

**Comparación de métodos de riego para el cultivo de caña de azúcar
(*Saccharum officinarum* L) variedad CC 05430 en condiciones ambientales del municipio
de Guacari (Valle del Cauca)**

Jhair Alberto Piedrahita Rivera

Asesor

Milton Cesar Ararat Orozco

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD
Escuela de Ciencias Agrícola, pecuarias y del Medio Ambiente ECAPMA
Tecnología en Producción Agrícola

2025

Resumen

En este estudio comparativo se buscó comparar los métodos de riego por ventanilla y micro aspersión en dos fincas con sistema productivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), variedad CC O5-430 con características del suelo y fechas del ciclo similares. Los valores estimados en los lotes de seguimiento se obtuvieron en el corregimiento de Guabas, municipio de Guacari Valle del Cauca, con las fincas Chamberry (riego por Ventanilla) y La Matilde (riego por micro aspersión) comparando la cantidad de biomasa de tallo de caña por hectárea cosechada (TCH), la concentración de sacarosa y el consumo de agua. Los resultados mostraron que la finca Chamberry obtuvo un rendimiento de 145,61 TCH y 11,2 TCM, con 8,64% de sacarosa y un ciclo de 12,9 meses; mientras que La Matilde alcanzó 104,96 TCH, 8,82 TCM y 11,7% de sacarosa en 11,9 meses. Asimismo, el sistema de ventanilla registró un menor consumo de agua (6.480 m³) frente a la micro aspersión (211.388 m³), evidenciando una mayor eficiencia hídrica. Basado en los resultados obtenidos fue posible concluir que el riego por ventanilla, aplicado de manera racional y basado en balance hídrico, ofreció mejor rendimiento en TCH comparado con la micro aspersión; sin embargo, se recomienda complementar el estudio con un análisis de las labores agrícolas ejecutadas, costos de montaje y mantenimiento del sistema de riego, la erosión del suelo.

Palabras clave: caña de azúcar, riego, productividad, ventanilla, aspersión

Abstract

This comparative study sought to compare window and micro-sprinkler irrigation methods on two farms with a sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) production system, variety CC O5-430 with similar soil characteristics and cycle dates. The estimated values in the monitoring plots were obtained in the Guabas district, Guacari municipality, Valle del Cauca, with the Chamberry farms (Ventanilla irrigation) and La Matilde (micro-sprinkler irrigation), comparing the amount of sugarcane stem biomass per hectare harvested (TCH), sucrose concentration and water consumption. The results showed that the Chamberry farm achieved a yield of 145.61 TCH and 11.2 TCM, with 8.64% sucrose content and a 12.9-month cycle; while La Matilde achieved 104.96 TCH, 8.82 TCM, and 11.7% sucrose content in 11.9 months. Furthermore, the window system recorded lower water consumption (6,480 m³) compared to the micro-sprinkler system (211,388 m³), demonstrating greater water efficiency. Based on the results obtained, it was possible to conclude that window irrigation, applied rationally and based on water balance, offered better TCH performance compared to micro-sprinklers; however, it is recommended to complement the study with an analysis of the agricultural work performed, irrigation system installation and maintenance costs, and soil erosion.

Keywords: sugarcane, irrigation, productivity, drip irrigation, sprinkler irrigation

Tabla de Contenido

Introducción	7
Justificación	9
Objetivos.....	10
Planteamiento del problema.....	11
Marco teórico	12
Metodología	17
Conclusiones	26
Recomendaciones	27
Referencias Bibliográficas	28

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Características del Sistema de riego por Ventanilla (Chamberry)</i>	19
Tabla 2 <i>Sistema de Riego por Micro aspersión (Finca La Matilde)</i>	20
Tabla 3 <i>Comparacion consumo de agua según sistema de riego</i>	23

Lista de Figuras

Figura 1 <i>Sistemas de riego</i>	21
Figura 2 <i>Comparación del rendimiento mensual (TCM) y el porcentaje de sacarosa del cultivo según el sistema de riego (Ventanilla – Micro aspersión)</i>	21
Figura 3 <i>Rendimiento total (TCH) según el sistema de riego</i>	22
Figura 4 <i>Consumo total de agua (m³ /ha) por sistemas de riego</i>	25

Introducción

El corregimiento de Guabas ubicado en el municipio de Guacarí, Valle del Cauca es por tradición un territorio de cultivos, principalmente maíz (*Zea Mays*) y caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L) y, a pesar de ser cruzado por el río Guabas y su cercanía con el río Cauca en el cual desemboca, al presentarse el fenómeno del niño, se afecta por una sequía prolongada en el cruce por este corregimiento (Otoya, 2024).

La finca Chamberry, ubicada en el centro del corregimiento de Guabas en Latitud $3,7638^{\circ}$ o $3^{\circ} 45' 50''$ norte, Longitud $-76,3672^{\circ}$ o $76^{\circ} 22' 2''$, Altitud 948 metros (3.110 pies) oeste es una de las mayores productoras de Caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) de la zona. Es beneficiada por el afluente del río Guabas y, de igual manera, afectada en tiempos de larga sequía, esto dado por el hecho de que el río es utilizado para el riego y consumo de uso doméstico en los municipios de Ginebra y Guacari con todos sus corregimientos y veredas, haciendo que su afluente se quede corto en la parte baja de su recorrido. Según datos de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC, 20024), el caudal del río Guabas ha disminuido un 30% durante los meses más secos en los últimos 10 años, exacerbando los problemas de escasez de agua en la región.

