cultivo modernas (Sotomayor 2017).

Estos agroecosistemas utilizan métodos de cultivo sostenibles con el objetivo de reducir el impacto negativo sobre el medio ambiente y promover la biodiversidad. Además, en Ecuador tanto los pequeños agricultores como las grandes empresas agrícolas cultivan caña de azúcar, contribuyendo a la diversidad de patrones de producción en este ecosistema agrícola. La caña de azúcar es un cultivo importante para la producción de azúcar y otros subproductos y también juega un papel importante en la economía local y nacional. El manejo del suelo y del agua son muy importantes en el ecosistema agrícola de la caña de azúcar. En resumen, el agroecosistema cañero del Ecuador representa una combinación única de tradición, tecnología y sostenibilidad ambiental en el contexto agrícola del país (Martínez et al. 2012).

### **2.1.2 Ventajas del riego localizado en comparación con otros métodos de riego para la caña de azúcar.**

Lucas Y Alarcón 2018 menciona que las principales ventajas de los riegos localizados, concepto que, aunque distinto suele venir asociado al de fertirrigación, se resumen a continuación:

- Al reducirse la superficie de suelo húmedo, se reducen las pérdidas por evaporación.

- Facilita el tránsito, tanto de maquinaria como de operarios al permanecer gran parte del suelo seco.

- Posibilidad de empleo de aguas y suelos de baja calidad agronómica (aguas y suelos salinos, suelos excesivamente permeables, suelos con excesiva pendiente, etc.) (Lucas Y Alarcón 2018).

- Posibilidad de aplicación de otros productos de fumigación utilizando la infraestructura, como correctores, desinfectantes del suelo, herbicidas, nematicidas, fungicidas, etc.

- Fácil automatización y programación del sistema en niveles variables.

- Mejor planificación y operatividad de la plantación: Se eliminan las limitaciones parcelarias debidas al riego. Se evitan nivelaciones del terreno

y se posibilita el cultivo de regadío en terrenos con orografía dificultosa. Existe una más efectiva mecanización y otras labores culturales. Las malas hierbas ofrecen un más fácil tratamiento al mostrarse en zonas concretas. Existe la posibilidad de riego en cultivos acolchados o con microtúneles (Lucas Y Alarcón 2018).

- Incremento del rendimiento del cultivo: Aumenta la producción, mejoran parámetros de la calidad de los frutos (uniformidad de calibres y color, potenciación de sabores, mayor duración en el mercado, etc.) y la precocidad de las cosechas. (Lucas & Alarcón 2018)

### **2.1.2 Importancia de riego localizado en agrosistemas de caña de azúcar en Ecuador**

La caña de azúcar representa un cultivo estratégico para Ecuador, dada su importancia económica y su contribución a la seguridad alimentaria y energética del país. El sector azucarero ecuatoriano desempeña un papel fundamental en la generación de empleo y riqueza, especialmente en las áreas rurales donde se cultiva (Paucar Y Robailino 2014).

Además de ser utilizada para la producción de azúcar, la caña de azúcar es una materia prima vital para la fabricación de etanol, un biocombustible renovable que ayuda a reducir la dependencia de los combustibles fósiles. Por lo tanto, cualquier avance que mejore la productividad y sostenibilidad de este cultivo no solo beneficiará a los agricultores, sino que también tendrá un impacto positivo en la economía nacional y en la búsqueda de fuentes de energía más sostenibles (Rodríguez 2015).

### **2.1.3 Innovaciones en el Riego Localizado para Caña de Azúcar**

El cultivo de la caña de azúcar exige una gestión hídrica meticulosa, siendo los sistemas de riego de precisión una herramienta crucial para su optimización. La implementación de riego por goteo, caracterizado por su precisión y eficiencia, permite suministrar agua directamente a la zona radicular, reduciendo la evaporación y el desperdicio. Esto es especialmente relevante en regiones con limitaciones hídricas o suelos de rápida percolación (Montoya 2018).

El riego localizado en el cultivo de caña de azúcar implica la utilización de tecnologías específicas diseñadas para distribuir el agua de manera precisa y eficiente. Dos sistemas comunes son el riego por goteo y el riego subterráneo. El primero utiliza tuberías con pequeños orificios que liberan agua directamente en la zona de las raíces, minimizando las pérdidas por evaporación y garantizando una distribución uniforme. En contraste, el segundo emplea tuberías enterradas para liberar agua directamente en el suelo, reduciendo la evaporación y protegiendo el recurso hídrico (Docel Y Cubillos 2016).

