

NOTAS DE CAMPUS

Escuela de Ciencias Agrarias Pecuarias y del Medio Ambiente



Figura 1. Estudiantes gira pedagógica cultivo de caña – Palmira (Valle del Cauca) Fuente: Autor.

CUERPO DIRECTIVO

JAIME ALBERTO LEAL AFANADOR

Rector

CONSTANZA ABADÍA GARCÍA

Vicerrector Académica y de Investigación

EDGAR GUILLERMO RODRÍGUEZ

Vicerrector de Servicios a Aspirantes, Estudiantes y Egresados

LEONARDO YUNDA PERLAZA

Vicerrector de Medios y Mediaciones Pedagógicas

JULIA ALBA ANGEL OSORIO

Vicerrector de Desarrollo Regional y Proyección Comunitaria

LEONARDO EVEMELETH SANCHEZ TORRES

Vicerrector de Relaciones Internacionales

JORDANO SALAMANCA BASTIDAS

Decano Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente

JUAN SEBASTIÁN CHIRIVÍ SALOMÓN

Líder Nacional de Investigación UNAD

CAROLINA GUTIERREZ CORTES

**Líder Nacional de Investigación Escuela de Ciencias Agrícolas,
Pecuarias y del Medio Ambiente**



EL SISTEMA DE RIEGO POR PIVOTE EN EL CULTIVO DE CLIMA CALIDO CAÑA DE AZUCAR EN EL VALLE DEL CAUCA

Ismael Dussan Huaca

ismael.dussan@unad.edu.co

ORCID <https://orcid.org/0000-0001-9742-9134>

Ficha Bibliográfica Diligencia por Biblioteca

Título: *El sistema de riego por pivote en el cultivo de clima cálido caña de azúcar en el Valle del Cauca*

Autor: Ismael Dussan Huaca

Grupo de Investigación: INYUMACIZO

Escuela de Ciencias Agrícolas Pecuarias y del Medio Ambiente

DOI: 10.22490/notas.8425

©Editorial
Sello Editorial UNAD
Universidad Nacional Abierta y a Distancia
Calle 14 sur No. 14-23
Bogotá D.C

Año 2025.

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons - Atribución – No comercial – Sin Derivar 4.0 internacional. https://co.creativecommons.org/?page_id=13.



TABLA DE CONTENIDO

Tabla de contenido	Página
Resumen	6
Introducción	8
Capítulo 1.	
Sector agroindustrial de la caña en Colombia	11
Generalidades	12
Capítulo 2.	
Necesidades de riego para el cultivo agroindustrial de la caña	17
Oferta hídrica regional	18
Necesidades de Riego	18
Frecuencia de riego para el cultivo de caña de azúcar	19
Métodos y sistemas de riego utilizados	20
Evolución de los métodos y sistemas de riego	21
Evolución del riego para el futuro	22
Capítulo 3.	
El Sistema de Riego por Pivote	23
Antecedentes	24
Origen y evolución del sistema pivote	24
Características del sistema pivote	25
El sistema de riego pivote en el Valle del cauca	27
Beneficios específicos para la caña de azúcar en el Valle del Cauca	28
Capítulo 4.	
Consideraciones finales	29
Cuestionario de evaluación final	32
Lista de figuras	33
Referencias bibliográficas	34

RESUMEN

Contextualización del tema: Este estudio hace parte de la Unidad 1. Factores agroecológicos que afectan los sistemas de producción agrícola, del curso **303021_Cultivos de clima cálido** del programa de Agronomía, en este se analiza la implementación de sistemas de riego por pivote en cultivos de caña de azúcar del Valle del Cauca. En el que se busca evaluar cómo esta tecnología puede aumentar la productividad agrícola, optimizar el uso del agua y reducir costos operativos. Para ello, se revisaron estudios previos, se evaluaron recursos hídricos y se analizaron las necesidades específicas de riego de la caña.

Vacío de investigación: El elevado costo del riego en el cultivo de la caña de azúcar exige soluciones innovadoras para optimizar el uso del agua. Si bien se han implementado medidas para mejorar la eficiencia estas parecen ser insuficientes, ya que los conflictos por el recurso hídrico se han agudizado. La disminución de la disponibilidad de agua para riego entre un 40% y un 70% debido a la degradación de las fuentes y el aumento de la demanda evidencia la necesidad de nuevas estrategias. ¿En qué medida el uso del pivote central como sistema de riego incide sobre el mejoramiento de los parámetros productivos del cultivo de caña en el Valle del Cauca?

Propósito del estudio: Analizar los impactos agroambientales del uso del Pivote central fijo como sistema de riego en el cultivo de la caña de azúcar en la región del Valle del Cauca.

Metodología: El presente estudio se llevó a cabo en localidades productoras de caña de azúcar en el Valle del Cauca, mediante la recolección de información generada por la industria azucarera de la región. La metodología se da bajo un enfoque descriptivo, a través del análisis de casos, y estudios científicos realizados, en ese sentido, se plantea un abordaje que permita realizar un análisis generalizado, permitiendo con las conclusiones mejorar la toma de decisiones de los productores sobre las bondades del sistema de riego analizado.