La tala indiscriminada en las laderas del río ocasionan deforestación que alteran las funciones ecológicas y contaminan los causes más bajos. Así mismo, malas prácticas agrícolas han contribuido con el problema de reducción de la biodiversidad al provocar daños en el hábitat acuático y ocasionando, en temporada invernal, avalanchas y desbordamientos que, de igual forma, afectan al productor y al consumidor (Otoya, 2024).

Históricamente, la caña de azúcar ha sido un pilar económico en el Valle del Cauca desde el siglo XIX, y en el corregimiento de Guabas representa una fuente de empleo es más del 60%

de sus 2.500 habitantes, según estimaciones del censo municipal de 2020. Sin embargo, las sequías recurrentes, como la registrada en 2016 durante un episodio severo del fenómeno del Niño, han generado pérdidas económicas significativas.

Es de vital importancia recalcar que al presentarse pérdidas en la producción de caña de azúcar en la finca Chamberry no solo se vería afectados directamente los agricultores locales, sino también a las familias que dependen de esta actividad para su sustento.

La necesidad de encontrar soluciones prácticas y sostenibles para el manejo del recurso hídrico en el cultivo de caña de azúcar en el corregimiento de Guabas, ha llevado a buscar estrategias para la optimización de las técnicas de riego, que no solo ayudará a mitigar los efectos negativos del fenómeno del niño y la sequía en la región, sino que también contribuirá a mejorar la productividad agrícola, prevenir la degradación del suelo y cuidar los recursos naturales. Mediante la implementación de Buenas Prácticas Agrícolas en el manejo del agua y el suelo, será posible garantizar la sostenibilidad a largo plazo de la producción de caña de azúcar en la finca Chamberry, beneficiando tanto a los agricultores como al medio ambiente.

Este proyecto presenta un análisis comparativo realizado entre dos métodos de riego: ventanilla (sistema que utiliza aberturas que permiten regular el caudal del riego hacia los surcos) y aspersión (mediante unas boquillas se aplica el agua en forma de lluvia directamente sobre el cultivo) aplicados al cultivo de caña de azúcar variedad CC 05-430 en el municipio de Guacarí (Valle del Cauca). Se evaluaron variables productivas y de calidad en dos fincas con sistemas de riego diferenciados: Chamberry y La Matilde.

Justificación

Según Asocaña (2024), el Valle del Cauca es el departamento de Colombia con mayor producción de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L), la cual se cultiva en 5 departamentos del territorio colombiano y han logrado posicionarnos como líderes en productividad agrícola por encima de países como Brasil, México, India y la Unión Europea. De acuerdo a Asocaña (2024), la agroindustria de la caña representa el 0,6% del PIB total nacional con una representación del 21.1% en el Valle del Cauca, haciendo de este sistema productivo un pilar económico muy importante para muchas regiones.

Al ser la caña de azúcar un sector agroindustrial de gran importancia económica para la región y el país, se debe fijar la mirada en las prácticas agrícolas que contribuyan significativamente en el cuidado del medio ambiente sin afectar la sostenibilidad a largo plazo del sistema productivo. A partir de allí, este proyecto aplicado se justifica en la necesidad de promover prácticas agrícolas responsables y eficientes basadas en la identificación de las ventajas y desventajas de los sistemas de riego utilizados en las dos fincas y en sus labores.

Por medio de este proyecto se realiza una descripción de dos métodos de riego para el cultivo de Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum* L) con la variedad CC 05430 en condiciones ambientales del municipio de Guacarí (Valle del Cauca). La evaluación comparativa del rendimiento productivo asociados a ambos sistemas de riego proporcionó información valiosa para comprender mejor el impacto de las prácticas actuales en la producción y el uso de los recursos naturales. Estos resultados beneficiarán no solo a la finca Chamberry sino también a los demás agricultores del gremio azucarero debido a que se podría tomar como punto de partida para estudios más profundos que permitan recomendar un sistema de riego específico para el cultivo de caña de azúcar.

Objetivos

Objetivo General

Descripción dos métodos de riego para el cultivo de Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum* L) con la variedad CC 05430 en condiciones ambientales del municipio de Guacari (Valle del Cauca).

Objetivos Específicos

Caracterizar la oferta tecnológica (elementos que le componen, materiales y equipos utilizados, mano de obra, parámetros) de dos sistemas de riego y las condiciones ambientales del sitio de estudio.

Relacionar el rendimiento del cultivo expresado en toneladas caña /hectáreas (TCH), porcentaje de sacarosa y toneladas/caña/mes (TCM) con los sistemas de riego.

Comparar el consumo de agua en las dos producciones en estudio según los registros de riego.

Planteamiento del problema

La producción de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L) en la finca Chamberry, como en muchas otras regiones agrícolas, enfrenta desafíos significativos en cuanto a la conservación del suelo y el agua. Del mismo modo, la escasez de terreno disponible para la expansión del cultivo, exige buscar alternativas que permitan mejorar las producciones sin comprometer la sostenibilidad del sistema agrícola. A esto se suman agravantes como: el uso indebido de los sistemas de riego, de los agroquímicos y labores que favorecen la erosión del suelo y la pérdida de los microorganismos indispensables para evitar la degradación del suelo.