En términos de avances tecnológicos, se ha observado una mayor adopción de sistemas de riego localizado inteligentes, que integran sensores y dispositivos de monitoreo para medir la humedad del suelo, la temperatura y otros parámetros. Estos sistemas permiten una gestión más precisa del riego al ajustar automáticamente la cantidad de agua suministrada según las necesidades específicas de la caña de azúcar en diferentes etapas de crecimiento. Además, el uso de tecnologías de teledetección y sistemas de información geográfica ha facilitado la identificación de zonas con requerimientos hídricos particulares dentro del campo, permitiendo una aplicación más eficiente del riego localizado. (Chacón & Andrés 2022)

Ruíz 2014 alega que, en los últimos años se han observado avances significativos en tecnologías de riego localizado para cultivos como la caña de azúcar, transformando la forma en que se gestiona el riego permitiendo una mayor eficiencia, sostenibilidad y rentabilidad para los productores. Algunas de estas innovaciones incluyen:

- Sensores de humedad del suelo: Estos dispositivos permiten monitorear en tiempo real la humedad del suelo, lo que ayuda a optimizar el riego y evitar el exceso de agua.

- Sistemas de riego por goteo inteligente: Incorporan la automatización y programación para ajustar la cantidad de agua según las necesidades específicas de la caña de azúcar en diferentes etapas de crecimiento (Ruíz 2014).

-Uso de drones y teledetección: La tecnología de drones equipados con cámaras infrarrojas y sistemas de teledetección ayuda a identificar áreas con estrés hídrico en el cultivo, permitiendo una respuesta rápida y precisa en la aplicación del riego.

-Controladores basados en la nube: Permiten a los agricultores monitorear y controlar los sistemas de riego localizado desde cualquier lugar a través de dispositivos móviles, facilitando la gestión eficiente del agua.

-Sistemas de fertirrigación: La integración de sistemas de riego localizado con la aplicación de fertilizantes permite una administración precisa de los nutrientes, lo que contribuye a un uso más eficiente de los recursos y a un mejor rendimiento del cultivo (Ruíz 2014).

-Sensores de temperatura y evapotranspiración: Estos sensores ayudan a calcular las necesidades hídricas del cultivo en función de la temperatura, la humedad y otros factores ambientales, lo que permite ajustar el riego de manera más precisa.

-Tecnologías de manejo del agua residual: Algunos avances se centran en el tratamiento y reutilización del agua residual para el riego, lo que puede contribuir a la sostenibilidad ambiental y al ahorro de recursos hídricos.

-Modelos predictivos y análisis de datos: El uso de modelos predictivos basados en datos históricos y en tiempo real ayuda a tomar decisiones informadas sobre el manejo del riego, lo que puede optimizar el uso del agua y reducir costos.

### **2.1.3 Descripción de sistemas modernos y métodos innovadores de riego localizado utilizados en agroecosistemas de caña de azúcar.**

En los sistemas agrícolas donde se cultiva caña de azúcar, se han introducido sistemas modernos de riego localizado con el objetivo de mejorar la eficiencia en el uso del agua. Una de estas innovaciones es el riego localizado con energía solar, que utiliza paneles solares para alimentar las bombas de agua, brindando mayor autonomía y sostenibilidad al sistema. Esta tecnología resulta particularmente ventajosa en regiones con alta

radiación solar, como es común en áreas de cultivo de caña de azúcar. Además, se ha visto un interés creciente en la integración de sensores y sistemas de monitoreo para la gestión del riego (Herrera Y Páez 2023).

Estos sistemas emplean tecnología para recopilar datos en tiempo real sobre la humedad del suelo y otros parámetros, lo que permite tomar decisiones más precisas y programar el riego de manera automatizada. Al combinar estos avances tecnológicos con métodos como el riego deficitario controlado, se logra ajustar la cantidad de agua suministrada a las necesidades específicas de la caña de azúcar en diferentes etapas de crecimiento, maximizando así la eficiencia hídrica y los rendimientos. Además del riego localizado, se están utilizando otras tecnologías innovadoras en los agroecosistemas de caña de azúcar, como la fertirrigación, que permite la aplicación conjunta de agua y fertilizantes a través del sistema de riego (Cowo 2022).

En cuanto a métodos innovadores, se está investigando el uso de técnicas como el riego intermitente, que implica alternar periodos de riego con periodos de reposo para mejorar el desarrollo radicular y la eficiencia en el uso del agua. Además, el concepto de "agricultura de precisión" está siendo aplicado, integrando datos detallados sobre suelo, clima y cultivo para personalizar las estrategias de riego, lo que conlleva a una gestión más eficiente y sostenible del agua (CEPAL 2020).

### **2.1.3 Evolución del riego localizado**

El riego localizado ha experimentado una notable evolución a lo largo de su historia, transformándose en una técnica eficiente y sostenible para la irrigación de cultivos. Inicialmente, los sistemas de riego localizado surgieron como una respuesta a la necesidad de conservar agua y optimizar su uso en la agricultura. A medida que esta técnica se fue popularizando, se desarrollaron accesorios clave para mejorar su eficiencia, como los emisores de riego y los sistemas de control automatizado (Solorzano 2015).