Resultados y conclusiones: La tecnología de riego por pivote central fijo ofrece múltiples ventajas para los productores de caña de azúcar, tales como una mayor eficiencia en el uso del agua, un incremento en los rendimientos, una mejora en la calidad del producto y una reducción de los costos de producción, lo que se traduce en un mayor beneficio económico y ambiental.

Palabras Clave: caña de azúcar; riego; eficiencia del riego; productividad; balance hídrico.

INTRODUCCION

La caña de azúcar es el motor de la economía en el Valle del Cauca gracias a las condiciones climáticas de la zona. La caña de azúcar no solo genera bienestar en el empleo directo sino en todo el encadenamiento productivo, beneficiando a 1.200.000 familias y generando 188.000 empleos directos (ASOCAÑA, 2022). Según la Asociación Colombiana de Productores de Azúcar, este cultivo tiene un impacto significativo en el empleo y el bienestar de la región.

La industria azucarera del Valle del Cauca es un pilar fundamental de la economía regional, con 13 ingenios que producen tanto azúcar como bioetanol. Esta diversificación productiva no solo genera empleo y riqueza, sino que también promueve la sostenibilidad, al utilizar el bagazo de la caña para generar energía limpia y reducir la dependencia de combustibles fósiles. La región exporta una cantidad significativa de azúcar y contribuye de manera sustancial al PIB agrícola tanto a nivel nacional como regional (ASOCAÑA, 2022).

Dada la escasez de precipitaciones en la región, el riego se ha convertido en una práctica fundamental para el cultivo de la caña de azúcar en el Valle del Cauca. Con aproximadamente 225.000 hectáreas dedicadas a este cultivo, el 95% de ellas dependen de sistemas de riego para garantizar su productividad (Arango, 2020).

El agua para el riego de la caña de azúcar proviene de aguas superficiales y subterráneas. Las aguas superficiales, como las de ríos y quebradas, experimentan fluctuaciones significativas en su caudal durante los períodos secos, lo que obliga a recurrir a fuentes más estables como el agua subterránea (Al-Aizari *et al.*, 2024).

Por lo anterior, el riego es uno de los costos más altos en el cultivo de la caña de azúcar, por ese motivo, el sector se ha preocupado por el uso eficiente y ahorro del agua. Para lo cual, se investigan e implementan métodos como el balance hídrico para la programación de riegos, variedades de caña menos exigentes en necesidades hídricas y tecnologías de riegos más eficientes (Asocaña, 2017).

En conclusión, el agua es fundamental para la sostenibilidad de la economía de la caña en el tiempo, por eso desde hace 20 años varios ingenios del sector iniciaron la creación de asociaciones de usuarios de ríos, con el objetivo de trabajar en la parte alta de la cuenca principalmente en reforestación. Hoy las asociaciones de usuarios de ríos han realizado un gran trabajo con varios participantes fuera del sector, como las comunidades de cada una de las cuencas, ong's internacionales y las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR). Unido a esto se creó desde hace varios años "El fondo de agua para la vida y la sostenibilidad" que involucra a todo el sector y pretende conseguir recursos a gran escala para hacer inversiones en las cuencas a gran escala.



Figura 2. Visita de estudiantes Agronomía-UNAD al ingenio Riopaila – Florida (Valle del Cauca). Fuente: Autor.

"La optimización del uso del agua a través de sistemas de riego eficientes es fundamental para hacer frente a los desafíos planteados por el cambio climático, como la disminución de las precipitaciones y el aumento de la frecuencia de eventos extremos".

El autor, 2024



Figura 3. Inicio procesamiento agroindustrial de la caña – Ingenio Riopaila (Florida-Valle del cauca). Fuente: El autor

Capítulo 1

Sector agroindustrial de la caña en Colombia

Generalidades

El sector cañero colombiano se ha consolidado como un clúster agroindustrial de gran relevancia, concentrándose principalmente en el Valle geográfico del río Cauca; iniciando en el norte del Cauca y terminando en el sur de Risaralda. Según Asocaña (2017), este clúster abarca 50 municipios en cinco departamentos y está compuesto por 14 ingenios azucareros, 6 destilerías de bioetanol, una comercializadora internacional, 4 instituciones de apoyo y más de 50 proveedores especializados. La superficie cultivada con caña de azúcar supera las 238.000 hectáreas, de las cuales el 75% corresponde a pequeños y medianos productores.

Un cultivo de caña consume en promedio entre 15.000-20.000 metros cúbicos de agua por hectárea por año, mucho más alto que otros cultivos como uva (7000-9000 metros cúbicos/ha/año), maíz (6000-12.000 metros cúbicos/ha/año), y tomate (6000-13.000 metros cúbicos/ha/año) (FAO, 2012). El 97% del agua lo utiliza la planta para el transporte de nutrientes desde las raíces hasta las hojas, y el 3% para otros procesos fisiológicos relacionados con transformación de la energía en biomasa.



Figura 4. Representación del aprovechamiento agroindustrial de la caña de azúcar (Imagen generada por IZ COPILOT, 2024).

