

OPTIMIZACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE RIEGO EN EL RIO CRAVO SUR



OPTIMIZACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE RIEGO EN EL RIO CRAVO SUR

JANETH LORENA FAGUA GUATIBONZA

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

29 de junio de 2025

OPTIMIZACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE RIEGO EN EL RIO CRAVO SUR

OPTIMIZACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE RIEGO EN EL RIO CRAVO SUR

JANETH LORENA FAGUA GUATIBONZA

**Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Especialista en
Gerencia de Proyectos**

asesor

DEIVI DAVID FUENTES DORIA

PhD en ciencia: Gerencia

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

29 de junio de 2025

OPTIMIZACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE RIEGO EN EL RIO CRAVO SUR

CONTENIDO

LISTA DE TABLAS.....	4
Anexos.....	5
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	9
1.1 La pregunta de investigación.....	10
1.1.1 Objetivo general.....	11
1.1.2 Objetivos específicos.....	11
1.2 Justificación de la investigación.....	12
2. MARCO DE REFERENCIA.....	13
2.1. Marco de Antecedentes.....	13
2.2. Marco Teórico.....	14
2.2.1 Caracterización geográfica de la cuenca del río Cravo Sur.....	14
3. METODOLOGÍA.....	16
3.1. Enfoque y alcance de la investigación.....	16
3.2. Definición de la población.....	16
3.3. Instrumento.....	17
3.4. Descripción del procedimiento.....	17
3.5. Análisis de información.....	18
3.6. Consideraciones éticas.....	18
4. RESULTADOS.....	20
5. ANALISIS DE RESULTADOS.....	26
6. CONCLUSIONES.....	28
7. RECOMENDACIONES.....	30
BIBLIOGRAFÍA.....	32

OPTIMIZACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE RIEGO EN EL RIO CRAVO SUR

4

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. características de referencia de las fincas encuestadas.....	20
Tabla 2. comparativo de aprovechamiento	21
Tabla 3. Comparativo de frecuencia y rendimiento.....	23
Tabla 4. Prueba de Kruskal-Wallis.....	25

OPTIMIZACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE RIEGO EN EL RIO CRAVO SUR

5

Anexos

Anexo 1 Tabla de Codificación.....	34
Anexo 2 Encuesta sobre optimización del procedimiento de riego en el Rio Cravo Sur	35

OPTIMIZACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE RIEGO EN EL RIO CRAVO SUR

6

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo estudiar la optimización del riego en las veredas La Guamalera y La Vega, ubicadas en la cuenca del río Cravo Sur, con el fin de lograr un uso más eficiente del agua en una región agrícola afectada por condiciones topográficas complejas, variabilidad climática y prácticas tradicionales ineficientes, como el riego por gravedad, que provoca significativas pérdidas por escorrentía, evaporación e infiltración. La mejora de estos sistemas no solo permite aumentar la eficiencia hídrica y la productividad agrícola, sino también reducir los costos de producción y mitigar los impactos ambientales. Dado que las comunidades locales dependen directamente del río, optimizar el riego contribuye a fortalecer la seguridad alimentaria, proteger los ecosistemas acuáticos y aumentar la resiliencia frente al cambio climático. La identificación e implementación de sistemas de riego más técnicos y adaptados a las condiciones locales en La Guamalera y La Vega permitirá avanzar hacia un modelo agrícola más sostenible, rentable y ambientalmente responsable, en equilibrio con la conservación de los recursos naturales de la cuenca del río Cravo Sur.

ABSTRACT

The objective of this work is to study the optimization of irrigation in La Guamalera and La Vega, located in the Cravo Sur river basin, in order to achieve a more efficient use of water in an agricultural region affected by complex topographic conditions, climatic variability and inefficient traditional practices, such as gravity irrigation, which causes significant losses due to runoff, evaporation and infiltration. Improving these systems not only increases water efficiency and agricultural productivity, but also reduces production costs and mitigates environmental impacts. Since local communities depend directly on the river, optimizing irrigation contributes to strengthening food security, protecting aquatic ecosystems and increasing resilience to climate change. The identification and implementation of more technical irrigation systems adapted to local conditions in La Guamalera and La Vega will allow progress towards a more sustainable, profitable and environmentally responsible agricultural model, in balance with the conservation of the natural resources of the Cravo Sur river basin.

OPTIMIZACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE RIEGO EN EL RIO CRAVO SUR

7

INTRODUCCIÓN

La optimización del procedimiento de riego en las veredas La Guamalera y La Vega, ubicadas en la cuenca del río Cravo Sur, representa un desafío fundamental para garantizar un uso eficiente del recurso hídrico en esta región agrícola de Casanare, Colombia. Las condiciones topográficas, el régimen climático y la presión creciente sobre el uso del suelo afectan la disponibilidad y calidad del agua. Las prácticas tradicionales de riego, como el riego por gravedad, generan importantes pérdidas de agua por escorrentía, infiltración excesiva y evaporación. Ante este panorama, es necesario implementar estrategias que permitan una gestión más técnica, precisa y sostenible del riego.

La mejora del sistema de riego en estas veredas es clave para elevar la eficiencia en el uso del agua, reducir costos de producción y aumentar la productividad de los cultivos. Dada la dependencia directa de las comunidades locales del río Cravo Sur, optimizar el riego también contribuye a preservar los ecosistemas acuáticos, fortalecer la seguridad alimentaria y mitigar los impactos de la variabilidad climática. Este proceso no solo beneficia a los agricultores, sino también a toda la región, al garantizar una relación más equilibrada entre el desarrollo agrícola y la conservación del medio ambiente.