En sus inicios, los sistemas de riego localizado utilizaban emisores simples, como goteros o microaspersiones, que distribuían el agua de manera más precisa cerca de las raíces de las plantas. Con el tiempo, se

incorporaron avances tecnológicos que permitieron la creación de emisores más sofisticados y eficientes, como los emisores auto compensantes que aseguran una distribución uniforme del agua a lo largo de todo el sistema. La evolución del riego localizado también ha estado marcada por el desarrollo de accesorios y componentes complementarios, como los sistemas de filtrado avanzados que garantizan la calidad del agua utilizada en el riego y reducen el riesgo de obstrucciones en los emisores (Espinosa 2022).

Otro avance significativo en la evolución del riego localizado ha sido la integración de tecnologías digitales y conectividad, lo que ha dado lugar a sistemas de riego inteligentes que pueden ser monitoreados y controlados a distancia a través de dispositivos móviles o plataformas en línea. Esta capacidad para gestionar el riego de forma remota ha mejorado significativamente la eficiencia operativa y el uso sostenible del agua en la agricultura (Tobar Y Jiménez 2020).

### **2.1.3 Evolución del riego localizado utilizado en agroecosistemas de caña de azúcar.**

El riego localizado en agroecosistemas de caña de azúcar ha experimentado una evolución significativa para adaptarse a las necesidades específicas de este cultivo. En sus inicios, el riego localizado en caña de azúcar se basaba principalmente en sistemas de goteo superficial o por aspersión, que permitían una aplicación más precisa del agua en comparación con métodos de riego convencionales. Sin embargo, estos sistemas presentaban limitaciones en cuanto a la eficiencia en la aplicación del agua y la minimización de pérdidas por evaporación (Gallardos Y Ortega 2016).

Con el objetivo de mejorar la eficiencia hídrica y reducir las pérdidas, se desarrollaron sistemas de riego localizado subterráneo para caña de azúcar. Este tipo de sistema consiste en la instalación de tuberías enterradas a una profundidad específica, desde las cuales el agua es aplicada directamente a la zona radicular de las plantas. El riego localizado subterráneo ha demostrado ser especialmente efectivo en cultivos como la

caña de azúcar, ya que minimiza la evaporación del agua y reduce el riesgo de pérdidas por escorrentía (Cantalejo 2023).

Además, la evolución del riego localizado en agroecosistemas de caña de azúcar ha incluido avances en la tecnología de emisores y accesorios utilizados en estos sistemas. Se han desarrollado emisores específicos para caña de azúcar que garantizan una distribución uniforme del agua a lo largo de las hileras de cultivo, optimizando así el uso del recurso hídrico y favoreciendo un crecimiento saludable de las plantas (Gallardos Y Ortega 2016).

Otro aspecto importante en la evolución del riego localizado en caña de azúcar ha sido la integración de sistemas de monitoreo y control automatizado, que permiten ajustar la cantidad y frecuencia del riego en función de las necesidades hídricas específicas del cultivo. Estos avances tecnológicos han contribuido a mejorar la eficiencia en el uso del agua, reducir los costos operativos y minimizar el impacto ambiental asociado al riego agrícola. La evolución del riego localizado en agroecosistemas de caña de azúcar ha estado marcada por el desarrollo de sistemas subterráneos, tecnología avanzada en emisores y accesorios, así como la implementación de sistemas inteligentes de monitoreo y control (Martínez 2012).

### **2.1.3 Estudios y casos prácticos que demuestren la eficacia y beneficios específicos de estas innovaciones en caña en azúcar en Ecuador**

Un reciente informe destaca cómo el sector de la caña de azúcar está comprometido con la ciencia para abordar su impacto en la huella hídrica y de carbono, lo que podría tener repercusiones importantes en términos de sostenibilidad y conservación del medio ambiente. Con el aumento de la conciencia sobre el cambio climático y la escasez de agua, la aplicación de enfoques científicos en la producción de caña de azúcar se vuelve cada vez más esencial. El énfasis está puesto en la implementación de prácticas agrícolas más eficientes y el desarrollo de tecnologías sostenibles para avanzar hacia una producción más respetuosa con el medio ambiente (Zapata 2020).

Siguiendo esta línea, la empresa azucarera Ledesma ha anunciado su incursión en la fabricación de bioplásticos a partir del año 2024. Esta medida representa una innovación significativa que ofrece beneficios tanto ambientales como económicos. Los bioplásticos, elaborados a partir de materias primas renovables como la caña de azúcar, tienen el potencial de reducir la dependencia de los plásticos tradicionales derivados del petróleo, lo que ayuda a disminuir la contaminación y contribuye a la lucha contra el cambio climático. Además, esta iniciativa podría generar nuevas oportunidades de mercado y diversificación para la empresa, fortaleciendo su posición en el sector y creando empleo en la región (Montoya 2018).