Fuente: El autor

Las investigaciones de ASOCAÑA (2017), revelan que los cultivos de caña de azúcar en el Valle del Cauca presentan una demanda hídrica significativa, oscilando entre 10.000 y 14.000 m³/ha por ciclo productivo. Esta elevada demanda, combinada con la variabilidad climática y la creciente presión sobre los recursos hídricos, ha generado conflictos por el uso del agua en la región. Así mismo el sector cañicultor trabaja con la Corporación Autónoma del Valle del Cauca - CVC, la Corporación Autónoma Regional del Cauca - CRC, y la Corporación Autónoma Regional (CAR) en la aplicación de las normas sobre el uso y ahorro eficiente del agua, realizando los respectivos planes que propenden por la conservación de acuíferos y de las cuencas de los ríos del área de influencia del sector.



Figura 5. Representación del cultivo de caña de azúcar en el Valle del Cauca (Imagen generada por IZ COPILOT, 2024). Fuente: El autor.

Los conflictos surgidos pueden vincularse a una dinámica de uso de la tierra no sostenible, marcada por la expansión agrícola no planificada, particularmente del cultivo de caña de azúcar. Esta expansión, junto con la creciente demanda hídrica y la disminución de la oferta hídrica superficial, ha generado tensiones socioambientales y conflictos por el acceso a los recursos naturales, agravados por la falta de marcos de gobernanza inclusivos y participativos (Arias, 2019). Sin embargo, vale la

pena aclarar que, la expansión agrícola en los últimos años va acompañada de permisos de la CVC los cuales deben primero realizar estudios para aceptar el cambio del uso del suelo, la disponibilidad del recurso; además en todos los POT (planes de ordenamiento territorial, están delimitadas las zonas urbanas, rurales y agrícolas y según la vocación del campo.

La optimización del uso del agua en el cultivo de la caña de azúcar se ha convertido en una prioridad para el sector, dada su incidencia en los costos de producción y las políticas ambientales y sostenibles que lleva el sector. A través de la implementación de prácticas de riego eficientes, basadas en la programación de riegos, la selección de variedades adecuadas, programas de nivelación de terrenos la adopción de tecnologías de riego precisas, se busca mejorar la rentabilidad de los sistemas productivos y contribuir a la sostenibilidad de los recursos hídricos (Torres *et al.*, 2004).

El sistema de riego por surcos, pese a ser ampliamente utilizado, presenta costos operativos elevados. Un evento de riego puede representar un desembolso de hasta \$250.000 por hectárea, variando según las condiciones agroclimáticas y la frecuencia de riego, que oscila entre 6 y 12 aplicaciones anuales. Estos costos, que pueden representar entre el 30% y el 60% del costo total de producción, se atribuyen principalmente a la infraestructura requerida para la extracción, almacenamiento y distribución del agua, incluyendo pozos profundos, bocatomas, canales abiertos, tuberías y estructuras hidráulicas complementarias (Saavedra *et al*, 2019).

La evolución tecnológica en el sector agrícola ha permitido desarrollar sistemas de riego cada vez más eficientes y adaptados a las características de cada región. La selección de estos sistemas se

fundamenta en criterios como la eficiencia de aplicación del agua, la calidad del agua de riego, el control administrativo del riego y la rentabilidad económica. La diversidad de fuentes hídricas, que incluyen desde cuerpos de agua superficiales hasta aguas subterráneas y residuales tratadas, ha ampliado las opciones para la gestión eficiente del recurso hídrico (Asocaña, 2017).

La degradación de las cuencas hidrográficas y la creciente demanda hídrica en diversos sectores han generado una disminución alarmante de los recursos hídricos destinados al riego, estimada entre un 40% y un 70% en los últimos años. Esta situación ha generado una crisis en el sector agrícola, poniendo en riesgo la seguridad alimentaria y la sostenibilidad de los sistemas productivos (Palacios et al, 2018).