Teniendo en cuenta que la eficiencia en el manejo del agua no solo contribuye a reducir el impacto de las sequías y del fenómeno del Niño, sino que también permite un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles, favoreciendo la rentabilidad y la estabilidad del sistema productivo, se plantea este estudio que busca comparar dos métodos de riego: por ventanilla y por aspersión, con el propósito de identificar cuál ofrece una mayor eficiencia en el uso del agua y mejores resultados en el rendimiento del cultivo de caña de azúcar en las condiciones ambientales del municipio de Guacarí (Valle del Cauca).

Marco teórico

El territorio del valle del Cauca hasta el año 2023 contaba con 185.982 hectáreas cultivadas en caña (el país, 2023), bajo la influencia de 13 ingenios azucareros que, en promedio, producen el 80% de los 2.4 millones de toneladas de azúcar producidas anualmente en Colombia (Welch, C., & Muriel, I. (s.f.)).

Por su parte, Guacari es un municipio de 33.578 habitantes (DANE, 2018) ubicado en el centro del departamento del Valle del Cauca y está compuesto por 13 corregimiento. Uno de ellos es el corregimiento de Guabas el cual está en las coordenadas 3.46° de latitud norte y 76.24° de latitud oeste (IDEAM), con una precipitación anual de 700 mm (CVC).

En el corregimiento de Guabas está ubicada la finca Chamberry propiedad de PROCOA SAS la cual cuenta con 130 hectáreas cultivadas en caña de azúcar desde hace 30 años. Las variedades que se cultivan son: 05430, 011940 y 09066.

Romero et al. (2009) describe 4 fases fenológicas para este cultivo de la siguiente manera:

Emergencia y establecimiento de la población inicial de tallos o también llamada brotación es una etapa en la cual se presenta el brote de tallos primarios y las hojas a partir de las yemas sembradas.

Fase de macollaje y cierre: en esta fase se define el rendimiento debido a que allí se definen el número total de tallos y el cierre

Fase de determinación del rendimiento cultural es una etapa en la cual se determinan la cantidad de tallos molíbles, su peso y la concentración de sacarosa

Fase de maduración: es una etapa en la cual hay una definición de la producción de azúcar por unidad de área y el contenido de sacarosa en sus tallos

Hay una relación lineal entre el rendimiento de la caña y la disponibilidad de agua, por cada tonelada de caña producida el cultivo requiere al menos 10mm de agua. La caña de azúcar además transpira grandes volúmenes de agua - durante el pico del crecimiento del follaje, alcanzando los 5-6mm de agua por día. Por lo tanto, un cultivo requiere 1500-2500mm de agua disponible por año con requerimientos pico durante el macollaje y el período de gran crecimiento. (Yara Colombia, s.f.)

En la publicación de Yara sobre gestión de suelos y agua en caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L), se argumenta que los intervalos y cantidades del riego van a depender de la etapa del cultivo debido a que, durante el establecimiento, las yemas necesitan solo una humedad suficiente para crecer y de esta manera evitar la propagación de enfermedades y hongos por exceso de agua. Durante su crecimiento vegetativo la frecuencia del abastecimiento debe extenderse, pero aumentar la cantidad para tener tallos más largos y de mayor circunferencia y por consecuente mayor cantidad de TCH. Con la maduración, el aumento de agua puede mantener el peso, pero disminuir la concentración de sacarosa.

El agua para el riego de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L) proviene de fuentes superficiales y subterráneas (Cenicaña, 1995). En la primera se encuentran los ríos y quebradas, los cuales no son fuentes estables debido a que en tiempo de sequía disminuyen su caudal impidiendo su uso. Es allí donde se hace importante el uso de las fuentes subterráneas que aseguren el abastecimiento tiempos de sequía.

Cada variedad de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L) trae consigo diferencias en su morfología, arquitectura y fisiología que requieren de un manejo agronómico específico para sacar al máximo su potencial productivo. Es por esto que Cenicaña (Centro de Investigación de

Caña de azúcar en Colombia) trabaja de la mano con los productores para establecer lineamientos para el manejo de cada variedad, en este caso la 05430. (Cenicaña,2025).

En el caso específico de la variedad CC 05-430, se ha observado que más del 80% de los tallos molederos se forman durante los primeros 3 meses de vida de la planta. Específicamente, los tallos emergidos entre el primer y segundo mes contribuyen con el 87-84% del total de tallos molederos en condiciones de levante en seco (Plantilla y soca²), mientras que cuando el levante se da en húmedo se presenta un cambio en la partición de la población aumentando la participación de los tallos emergidos después de los 3 meses hasta un 36.5%. Por lo tanto, durante los dos primeros meses es crucial minimizar al máximo la presencia de estrés abiótico, como el déficit hídrico, el anegamiento y la fito toxicidad causada por herbicidas, así como el estrés biótico ocasionado por barrenadores, chupadores y malezas. La presencia de cualquiera de estos factores podría tener un impacto significativo en el TCH final. (cenicaña, 2025)

(Cenicaña,2025) determinó que las TCH de esta variedad, depende de la ganancia de peso de los tallos durante la fase de macollamiento por lo cual es crítico evitar el estrés por déficit o exceso hídrico. Al tener una menor habilidad competitiva con las arvenses, es primordial mantener libre de malezas durante los periodos críticos para evitar la afectación en las TCH.

Los sistemas de riego más utilizados en la caña de azúcar (*Saccharum officinarum L*) en la región son: riego por goteo, riego por aspersión, riego por gravedad a canal abierto y riego por gravedad con tubería de ventanas. Cenicaña (2014). “El riego por goteo se caracteriza por la aplicación frecuente y controlada de agua y nutrimentos en forma localizada, directamente en la zona radical de las plantas, gracias a lo cual es reconocido como el sistema más eficiente para elevar la productividad de los cultivos con menores gastos de agua y fertilizantes” (Cenicaña, 2019).