#### **2.1.4. Aspectos Ambientales y Sostenibilidad**

##### **2.1.4 Impacto ambiental del riego localizado en agroecosistemas, incluyendo la conservación del suelo y el agua.**

El riego local de los agroecosistemas tiene un impacto positivo en el medio ambiente de muchas maneras. En primer lugar, el riego del suelo hace que el agua sea más eficiente porque la entrega directamente a las raíces de las plantas, lo que reduce el desperdicio y la evaporación. Esto ayuda a conservar el agua, un recurso natural importante, cuando el agua se utiliza correctamente y de manera controlada, el riego puede ayudar a conservar el suelo al prevenir la erosión por exceso de agua o escorrentía. Esto es especialmente importante para mantener la estructura del suelo y la retención de nutrientes para evitar la pérdida de suelo fértil (Guerra Y Basterrechea 2019).

##### **2.1.4 Sostenibilidad económica y social asociada al uso del riego localizado en la producción de caña de azúcar.**

Desde un punto de vista económico, el riego local se está convirtiendo en una estrategia importante para aumentar la sostenibilidad de la producción de caña de azúcar. Este método proporciona importantes beneficios al aumentar la eficiencia del agua y reducir los costos de riego. La optimización del suministro de agua para los cultivos mejora la productividad de los cultivos, lo que a su vez aumenta la rentabilidad de los agricultores de caña de azúcar (Cárdenas Y Caicedo 2022).

En términos de sostenibilidad social, la introducción del riego local puede proporcionar beneficios adicionales al generar empleos en la implementación y mantenimiento de sistemas de riego más eficientes. Estos aspectos son muy importantes porque contribuyen a fortalecer la economía local y mejorar las condiciones de vida de las comunidades rurales. Al mismo tiempo, aumentar la productividad y la sostenibilidad de los cultivos puede crear oportunidades económicas sostenibles para las comunidades que dependen de la caña de azúcar como fuente de ingresos. Cabe señalar que la sostenibilidad económica y social asociada al uso de riego local en la producción de caña de azúcar está estrechamente relacionada con varios factores, como las condiciones locales, las prácticas agrícolas específicas y el manejo eficiente de los recursos naturales (Iñiguez 2018).

### **2.1.5 Marco Legal y Políticas Públicas**

La implementación del riego localizado en la producción de caña de azúcar puede ofrecer una serie de beneficios adicionales que son fundamentales para promover la sostenibilidad y la resiliencia en la agricultura.

Una ventaja clave del riego localizado es su capacidad para reducir significativamente el consumo de agua en comparación con otros métodos de riego convencionales. Esta reducción en el uso del agua no solo es beneficiosa para la conservación del recurso hídrico, sino que también puede ayudar a mitigar los efectos del estrés hídrico en los cultivos, especialmente en regiones donde la disponibilidad de agua es limitada o donde la caña de azúcar se cultiva en zonas semiáridas o áridas (Rodríguez 2015).

El riego localizado puede jugar un papel importante en la optimización de la gestión de nutrientes en el suelo. Al entregar agua directamente a las raíces de las plantas, este método permite una mejor absorción de nutrientes, lo que puede traducirse en un mejor rendimiento de los cultivos y una mayor calidad de la caña de azúcar producida. Otro beneficio significativo del riego localizado es su capacidad para reducir la proliferación de enfermedades en los cultivos. Al evitar el mojado de las hojas y reducir

la humedad en el suelo, este método puede ayudar a prevenir la propagación de enfermedades fúngicas y bacterianas, lo que a su vez reduce la necesidad de aplicar productos químicos para el control de enfermedades, promoviendo así prácticas agrícolas más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente (Sánchez 2018).

### **2.1.5 Políticas públicas relacionadas con la promoción y regulación del riego localizado en Ecuador.**

Recalt Y Valony 2018 Aporta que, en Ecuador, la promoción y regulación del riego localizado está respaldada por varias políticas públicas y marcos regulatorios para fomentar la adopción del riego y asegurar su uso sostenible. Algunas de las políticas relevantes son:

1: Ley de Recursos Hídricos: Esta ley establece normas específicas para la gestión, conservación, protección y control integrado de los recursos hídricos del Ecuador. En el contexto del riego local, la ley puede incluir regulaciones detalladas sobre el uso eficiente del agua en la agricultura y requisitos técnicos para la implementación de sistemas de riego que minimicen el desperdicio. Además, la ley puede abordar cuestiones como el derecho a utilizar el agua y las responsabilidades de los usuarios en la gestión sostenible del recurso (Recalt Y Valony 2018).

2. Plan Nacional para una Vida Mejor: El Plan Nacional para una Vida Mejor es el marco estratégico de los planes de desarrollo del Ecuador. El plan incluye objetivos y estrategias para la agricultura sostenible y la gestión eficiente del agua. Estos objetivos pueden vincularse a objetivos más amplios de desarrollo sostenible y seguridad alimentaria y tienen implicaciones para promover el riego local como una práctica agrícola sostenible.