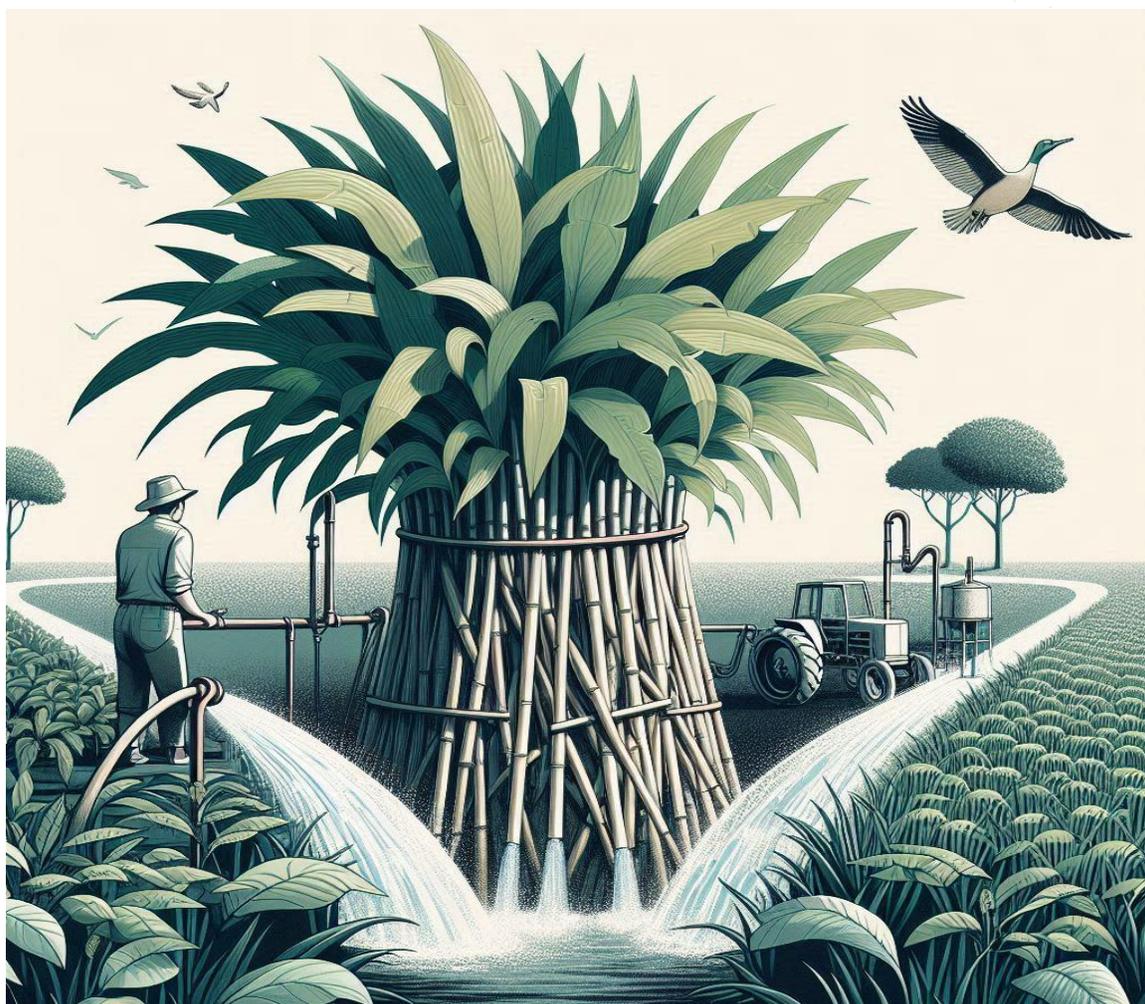


Figura 6. Distribución del agua en el cultivo de caña (Imagen generada por IZ COPILOT, 2024). Fuente: el autor

Capítulo 2

Necesidades de riego para el cultivo agroindustrial de la caña

Oferta hídrica regional

La oferta hídrica se define como la cantidad de agua disponible en un sistema hidrológico y se calcula a partir de variables como el caudal, la precipitación, las propiedades del suelo y la evapotranspiración (Domínguez et al, 2004). Estos parámetros, al ser integrados en modelos hidrológicos, permiten estimar la disponibilidad hídrica potencial, considerando los ajustes necesarios por factores ambientales (Corponariño, S.F).

Otra definición es, la oferta hídrica superficial total representa el volumen de agua que, luego de los procesos de evapotranspiración e infiltración, escurre por la superficie de una cuenca, alimentando ríos, lagos y otros cuerpos de agua. Este indicador refleja la cantidad de agua disponible para diferentes usos, aunque no toda la esorrentía es aprovechable directamente (Figueroa Castrillón, 2017).

Necesidades de Riego

Las necesidades de riego representan la cantidad de agua que un cultivo requiere para compensar las pérdidas hídricas por evapotranspiración, es decir, la pérdida de agua del suelo hacia la atmósfera a través de la evaporación y la transpiración de las plantas. Se calculan restando la precipitación efectiva (agua disponible en el suelo) a la evapotranspiración del cultivo (EVT). Cuando la precipitación es suficiente, las necesidades de riego son nulas; sin embargo, cuando la EVT supera la precipitación, se debe suministrar agua adicional (Saavedra et al., 2019).

Los requerimientos de riego en la caña de azúcar varían según la etapa de desarrollo del cultivo. En cañas nuevas (plantillas), el riego se inicia con la germinación y continúa hasta aproximadamente 10 meses de edad. En las socas, el riego se inicia un poco más tarde y también se prolonga hasta los 10 meses. La programación de los riegos debe basarse en el balance hídrico del suelo para garantizar el suministro adecuado de agua durante las diferentes etapas de crecimiento, favoreciendo el desarrollo de las plantas y optimizando la producción (Saavedra et al., 2019).

Frecuencia de riego para el cultivo de caña de azúcar

El riego de caña de azúcar con pivotes se realiza en ciclos de 20 a 30 días. En cada ciclo, se aplican entre 60 y 90 mm de agua. La cantidad de agua aplicada depende de la humedad del suelo, el tipo de suelo, de las condiciones climáticas, y la etapa fenológica del cultivo; este valor puede variar según las condiciones climáticas, en tiempos de sequía, el consumo de agua puede aumentar, mientras que en condiciones de lluvia puede disminuir (Arango, E.,2020).