Por su parte, el riego por aspersión es un sistema con el cual se le aplica el recurso hídrico al cultivo en forma de llovizna. Cenicaña (2016) define el riego por surcos o por gravedad con canal abierto como un sistema el cual inicia el flujo de agua desde la cabecera de los surcos y avanza gracias a la gravedad, para lo cual se deben realizar nivelaciones del terreno.

Algunos autores como Maya & Bermúdez (2024) reportan el sistema de riego por gravedad con tubería de ventanas o ventanilla reguladora de caudal (VRC) como un sistema que permite dosificar el agua de manera más eficiente con reducción del volumen de agua utilizado por hectárea en comparación con métodos tradicionales.

Para CENICAÑA (2011) este es un sistema de bajo costo de instalación comparado con el riego por aspersión, que permite controlar la cantidad de agua que se libera a través de ventanillas ubicadas en la tubería en la cabecera del surco. La cantidad de agua de agua utilizada es 0.1 y 0.3 lt/segundo y el tiempo de avance desde la cabecera hasta la parte más baja del lote dura entre 20 y 24 horas. La frecuencia de los riegos la define el balance hídrico el cual indica la cantidad y el momento en el cual se debe aplicar el riego.

Si bien es cierto que el riego es un factor determinante de los costos de producción, también lo es en la calidad y cantidad de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L); sin embargo, también existen otros elementos que, en conjunto, determinan tanto las toneladas por hectárea obtenida como la calidad de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L) En su estudio, Larrahondo, J. E. (1995) nombra a la variedad, las prácticas culturales y la edad y época de corte como factores que afectan la calidad de la caña de azúcar antes del corte. Este autor menciona que el desarrollo de la planta esté ligado a la nutrición mineral mediante una fertilización con la fórmula adecuada y en el momento correcto.

Welch & Muriel (s.f.). en su investigación concluyen que: “Las prácticas potencialmente rentables que mejoran las condiciones ambientales se centran en la calidad del suelo y la conservación del agua. El material orgánico en los suelos, es un indicador de fertilidad del suelo, retención de agua y estructura del suelo tiene el potencial de duplicarse en los sistemas orgánicos (2 a 4% respectivamente). El tipo de sistema de riego junto con la cantidad de riegos tiene el mayor impacto en el uso general del agua.” Para estas investigadoras los datos obtenidos demuestran que la productividad puede ser hasta un 10% más alta en sistemas que no usan agroquímicos.

En el Valle del Cauca, el recurso hídrico es vigilado, regulado, protegido, y administrado por la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC). Del mismo modo controla las concesiones para el sector cañicultor tanto de aguas superficiales como profundas y se otorga principalmente para los riegos; sin embargo, la CVC establece unos requisitos basados en los planes de ordenamiento y manejo de cuencas hidrográficas (POMCA) para garantizar un adecuado uso del recurso. (CVC).

A pesar de que la demanda de agua en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L) es alta, ASOCAÑA Y CENICAÑA, realizan investigaciones y estudios que buscan cuantificar el volumen de agua utilizado para plantear prácticas y tecnologías que permitan un uso más eficiente y sostenible de este recurso natural no renovable.

Metodología

El estudio se realizó en el municipio de Guacari, corregimiento de Guabas ubicado en la zona centro del Valle del Cauca, en los predios de la finca Chamberry con la variedad 05430 con sistema de riego por ventanilla. Los suelos son de características franco arenosos. Para la finca Matilde la misma variedad sembrada pero el riego por aspersión para el lote 40.

El enfoque metodológico del estudio fue cuantitativo y de tipo descriptivo-comparativo, el cual requirió, para su análisis y contraste de los resultados obtenidos, hacer uso de herramientas de estadística descriptiva. Con ellos fue posible resumir, organizar y comparar los datos recolectados a partir de los registros de producción y consumo de agua de las fincas Chamberry y La Matilde. Para ello, se calcularon medidas como promedios, rangos y diferencias porcentuales entre los valores de rendimiento (TCH, TCM, % de sacarosa) y volumen total de agua utilizada (m^3/ha), representándolos mediante tablas comparativas y gráficos de barras elaborados en el programa de Excel en busca de facilitar la visualización de las diferencias entre ambos sistemas de riego (micro aspersión y Ventanilla).

Este enfoque permitió identificar tendencias y patrones en el uso del recurso hídrico y la productividad del cultivo, sin recurrir a inferencias estadísticas, ya que el propósito del trabajo fue describir y comparar comportamientos más que establecer relaciones de causa-efecto.

Para el objetivo uno, se hizo un reconocimiento visual y técnico de los respectivos sistemas de riego (micro aspersión y ventanilla), definiendo el establecimiento y diseño, tipo de material, cantidad de recurso humano, características de la maquinaria agrícola y las ventajas y desventajas.

Para el segundo objetivo que relaciono el rendimiento del cultivo con los dos sistemas de riego aspersión vs ventanilla expresado en toneladas caña por hectáreas (TCH), toneladas de

caña por mes (TCM) y porcentaje de sacarosa (%S), fue necesario recolectar los datos de cosecha correspondientes al ciclo del cultivo para las dos fincas analizadas mediante los reportes de bascula emitidos por el ingenio azucarero (PICHICHI). Posteriormente se realiza una tabla comparativa sobre el rendimiento de los sistemas y se expresa mediante un gráfico. Los datos fueron analizados a través del programa EXCEL para obtener los datos de la estadística descriptiva (promedios).