3. Programas de incentivos: El gobierno ecuatoriano podrá implementar programas de incentivos económicos o financieros para fomentar la adopción de tecnologías de riego eficientes, incluido el riego comunitario. Estos programas pueden brindar apoyo financiero a los agricultores que quieran implementar sistemas de riego locales para sus

cultivos, lo que puede fomentar la expansión y la adopción generalizada de estas prácticas agrícolas.

4. Reglamentos técnicos: Ecuador cuenta con reglamentos técnicos específicos en cuanto al diseño, instalación y mantenimiento de los sistemas de riego locales. Estas regulaciones establecen estándares y requisitos que los sistemas de riego deben cumplir para garantizar la eficiencia y la sostenibilidad (Recalt Y Valony 2018).

Estas regulaciones también pueden incluir pautas para el uso responsable de pesticidas y fertilizantes en los sistemas de riego locales para minimizar el impacto ambiental. Es muy importante señalar que la implementación efectiva de esta política nacional requiere una estrecha coordinación entre las distintas instituciones nacionales, así como un diálogo permanente con los actores del sector agrícola. El compromiso con la capacitación técnica, el acceso a recursos financieros y el apoyo a la investigación y el desarrollo son aspectos importantes del éxito de la promoción del riego local ( Escobar 2002).

## 2.2 Marco Metodológico

El presente trabajo de investigación, presentado como componente práctico, fue llevado a cabo mediante la recopilación exhaustiva de información. Se realizó una investigación detallada utilizando diversas fuentes, como páginas web de acceso público, artículos científicos, tesis de grado y documentos bibliográficos disponibles en diversas plataformas digitales.

Es importante destacar que todo el material recopilado fue analizado, sintetizado y resumido con el propósito exclusivo de contextualizar la información específica relacionada con este proyecto. El enfoque temático se centra en el " Riego localizado: Innovaciones agroecosistemas de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en el Ecuador", resaltando su importancia y fundamentos generales para el entendimiento académico y social del lector.

## **2.3 Resultados**

El riego localizado en el agroecosistema de caña de azúcar ecuatoriano mejoró la eficiencia del suministro de agua a las raíces de las plantas, redujo el desperdicio y maximizó la absorción. Esta innovación optimiza el uso del agua, reduce los costos y mantiene la fertilidad del suelo, al tiempo que mejora la sostenibilidad, la productividad y la calidad de los cultivos. Como resultado, se ha fortalecido la resiliencia de los agricultores a las condiciones climáticas cambiantes y la producción nacional de caña de azúcar se ha vuelto más rentable.

Los sistemas de riego localizado son muy importantes por su capacidad para optimizar el uso del agua, reducir el desperdicio y maximizar la absorción por las raíces de las plantas. Estos sistemas contribuyen a la sostenibilidad al mantener la fertilidad del suelo, reducir los costos y aumentar la resiliencia de los agricultores a las condiciones climáticas cambiantes. También ayuda a aumentar la rentabilidad de la producción nacional de caña de azúcar.

Una de las innovaciones en el riego localizado para la caña de azúcar es el exitoso ensayo con riego por goteo en la localidad de Overa Pozo, como parte del Proyecto Probicaña. Esta iniciativa ha introducido nuevas tecnologías y diseños de plantación, fertilización y manejo del agua, demostrando avances significativos en la optimización del riego para este cultivo crucial en Ecuador.

## 2.4 Discusión de los resultados

- La eficacia del riego localizado en los agroecosistemas de caña de azúcar en Ecuador al proporcionar agua de manera precisa, la entrega de agua es crucial para optimizar el uso del recurso hídrico, especialmente en un contexto donde la disponibilidad de agua es limitada. Según (Delgado 2021), al mojar solo una parte del suelo cerca de las plantas, se logra un manejo más eficiente y controlado del suministro de agua, lo que contribuye a la sostenibilidad del cultivo. Además, el impacto positivo del riego localizado se traduce en una mayor productividad y calidad del cultivo de caña de azúcar, al tiempo que reduce costos operativos y preserva la fertilidad del suelo.

- La adopción de sistemas de riego localizado inteligentes en los agroecosistemas de caña de azúcar representa un avance tecnológico crucial. Estos sistemas permiten una gestión precisa del agua, adaptándose a las necesidades de las plantas y maximizando la eficiencia hídrica. Concuerta con (Chacón 2022), su capacidad de monitoreo y control automatizado contribuye a optimizar el recurso hídrico, reduciendo el desperdicio y mejorando la absorción por las raíces. Además, promueven la sostenibilidad y la adaptabilidad en la producción de caña de azúcar, fortaleciendo la seguridad alimentaria y el desarrollo económico en Ecuador.