Figura 7. Aplicación de riego en cultivos de caña (Imagen generada por IZ COPILOT, 2024). Fuente: El autor.

Métodos y sistemas de riego utilizados

En el cultivo de caña de azúcar se utilizan varios sistemas de riego. Están los de baja presión que son por inundación con sus diferentes variantes, y el riego por goteo; los de media presión como el Pivote central o fijo, y los de alta presión como conocido como tipo cañón, que es el más utilizado en las últimas décadas en todos los ingenios azucareros; sin embargo, los sistemas de mediana presión tienden a ser los sistemas predominantes.

De acuerdo con ASOCAÑA (2017), el riego en este cultivo se distribuye de la siguiente manera:

1. Riego Superficial: 60%; es el más utilizado por su bajo costo de instalación; sin embargo, cada vez se hace necesario el cambio por los altos costos operativos y el alto consumo de agua
2. Riego por Aspersión: 15%; este riego tiene la capacidad de cubrir áreas grandes; sin embargo, su eficiencia no es alta
3. Riego por pivote Central: 10% Es un sistema eficiente, cubre grandes extensiones de manera uniforme y además tiene la posibilidad de colocar el fertilizante vía riego lo cual ayuda con la gestión y optimización del costo y de las emisiones de gases efecto invernadero
4. Riego por Goteo: 15%: Es la tecnología más eficiente en el uso del agua, debido a que va directamente a la raíz de la planta; adicionalmente su fertilización es muy dirigida; es una tecnología de alto costo de instalación y mantenimiento

Evolución de los métodos y sistemas de riego

El método presurizado o aspersión es el que más se ha utilizado debido a la eficiencia del uso del agua, mayor a 70%; en relación con el método de gravedad que opera con una eficiencia entre 40 a 50%. En la actualidad, pocas áreas que se riegan todavía por el método de gravedad se realizan dado a la disponibilidad del recurso agua, facilidad de manejo y bajo costo en la operación, aunque se riegue menos hectáreas por día.

Evolución del riego para el futuro

Se espera la desaparición del método de gravedad, tomando como justificación, la baja eficiencia del uso del agua (inferior al 50 por ciento), así mismo, la reducción significativa de los sistemas de alta presión, se considera el crecimiento de los sistemas de mediana presión, como son los mini aspersores, y los pivotes fijos, y el riego por goteo.



Figura 8. Pivote en operación (Imagen generada por IZ COPILOT, 2024). Fuente: El autor.

Capítulo 3

El Sistema de Riego por Pivote

Antecedentes

Un sistema de riego por pivote central está conformado por una tubería principal de acero galvanizado que gira sobre un punto central, distribuyendo el agua de manera uniforme en un patrón circular a través de una serie de aspersores (Pereira, 2010).

Origen y evolución del sistema pivote

El sistema de riego por pivote central o fijo, patentado por Frank Zyback en 1952, ha sido catalogado por la American Society of Agricultural technological and Biological Engueneer ASABE como un avance clave en el sector agrícola. Su diseño innovador ha permitido optimizar la aplicación de agua en los cultivos, mejorando la eficiencia y la productividad.

Los sistemas de riego por pivote central son equipos mecánicos que permiten la aplicación eficiente y uniforme de agua en grandes áreas cultivadas. Constituidos por una tubería principal que gira alrededor de un punto fijo, estos sistemas están equipados con emisores que distribuyen el agua a baja presión, minimizando las pérdidas por evaporación y escorrentía. Su aplicación es especialmente recomendada en zonas semiáridas y áridas, donde la escasez hídrica limita la producción agrícola, ya que permiten optimizar el uso del agua y mejorar significativamente los rendimientos de los cultivos.

Los sistemas de riego por pivote central se caracterizan por una alta eficiencia en la aplicación de agua, alcanzando coeficientes de uniformidad superiores al 85%. Su diseño modular permite adaptarse a terrenos con pendientes de hasta un 30%, gracias a sistemas de nivelación y compensación de presión. La utilización de aspersores de baja presión, con caudales variables, optimiza la distribución del agua y reduce significativamente el consumo energético. Además, estos sistemas permiten una gestión precisa de la fertilización, mejorando la calidad y cantidad de la producción agrícola.

Características del sistema pivote

Los sistemas de pivote es un lateral que gira sobre un punto fijo (centro del pivote), por donde recibe agua y energía eléctrica, describiendo un movimiento circular.

Los sistemas de riego por pivote central son equipos mecánicos que permiten la aplicación eficiente y uniforme de agua en grandes áreas cultivadas. Constituidos por una tubería principal que gira alrededor de un punto fijo, estos sistemas están equipados con emisores que distribuyen el agua a baja presión, minimizando las pérdidas por evaporación y escorrentía. La estructura de soporte, conformada por torres metálicas, permite la rotación del sistema y garantiza la estabilidad de la tubería. La elección del tipo de emisor y su espaciado depende de las características del cultivo y del suelo, asegurando una distribución óptima del agua y una alta eficiencia en el uso de este recurso, pueden regarse a la vez entre 25 a 200 hectáreas (Pereira, 2010).