Finalmente, para el tercer objetivo, se comparó el consumo del agua (CA) en el cultivo, mediante la cantidad de riegos y el total de agua consumida durante todo el ciclo productivo basado en los registros de las dos fincas a través de la siguiente formula:

$$CA = (\text{Caudal pozo} \times 3,6) \times \text{horas de uso del pozo} / \text{área regada}$$

Donde 3,6 es una constante para pasar de litro a m³

Se tuvo en cuenta la determinación del balance hídrico que funciona como una "contabilidad del agua" en el suelo, registrando entradas (precipitación y riego en unidades de mm) y salidas (evapotranspiración =EVT), para determinar con precisión la lámina de agua disponible (LAS) y optimizar la programación de los riegos.

De acuerdo con Cenicaña (2025), la variedad CC 05-430 requiere entre 1.500 y 2.000 mm de agua por ciclo (equivalente a 15.000–20.000 m³/ha/año), dependiendo de la edad de la plantación y las condiciones climáticas. Durante las fases de macollamiento y elongación, la demanda hídrica se incrementa, representando hasta el 70% del consumo total. Por lo tanto, evaluar la eficiencia de los sistemas de riego implementados en este estudio permite determinar en qué medida la oferta tecnológica satisface esta demanda y optimiza el uso del recurso. Con las comparaciones realizadas respecto a la implementación y el desempeño de los sistemas de riego

aplicados en las fincas Chamberry lote 23 y la Matilde lote 40 se pudo caracterizar los recursos necesarios para la ejecución de los dos sistemas, los cuales se muestran en las tablas 1 y 2.

En ellas se puede evidenciar que la oferta tecnológica del sistema por ventanilla se basa en la regulación manual del caudal mediante ventanillas ubicadas en tuberías de PVC de 10”, mientras que el sistema por Micro aspersión, utiliza emisores presurizados de 65 L/min con distribución homogénea.

Resultados

Tabla 1

Características del Sistema de riego por Ventanilla (Chamberry)

Establecimiento y diseño	Flujo de agua por gravedad a través de surcos
Materiales	Canales de conducción, Tubería 10” con ventanillas 203 mm con 1,65 metros de distancia entre ventanas, Codos, T y llaves de 10”, pala
Recurso humano	2 operarios para la instalación de la tubería y para apertura y cierre de ventanilla (2 turnos) 1 tractorista 1 persona que ayude al regador a instalar la tubería
Maquinaria	Motor de captación 100lt/segundo Tractor Remolque Porta tubos
Ventajas	Bajo costo de instalación y mantenimiento Buena infiltración en suelos franco arenosos
Desventajas	Dependiente de la nivelación del terreno Riesgo de escurrimiento

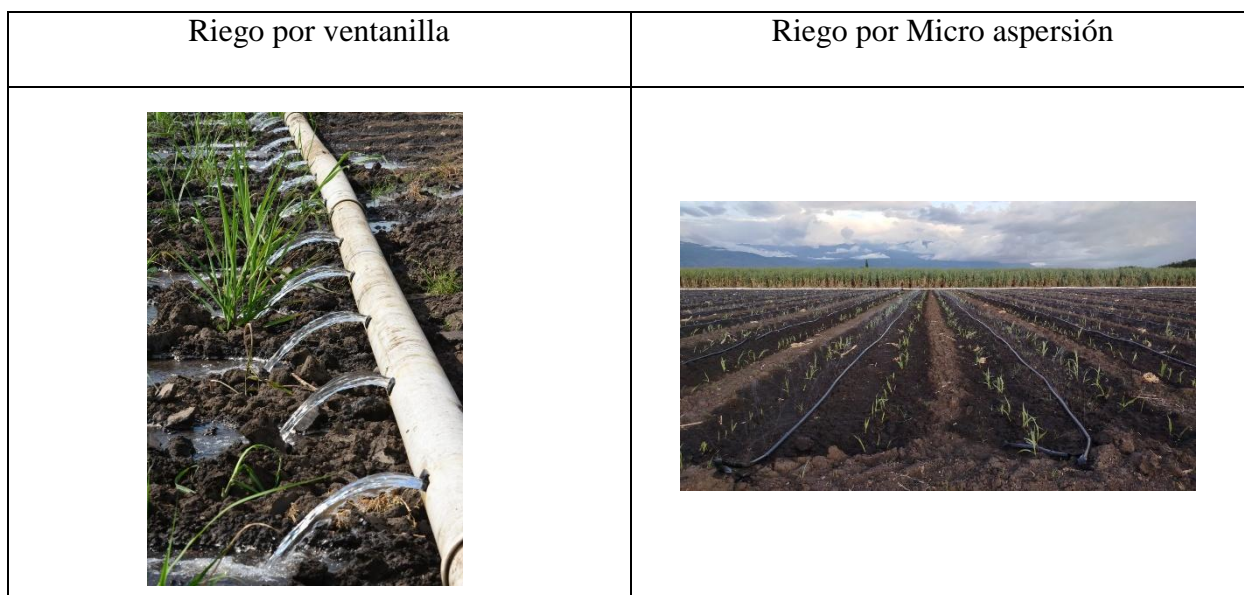
Nota. Esta tabla muestra las particularidades de los elementos, materiales y equipos que componen el montaje del sistema de riego por Ventanilla, la maquinaria y el recurso humano requerida para su montaje. *Fuente.* Autoría propia

Tabla 2.