- El uso de técnicas innovadoras como el riego intermitente es un avance prometedor en la investigación agrícola para mejorar el desarrollo radicular y la eficiencia en el uso del agua en los agroecosistemas de caña de azúcar. Esta estrategia busca maximizar la absorción hídrica por las raíces de las plantas, impactando la sostenibilidad y productividad del cultivo. Con cuerda con (CEPAL 2020), el exitoso ensayo con riego por goteo en Overa Pozo, como parte del Proyecto Probicaña, ejemplifica la aplicación exitosa de nuevas tecnologías y diseños de plantación en Ecuador. Este proyecto demuestra avances significativos en la optimización del riego localizado, fortaleciendo la resiliencia y rentabilidad del cultivo. Estos desarrollos innovadores representan un paso adelante en la búsqueda de métodos sostenibles y eficientes para el manejo del agua, promoviendo el desarrollo agrícola y económico en el país.

### **3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **3.1. Conclusiones**

-El riego localizado es una labor que impone innovaciones de manera permanente en los agroecosistemas de caña de azúcar en el Ecuador. A través de la revisión detallada de la importancia del riego localizado, se ha evidenciado su impacto positivo en la productividad, eficiencia hídrica y sostenibilidad de los cultivos de caña de azúcar.

El estudio realizado pone en manifiesto la importancia del riego localizado en los agroecosistemas de caña de azúcar en el Ecuador, esto a través del análisis detallado de sus beneficios en términos de conservación de recursos hídricos, aumento de la eficiencia en la aplicación de agua y mejora en la calidad y rendimiento de los cultivos, se ha confirmado que el riego localizado es una herramienta indispensable para la sostenibilidad y productividad de los agroecosistemas de caña de azúcar.

A través del análisis detallado de las nuevas tecnologías y prácticas relacionadas con el riego localizado, se ha evidenciado su potencial para mejorar la eficiencia en el uso del agua, optimizar la distribución de nutrientes y favorecer un crecimiento más sostenible y productivo de los cultivos de caña de azúcar.

- La implementación exitosa de sistemas inteligentes de riego, como el riego por goteo y el riego intermitente, ha demostrado importantes avances en el ámbito de la optimización y rentabilidad de la producción de caña de azúcar en agroecosistemas. Además, podrían adaptarse para Ecuador proyectos como Probicaña que han introducido nuevas tecnologías y diseños de plantación, fertilización y sobre todo el manejo eficiente del agua de riego.

- La implementación de sistemas de riego localizado, como el riego por goteo y el intermitente, no solo maximizan la absorción de agua por las raíces y mejoran la eficiencia del riego, sino que también reducen el desperdicio de agua y fortalecen la resiliencia de los cultivos ante condiciones climáticas cambiantes.

### **3.2 Recomendaciones**

- Promover la investigación y prácticas innovadoras en el riego localizado para mejorar la productividad, eficiencia del uso del agua de riego y sostenibilidad de los cultivos de caña de azúcar en Ecuador, todo esto mediante la adopción de tecnologías avanzadas de riego localizado o de adaptación de estrategias, así como la colaboración entre instituciones públicas y privadas para transferir conocimientos y tecnologías.

- Fomentar de manera proactiva la implementación y ampliación del riego localizado en los agroecosistemas de caña de azúcar resaltando sus ventajas en la preservación de los recursos hídricos, el incremento en la eficiencia del uso del agua y el mejoramiento de la calidad y rendimiento de los cultivos, esta maniobra se posicionaría como un elemento esencial para asegurar la sostenibilidad y productividad a largo plazo en esta área agrícola.

Con base en los resultados positivos obtenidos en el proyecto Probicaña se puede implementar de manera activa sistemas de riego localizado y estrategias innovadoras que promuevan la optimización e incremento de la producción de caña de azúcar en los agroecosistemas.

- Promover la capacitación de agricultores en la implementación de sistemas de riego localizado, ofreciendo asistencia técnica y recursos educativos estableciendo incentivos financieros y políticas de apoyo para facilitar la adopción inicial y el mantenimiento a largo plazo de estas tecnologías.