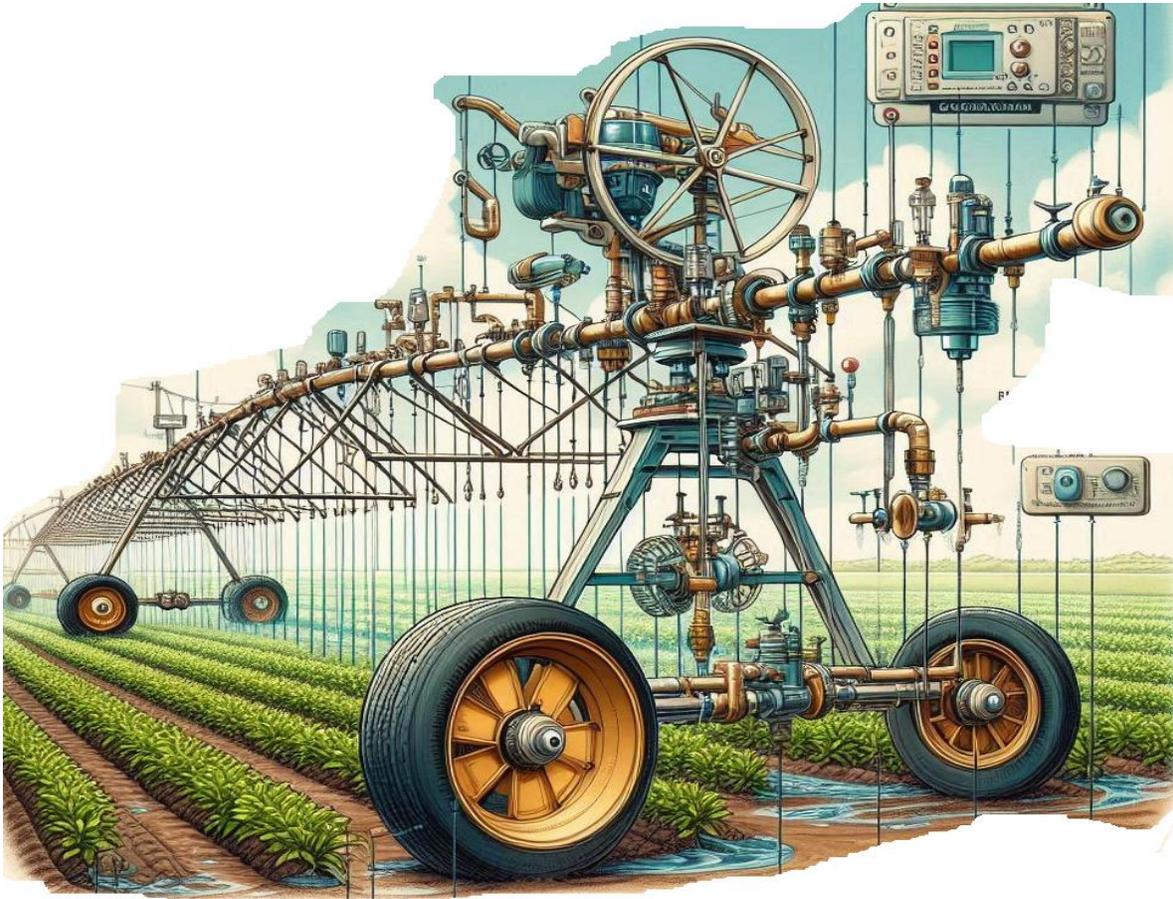


Figura 9. Esquema general de un sistema de riego por pivote (Imagen generada por IZ COPILOT, 2024). Fuente: Autor

La velocidad de avance se determina actuando sobre el motor de la última torre. Cada torre tiene su propia unidad motriz, lo que permite que se desplace con velocidades lineales diferentes. La distancia lineal recorrida por cada torre aumenta conforme aumenta la distancia al centro pivote, por lo que la última torre se desplaza con una velocidad lineal superior a fin de mantener constante la velocidad angular, consiguiendo que todo el sistema gire como un todo continuo (Pereira, 2010).

En el panel de control se fija la velocidad porcentual, es decir la fracción del ciclo (anda-para) en que la última torre se está desplazando. La

velocidad máxima se expresa porcentualmente y corresponde al valor del 100%, representando las otras velocidades la relación del ciclo. Un ciclo suele tener una duración de 1 minuto. Adicionalmente en el panel de control se controla administrativamente el riego para aplicar el volumen de agua requerido por el campo; además de la formulación del fertilizante según sea el requerimiento nutricional de la planta.

El sistema de riego pivote en el Valle del Cauca

El riego por pivote central fijo es la tecnología de riego mecanizado que está creciendo en los cultivos de caña de azúcar del Valle del Cauca. Gracias a su capacidad para adaptarse a las necesidades hídricas del cultivo en cada fase fenológica, y a su alta eficiencia en la aplicación de agua, los sistemas de pivote central han demostrado ser una solución óptima para mejorar la productividad y la calidad de la caña.