Sistema de Riego por Micro aspersión (Finca La Matilde)

Establecimiento y diseño	Red de tuberías con emisores de baja presión que cubren toda la superficie.
Materiales	Tuberías de PVC o polietileno de 10” Micro aspersores, filtros, válvulas y bomba. Pala
Recurso humano	2 regadores capacitados para operación y mantenimiento del sistema presurizado (2 turnos) 1 tractorista 1 persona que ayude al regador de turno a instalar la tubería
Maquinaria	Motor de captación 100lt/segundo Tractor Remolque planchón para transporte de manguera
Ventajas	Alta eficiencia, distribución homogénea, menor escurrimiento y compactación.
Desventajas	Alto costo inicial, riesgo de obstrucción, dependencia energética

Nota. Esta tabla muestra las particularidades de los elementos, materiales y equipos que componen el montaje del sistema de riego por Micro aspersión, la maquinaria y el recurso humano requerida para su montaje. *Fuente.* Autoría propia.

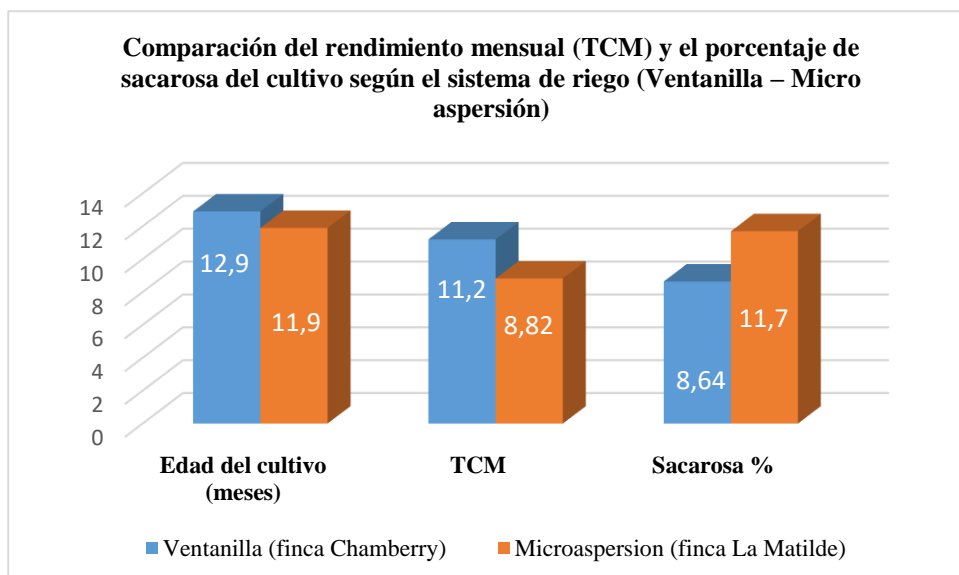
Figura 1.*Sistemas de riego*

Nota. la imagen de la izquierda muestra el riego por ventanilla mientras en la derecha se puede observar el riego por Micro aspersión. *Fuente:* Autoría propia.

Según los datos recolectados de las producciones del ciclo en estudio, la finca Chamberry lote 23 la cual utiliza riego por ventanilla, con edad de cosecha de 12,9 meses presentó un rendimiento de 145,61 toneladas de caña por hectárea (TCH), valores de toneladas de caña por mes (TCM) de 11,2 y un porcentaje de sacarosa del 8,64%. Por su parte, la Finca La Matilde lote 40, con riego por micro aspersión, obtuvo 104,96 TCH, 8,82 TCM un contenido de sacarosa de 11,7% y una edad de cosecha de 11,9 meses. (figuras 2 y 3).

Figura 2.

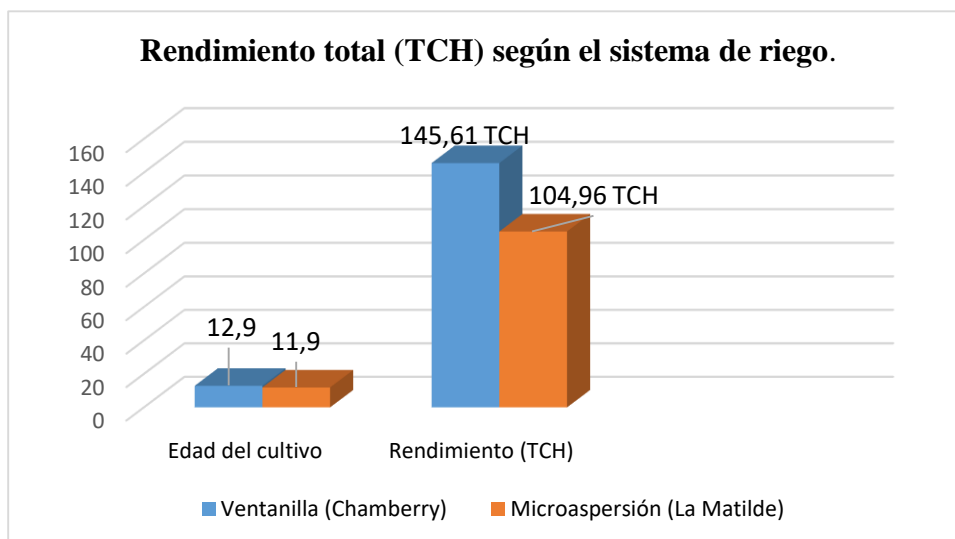
Comparación del rendimiento mensual (TCM) y el porcentaje de sacarosa del cultivo según el sistema de riego (Ventanilla – Micro aspersión)



Nota. En esta figura se puede observar la diferencia entre las edades de los dos cultivos, la cantidad de toneladas de caña por hectáreas producidas y la cantidad de sacarosa en porcentaje que se obtuvo de cada una de las fincas. *Fuente.* Autoría propia.