## 4. REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍAS Y ANEXOS

### 4.1 Referencia Bibliográficas

- Cantalejo, S. (2023). Desarrollo de la agricultura de precisión. Disponible en <https://oa.upm.es/63131/>
- CEPLAL. (2020). Enfoque NEXO en Centroamérica: nuevas estrategias para promover el desarrollo del riego en áreas rurales. Disponible en <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/3562365d-7cec-4be0-8bc1-2c0a6e078965/content>.
- Chacón, G., & Andrés, F. (2022). Estrategias de búsqueda y análisis de nuevas tecnologías con aplicaciones a la Agricultura de Precisión. Disponible en <https://repository.udca.edu.co/handle/11158/4981>
- Cobos, C. (2016). La Innovación Pendiente.: Reflexiones (y Provocaciones) sobre educación, tecnología y conocimiento. Disponible en [https://www.aprendevirtual.org/centro-documentacion-pdf/La\\_innovacion\\_pendiente.pdf](https://www.aprendevirtual.org/centro-documentacion-pdf/La_innovacion_pendiente.pdf)
- Cowo, E. (2022). Propuesta Para La Transición De Un Sistema Productivo Convencional De Caña De Azúcar A Prácticas Con Enfoque Agroecológico En La Zona Norte (Orange Walk Y Corozal) De Belice. Disponible en <https://n9.cl/p6ut5y>
- Delgado, J. (2021). Estudio De Un Sistema De Riego Automatizado Para Mejorar La Producción Agrícola En La Hacienda “Las Cabeza” Del Cantón Flavio Alfaro. Disponible en [https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/3392/1/PROYECTO%20DE%20TITULACI%C3%93N\\_DARIO%20DELGADO%20BRAVO%20Listo.pdf](https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/3392/1/PROYECTO%20DE%20TITULACI%C3%93N_DARIO%20DELGADO%20BRAVO%20Listo.pdf)
- Docel, J., & Cubillos, J. (2016). Viabilidad Técnica Y Económica Del Diseño De Un Sistema De Extracción De Agua Subterránea Empleando Energía Eólica, Usado En Riego Por Goteo Para Cultivos De Hortalizas. Disponible en <https://repositorio.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/2817/DoncelGonzalez.JhonFreddy2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Escobar, J. (2002). La contaminación de los ríos y sus efectos en las áreas costeras y el mar. Disponible en <https://hdl.handle.net/11362/6411>

- Espinosa, J. (2022). Evolución de la gestión del regadío en España y sus implicaciones ante la escasez del agua. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=312663>
- Figuroa, R., & Romero, R. (2015). EL RIEGO DE LA CAÑA DE AZÚCAR. Disponible en <https://www.eeaoc.gob.ar/wp-content/uploads/2018/11/mdc8.pdf>
- Guato, K. (2019). Análisis De Las Redes De Sensores Inalámbricos En La Agricultura De Precisión En El Ecuador. Disponible en <http://181.198.35.98/Archivos/GUATO%20FERNANDEZ%20KAREN%20ESTA FANI.pdf>
- Guerra, A., & Basterrechea, M. (2019). RECURSOS HÍDRICOS. Disponible en <https://funcagua.org.gt/wp-content/uploads/2020/04/2019.-Recursos-H%C3%ADricos-Guatemala.-Primer-Reporte-Nacional-de-Cambio-Clim%C3%A1tico.-SGCCC.pdf>
- Herrera, F., & Páez, J. (2023). La agricultura de precisión y herramientas TIC de apoyo. Fondo Editorial – Ediciones Universidad Cooperativa de Colombia.
- Iñiguez, A. (2018). Revista Amazónica Ciencia y Tecnología. Disponible en <https://revistas.uea.edu.ec/index.php/racyt/article/view/113>
- Lucas, F.J., & Alarcón A.L. (2018). Riego localizado. Ventajas e inconvenientes. Disponible en [https://www.infoagro.com/documentos/riego\\_localizado\\_\\_ventajas\\_e\\_inconvenientes\\_.asp](https://www.infoagro.com/documentos/riego_localizado__ventajas_e_inconvenientes_.asp)
- Martínez, B., Liven, F., & Rodriguez, B. (2012). Sostenibilidad y desarrollo: el valor agregado de la agricultura orgánica. Disponible en <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/10045>
- Martínez, B. (2012). Sostenibilidad y desarrollo: el valor agregado de la agricultura orgánica. Disponible en <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/10045>
- Montoya, D. (2018). Análisis Costo Beneficio De Riego Por Goteo En Caña De Azúcar En Compañía Chumbagua. Disponible en <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/21553032-21553031-agosto2018-m10-t.pdf>

Montoya, M. (2018). Modelos y estrategias de enseñanzas para ambientes innovadores. Disponible en Modelos y estrategias de enseñanzas para ambientes innovadores - María Soledad Ramírez Montoya - Google Libros

Paucar, R., & Robalino, J. (2016). Modelo Estratégico Para La Industrialización De La Caña De Azúcar En El Ecuador. Disponible en <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/8489>

Recalt, C., & Valony, M. (2018). Hacia la soberanía alimentaria, entre la reorganización institucional y la iniciativa local. Disponible en <file:///C:/Users/59396/Downloads/Dialnet-HaciaLaSoberaniaAlimentariaEntreLaReorganizacionIn-6817017.pdf>

Rodríguez, A. (2015). Estudio De Campo Para Determinar Las Causas Y Efectos De La Baja Rentabilidad Percibida Por Los Productores De Azúcar Del Cantón Milagro. Disponible en <https://repositorio.unemi.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/2532/ESTUDIO%20DE%20CAMPO%20PARA%20DETERMINAR%20LAS%20CAUSAS%20Y.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