Condiciones climáticas: El Valle del Cauca experimenta períodos de sequía, especialmente durante el fenómeno de El Niño. El riego por pivote garantiza un suministro constante de agua a los cultivos, mitigando los efectos de la escasez hídrica. Esto no es tan cierto, porque el pivote no es el que más ahorra, es más eficiente. Pero igual, lo puedes dejar

Suelos: Los suelos del Valle del Cauca son diversos, y algunos pueden presentar problemas de drenaje o salinidad. El riego por pivote permite un control preciso del riego, lo que ayuda a manejar estos desafíos.

Extensión de los cultivos: Las grandes extensiones de caña de azúcar en el Valle hacen que el riego por pivote sea una solución eficiente para cubrir grandes áreas de cultivo de manera uniforme.

Productividad: Al asegurar un suministro eficiente y uniforme de agua y fertilizante, el riego por pivote contribuye a aumentar los rendimientos de caña por hectárea y a mejorar la calidad de esta.

Beneficios específicos para la caña de azúcar en el Valle del Cauca

Mayor eficiencia en el uso del agua: El riego por pivote permite aplicar el agua de manera precisa, evitando pérdidas por escorrentía.

Reducción de costos: A largo plazo, el ahorro en agua y el aumento de la producción compensan la inversión inicial en el sistema.

Mejor control de plagas y enfermedades: Un riego adecuado ayuda a fortalecer las plantas, haciéndolas más resistentes a plagas y enfermedades.

Facilita la aplicación de fertilizantes: El sistema de riego por pivote puede utilizarse para aplicar fertilizantes a través del agua, lo que optimiza su uso.



Figura 10. *Uso consuntivo del agua por varios cultivos (Imagen generada por IZ COPILOT, 2024). Fuente el autor.*

Capítulo 4

Consideraciones finales

A manera de conclusiones y recomendaciones se presentan las siguientes:

Impacto socioeconómico: La implementación de sistemas de riego eficientes ha generado un impacto positivo en la economía local, al aumentar la productividad y la rentabilidad de las fincas cañeras, generando empleo y dinamizando la economía regional.

Adaptación al cambio climático: La optimización del uso del agua a través de sistemas de riego eficientes es fundamental para hacer frente a los desafíos planteados por el cambio climático, como la disminución de las precipitaciones y el aumento de la frecuencia de eventos extremos.

Potencial para otras regiones: Los resultados obtenidos en el Valle del Cauca pueden servir como modelo para la implementación de sistemas de riego eficientes en otras regiones productoras de caña de azúcar, contribuyendo a la sostenibilidad de la producción a nivel global.

Beneficios: Se cuenta con datos específicos sobre el aumento de la productividad, la reducción de costos o el ahorro de agua en el cultivo de caña en el Valle del Cauca generados a partir de la utilización de este sistema de riego.

Otras tecnologías: Además del riego por pivote, se han implementado otras tecnologías complementarias, como la telemetría y la automatización de los sistemas de riego con buenos resultados.

La importancia de la capacitación: La capacitación de los productores en el manejo eficiente del agua y en el uso de las nuevas tecnologías es fundamental para garantizar el éxito a largo plazo de estas iniciativas.

Finalmente, el riego por pivote central es una excelente opción para el cultivo de la caña de azúcar en el valle geográfico del río Cauca debido a la

uniformidad en la distribución del agua, la eficiencia en el uso del agua, la posibilidad de fertilizar por el sistema, disminución del riesgo de compactación de los suelos y la automatización de todo el sistema.

Cuestionario de evaluación final

A continuación, encontraras un cuestionario de evaluación con preguntas abiertas sobre el sistema de riego de pivote fijo en los cultivos de caña en el Valle del Cauca:

1. ¿Qué ventajas ofrece el sistema de riego de pivote fijo en comparación con otros métodos de riego en los cultivos de caña de azúcar?
2. ¿Cuáles son los principales componentes de un sistema de riego de pivote fijo y cómo funcionan?
3. ¿Cómo influye el sistema de riego de pivote fijo en la eficiencia del uso del agua en los cultivos de caña de azúcar?
4. ¿Cómo afecta el sistema de riego de pivote fijo al crecimiento y rendimiento de la caña de azúcar?
5. ¿Qué consideraciones ambientales deben tenerse en cuenta al utilizar un sistema de riego de pivote fijo en los cultivos de caña?
6. ¿Cómo se puede optimizar el uso del sistema de riego de pivote fijo para maximizar la producción de caña de azúcar?
7. ¿Qué impacto tiene el sistema de riego de pivote fijo en la calidad del suelo y la salud de las plantas?
8. ¿Cómo se puede integrar el uso de tecnologías avanzadas (como sensores y automatización) en el sistema de riego de pivote fijo?
9. ¿Qué experiencias y resultados han tenido los agricultores del Valle del Cauca con el uso del sistema de riego de pivote fijo?
10. ¿Qué recomendaciones darías a un agricultor que está considerando implementar un sistema de riego de pivote fijo en su cultivo de caña de azúcar?