Figura 3.

Rendimiento total (TCH) según el sistema de riego.



Nota. La figura muestra la similitud en edad de los dos cultivos y la diferencia en el rendimiento obtenido. *Fuente.* Autoría Propia.

La diferencia de 40,65 TCH entre ambas fincas evidencia una ventaja en el rendimiento del sistema de riego por ventanilla en este caso específico del 38%, reflejando más eficiencia del uso del agua frente al sistema por micro aspersión. La diferencia de un mes en la edad de cosecha y la edad de siembra de la caña, puede influir levemente en la concentración de sacarosa.

Al comparar los datos del volumen total de agua aplicado por hectárea durante todo el ciclo productivo se pudo analizar la eficiencia de los dos sistemas de riego (Tabla 3).

Tabla 3.

Comparación consumo de agua según sistema de riego

Variable	Unidad	Riego por Ventanilla (Finca Chamberry)	Riego por Micro aspersión (Finca La Matilde)	Diferencia (%)	Observación
Superficie evaluada	ha	5,2	25,53	—	—
Edad de cosecha	meses	13	12	—	—
Cantidad de riegos	unidades	6	12	50	Requirió el doble de riegos con Micro aspersión
TCH	t/ha	145,61	104,96	38,7	Mayor rendimiento por ventanilla

TCM	t/mes	11,2	8,82	27	Mayor productividad mensual
Sacarosa	%	8,64	11,7	-26,1	Mayor calidad en micro aspersión
Volumen de agua aplicado	m ³ /ha	6.480	211.388	-96,9	Mayor eficiencia hídrica por ventanilla
Eficiencia del uso del agua (EUA)	%	78	61	17	Más ahorro y rendimiento

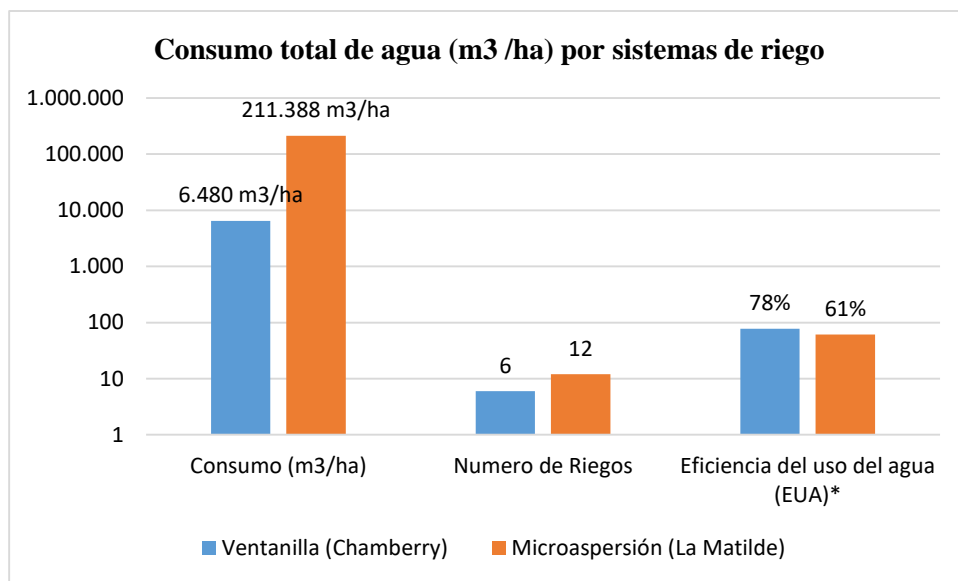
Nota. En esta tabla se puede evidenciar, de manera comparativa entre las dos fincas, el volumen de agua aplicado en relación a la eficiencia del uso del agua, frente a los resultados de la producción. *Fuente.* Autoría propia.

A pesar de que el sistema de riego por Micro aspersión ejerce mayor control en la aplicación del agua, este presentó mayores pérdidas por evaporación y escurrimiento superficial, lo que redujo su eficiencia hídrica. De acuerdo con los datos registrados, el riego por ventanilla alcanzó una eficiencia estimada del 78%, mientras que el riego por Micro aspersión fue del 61%, calculada a partir del volumen aplicado frente a la demanda real del cultivo. Esto demuestra una mayor racionalidad en el uso del recurso hídrico en el sistema por ventanilla (Figura 4).

Del mismo modo confirma la relación entre el método de riego y el rendimiento productivo del cultivo, destacando que el sistema por ventanilla, bajo una adecuada planificación del riego basada en el balance hídrico, puede ser más eficiente en términos de números de riegos y cantidad de agua utilizada en suelos franco arenosos como los de la zona de estudio.

Figura 4.

Consumo total de agua (m³ /ha) por sistemas de riego



Nota. En esta figura se expresa la eficiencia del uso del agua de los dos sistemas de riego evaluados. *Fuente.* Autoría propia

Conclusiones

Estos resultados demuestran que el sistema de riego por ventanilla, pese a ser de menor complejidad tecnológica, logra una eficiencia significativamente superior en el uso del agua, al generar más biomasa por metro cúbico aplicado.