## 4.2 Anexos

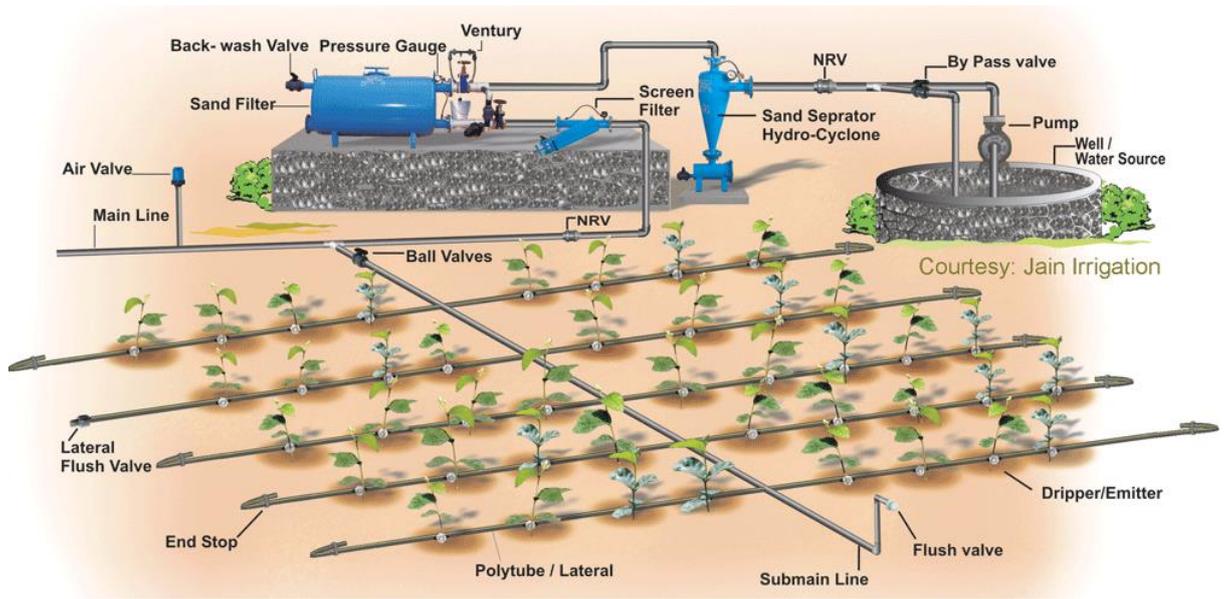


Figura1. Esquema de un Sistema de Riego Localizado: [https://es.wikipedia.org/wiki/Riego\\_por\\_goteo](https://es.wikipedia.org/wiki/Riego_por_goteo)

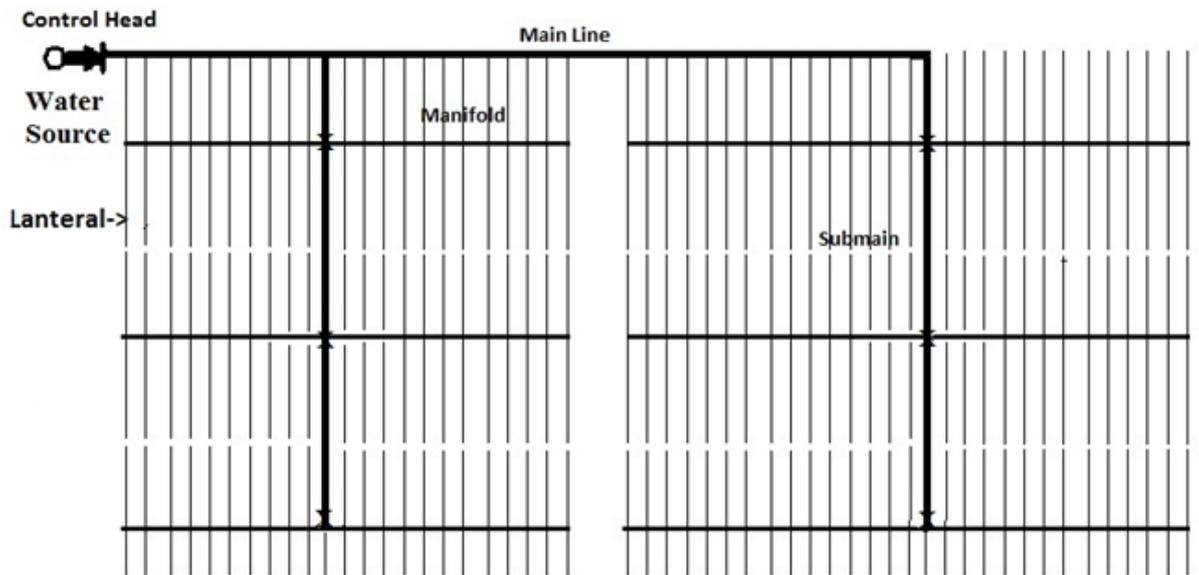


Figura2. Configuración típica de un sistema de riego por goteo: <http://ecoursesonline.iasri.res.in/mod/page/view.php?id=124883>