Lista de figuras

	Página
Figura 1. Estudiantes gira pedagógica cultivo de caña – Palmira (Valle del Cauca)	1
Figura 2. Visita de estudiantes Agronomía-UNAD al ingenio Riopaila – Florida (Valle del Cauca).	10
Figura 3. Inicio procesamiento agroindustrial de la caña – Ingenio Riopaila (Florida-Valle del cauca).	11
Figura 4. Representación del aprovechamiento agroindustrial de la caña de azúcar.	13
Figura 5. Representación del cultivo de caña de azúcar en el Valle del Cauca.	14
Figura 6. Distribución del agua en el cultivo de caña.	17
Figura 7. Aplicación de riego en cultivos de caña.	20
Figura 8. Pivote en operación.	23
Figura 9. Esquema general de un sistema de riego por pivote.	26
Figura 10. Uso consuntivo del agua por varios cultivos.	29
Figura 11. Ciclo del agua en el Valle del Cauca.	36

Referencias

Al-Aizari, HS, Aslaou, F., Mohsen, O., Al-Aizari, AR, Al-Odayni, A.-B., Abduh, NAY, Al-Aizari, A.-JM y Abo Taleb, E. (2024). Assessment Of Groundwater Quality For Irrigation Purpose Using Irrigation Water Quality Index (Iwqi). *Revista de Ingeniería Ambiental y Gestión del Paisaje* , 32 (1), 1–11. <https://doi.org/10.3846/jeelm.2024.20598>

Asociación de cultivadores de caña de azúcar de Colombia, Asocaña (2022). Informe sobre el impacto socioeconómico de la caña de azúcar en el Valle del Cauca. Cali, Colombia.

Arango, E. (2020). Análisis de la humedad del suelo en el cultivo de caña de azúcar en el Valle del Cauca con sensores de radar de apertura sintética (SAR). <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/36768/earango.pdf?sequence%20=3&isAllowed=y>

Arias A., Y. (2019). Alternativa para Satisfacer el Requerimiento de Agua de Cultivos de Caña de Azúcar en el Valle del Cauca. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/77431>

Asociación de cultivadores de caña de azúcar de Colombia, Asocaña (2017). Sector agroindustrial de la caña en Colombia. <https://www.asocana.org/publico/info.aspx?Cid=215>

Corporación Autónoma de Nariño-CORPONARIÑO (S.F). Plan de ordenamiento del recurso hídrico Quebrada Miraflores. <https://corponarino.gov.co/expedientes/descontaminacion/porhmiraflore sp3.pdf>

Food and Agriculture Organization. FAO (2012). Respuesta del rendimiento de los cultivos al agua. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/82bd842b-862d-4e51-8794-d80156ddab2e/content>

Figuroa, C., A. (2017). Elaboración del programa de uso eficiente y ahorro de Alternativas para satisfacer el requerimiento de agua de cultivos de caña de azúcar 132 agua para el municipio de Puerto Tejada de acuerdo con la Ley 373 de 1997. Universidad Autónoma de Occidente. Santiago de Cali.

<https://red.uao.edu.co/server/api/core/bitstreams/502d8ada-7bca-434d-ac14-fb4e8d7f3356/content>

Domínguez, E., Gonzalo, H., Marín, R., & Vanegas, R. (2004). Metodología para el cálculo del Índice de Escasez de Agua Superficial.

<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/article/view/16038>

IZ COPILOT. (2024). Generador de imágenes por IA.

<https://www.bing.com/chat?form=NTPCHB>

Palacios, D., Múnera, B., Gil, N. (2018). Herramientas para la evaluación del desempeño ambiental en el sector agroindustrial de la caña en Colombia: Caso huella de carbono y huella hídrica. En: XI Congreso Atalac Tecnicaña 2018. <https://tecnicana.org/%20web/memorias-xi-congreso-atalac-tecnicana-2018/?v=42983b05e2f2>

Pereira L. S. (2010). El riego y su tecnología. CEER (Centro de Engenharia dos Biosistemas, Instituto Superior de Agronomía. Universidad Tecnológica de Lisboa, Portugal. 2010. Pag 204-215.

Saavedra, L. & Galindo, J. H. (2019). Implementación de una herramienta informática para el manejo del riego en el cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.). [Proyecto aplicado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD]. Repositorio Institucional UNAD. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/28093>

Torres A., J.S.; Cruz V., R; Villegas T., F (2004). Avances técnicos para la programación y el manejo del riego en caña de azúcar. Segunda edición. Cali, Cenicaña. 66 p. (Serie técnica No. 33).



Figura 11. Ciclo del agua en el Valle del Cauca (Imagen generada por IZ COPILOT, 2024). Fuente: el autor



UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA (UNAD)

Sede Nacional José Celestino Mutis

Calle 14 Sur No. 14-23

PBX: 3443700 - 3444120

Bogotá. D.C. Colombia

riaa@unad.edu.co

www.unad.edu.co/riaa



ECAPMA