Del mismo modo, el riego por micro aspersión incurre en gastos de mantenimiento el cual no es necesario en el riego por ventanilla; sin embargo, tiene menor riesgo de escurrimiento y compactación frente al otro sistema en comparación.

El sistema de riego por ventanilla implementado en la Finca Chamberry mostró un rendimiento superior expresado en términos de TCH y TCMH respecto al sistema de micro aspersión utilizado en la Finca La Matilde para el ciclo productivo evaluado.

Por su parte, la Micro aspersión mostró un mejor porcentaje de sacarosa, lo que indica que podría ser más favorable en escenarios donde la calidad industrial del cultivo sea prioritaria sobre la cantidad.

El consumo de agua en la finca Chamberry fue notablemente inferior, a pesar de contar con el mismo caudal que la finca comparada. Esto se debe a que el número de riegos aplicados fue menor, lo que resultó en una diferencia de 204.908 m³/ha en el consumo total durante el periodo de producción.

Las condiciones similares de suelo, variedad sembrada y fechas de siembra y cosecha permiten atribuir en gran medida estas diferencias al tipo de sistema de riego implementado; sin embargo, las labores y prácticas agrícolas implementadas también pueden influir.

Recomendaciones

Teniendo en cuenta los resultados del presente estudio comparativo, se recomienda:

Complementar el presente estudio con uno que tenga en cuenta las labores agrícolas desarrolladas en el ciclo productivo y los costos totales

En un próximo estudio, realizar análisis del suelo durante el ciclo con el fin de evaluar la erosión del suelo con los dos sistemas de riego comparados

Realizar un análisis de costos de la implementación de los sistemas de riego estudiados y del mantenimiento de los mismos durante el ciclo de producción.

Estos resultados demuestran que el sistema de riego por ventanilla, pese a ser de menor complejidad tecnológica, logra una eficiencia significativamente superior en el uso del agua, al generar más biomasa por metro cúbico aplicado. Por su parte, la Micro aspersion mostró un mejor porcentaje de sacarosa, lo que indica que podría ser más favorable en escenarios donde la calidad industrial del cultivo sea prioritaria sobre la cantidad

Referencias Bibliográficas

- Asocaña. (2023). *Informe Anual 2022-2023: Aspectos generales del Sector Agroindustrial de la Caña*. <https://www.asocana.org/modules/documentos/3/368.aspx>
- Cenicaña (2011). Serie divulgativa N°13. Riego con canal reducido. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.cenicana.org/pdf_privado/serie_divulgativa/sd_13/sd_13.pdf
- Cenicaña (2016). Riego por surcos en cultivo de caña de azúcar <https://www.cenicana.org/riego-por-surcos/#:~:text=El%20riego%20por%20surcos%20es,se%20presenta%20generalmente%20en%20la>
- Cenicaña (2019). Riego por goteo en cultivo de caña de azúcar. <https://www.cenicana.org/riego-por-goteo-en-el-cultivo-de-la-cana-de-azucar/>
- Cenicaña (2025). Lineamientos del manejo agronómico de la variedad CC 05430.
- Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca – CVC. (2024). *Informe del estado de los recursos hídricos en el Valle del Cauca 2014–2024*. Cali, Colombia: CVC
- Cruz Valderrama, J. R. Centro de Investigaciones de la Caña de Colombia -Cenicaña (2014) Control Administrativo del Riego (CAR) Guía Metodológica. <https://www.cenicana.org/control-administrativo-delriego-car-guia-metodologica/>
- DEL RIEGO, E. D. L. A., & DE GUATEMALA, Z. C. EL RIEGO EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZUCAR. *El Cultivo de la Caña de Azúcar en Guatemala*, 178.
- El País. (2023, 29 de abril). Caña de azúcar, un producto con sello vallecaucano Informe anual(2021).Programa integra. <https://www.youtube.com/watch?v=6oqWOpAGP->

- Larrahondo, J. E. (1995). Calidad de la caña de azúcar. *El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia*. Eds. Cassalet, C, 337-354.
- Maya Rivera, C. A., & Bermúdez, J. A. Estimación del Riego por Gravedad con Ventana Reguladora de Caudal (VRC) en Suelos Franco-Arenosos para el Cultivo Caña de Azúcar.
- Romero E. R. Et al.(2019).DE LA CAÑA DEAZUCAR. Características y ecofisiología. Cap 1. https://www.researchgate.net/profile/Patricia-Digonzelli-2/publication/263071747_CAPITULO_1_LA_CANA_DE_AZUCAR_Caracteristicas_y_ecofisiologia/links/0c960539b092f76183000000/CAPITULO-1-LA-CANA-DE-AZUCAR-Characteristicas-y-ecofisiologia.pdf
- Torres Aguas, J. (1995). El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia..
- Welch, C., & Muriel, I. (s.f.). *Producción Sostenible de caña de azúcar en el Valle del Cauca, Colombia*. The Nature Conservancy, Unidad Regional América Latina. https://www.nature.org/content/dam/tnc/nature/en/documents/latin-america/Resumen_Ca%C3%B1adeAzucar_Final.pdf
- Yara Colombia: Gestion de selos y agua en caña de azucar. <https://www.yara.com.co/nutricion-vegetal/cana-de-azucar/gestion-de-suelos-y-agua-en-cana-de-azucar/>