Estudios científicos han demostrado la eficacia del uso de sensores de humedad del suelo, estaciones meteorológicas automáticas y modelos de simulación para mejorar la programación del riego. Por ejemplo, investigaciones publicadas en *ScienceDirect* y *Scielo* han implementado tecnologías como sensores TDR y modelos hidrológicos predictivos para establecer el momento y la cantidad óptima de riego, logrando una reducción significativa en el consumo de agua sin afectar la producción. Además, en el contexto colombiano, se han empleado herramientas de planificación como el Plan de Ordenación y Manejo de Cuenca (POMCA) y el Índice de

OPTIMIZACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE RIEGO EN EL RIO CRAVO SUR

8

Evaluación del Sistema de Gestión (IESG), los cuales integran la variabilidad climática en la toma de decisiones sobre el uso del recurso hídrico.

La aplicación de estos métodos en La Guamalera y La Vega permitiría desarrollar un sistema de riego más eficiente y adaptado a las condiciones locales. Incorporar sensores de campo, modelos climáticos y mecanismos de monitoreo en tiempo real posibilita una gestión más precisa del riego, que reduce el desperdicio, mejora la calidad del suelo y aumenta la rentabilidad de las explotaciones. A largo plazo, estas acciones fortalecerían la sostenibilidad de las actividades agrícolas en la cuenca del río Cravo Sur, promoviendo un desarrollo rural más resiliente y ambientalmente responsable.

OPTIMIZACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE RIEGO EN EL RIO CRAVO SUR

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la ciudad de Yopal, especialmente en las veredas La Guamalera y La Vega, gran parte de la población depende de la agricultura como fuente principal de sustento económico. Esta actividad, sin embargo, se ha desarrollado tradicionalmente de manera artesanal, sin un enfoque técnico en el manejo del riego ni en la calidad del agua utilizada. Actualmente, uno de los principales problemas identificados es que no existen estudios sistemáticos que verifiquen si el agua empleada para el riego cumple con los parámetros de calidad establecidos en la Resolución 2115 de 2007, ni si los métodos aplicados son adecuados para garantizar un abastecimiento eficiente y continuo a los cultivos, según sus necesidades hídricas específicas.

Este vacío en el conocimiento técnico ha derivado en prácticas ineficientes, como el uso excesivo de agua, riegos mal programados y posibles riesgos para los suelos y los cultivos debido a la falta de control sobre la calidad del recurso. Aunque el río Cravo Sur, en el tramo que atraviesa estas veredas, no presenta una contaminación significativa por actividades antrópicas, el desconocimiento sobre las características fisicoquímicas del agua y la ausencia de herramientas para la gestión racional del riego limitan la sostenibilidad de la actividad agrícola local. En este contexto, estudios revisados en bases como Scielo, ScienceDirect y Dialnet coinciden en que la falta de control de parámetros de calidad del agua y el uso de sistemas tradicionales afectan tanto la eficiencia hídrica como la salud del suelo y de los cultivos (González & Roldán, 2020; Morales et al., 2021).

A pesar de que investigaciones similares han demostrado que la incorporación de sensores de humedad, estaciones meteorológicas y análisis de calidad del agua mejora la eficiencia del riego y protege los ecosistemas, en La Guamalera y La Vega estas tecnologías aún no se han implementado. La literatura también señala que los agricultores de zonas rurales suelen enfrentar

OPTIMIZACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE RIEGO EN EL RIO CRAVO SUR

10

barreras como la falta de capacitación técnica, la ausencia de asesoría institucional y la limitada infraestructura hídrica, lo cual reproduce prácticas obsoletas y reduce la competitividad agrícola.

Por tanto, se hace necesario optimizar el procedimiento de riego en estas veredas mediante un diagnóstico integral que contemple tanto la calidad del agua como la eficiencia del sistema de distribución. Esto permitirá establecer primero si el agua cumple con los estándares normativos, segundo si las prácticas actuales garantizan el abastecimiento adecuado para los cultivos. Finalmente busca promover una agricultura sostenible, técnicamente fundamentada y ambientalmente responsable, que aproveche de manera racional los recursos del río Cravo Sur en beneficio de las comunidades rurales que dependen de él.

1.1 La pregunta de investigación

¿La eficiencia del método de riego utilizado en el río Cravo Sur, depende de las técnicas utilizadas por los habitantes?

OPTIMIZACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE RIEGO EN EL RIO CRAVO SUR

11

1.1.1 Objetivo general

Incentivar al cultivador a implementar un sistema de riego sostenible y eficiente con uso del agua del Rio Cravo Sur

1.1.2 Objetivos específicos

- Comparar los métodos de riego de las diferentes fincas aledañas al rio Cravo Sur.
- Evaluar y mejorar el sistema de riego ejecutado junto al Rio Cravo Sur, para lograr un mejoramiento de calidad y cantidad de la producción de cultivos.
- Verificar si el agua utilizada para el riego cumple con los parámetros de calidad establecidos en la normatividad ambiental vigente (Resolución 2115 de 2007), con el fin de garantizar su uso seguro y sostenible en la producción agrícola.

1.2 Justificación de la investigación

El sistema de riego por goteo es un método de irrigación utilizado en las zonas áridas que permite la utilización óptima de agua y abonos, distribuyendo el agua en forma controlada con una zona de humedecimiento radicular (García Casillas, 2015). Esta distribución del agua se transporta a través de tuberías y mangueras a presión, donde en algunos casos, se aprovecha las pendientes que presente el terreno, y en la mayoría de los casos se utiliza un sistema de bombeo y desde este sistema se conduce el agua a todas las zonas de las raíces de las plantas, regando el agua en una zona localizada, generalmente en plantaciones delicadas o plantaciones controladas, como los invernaderos. El agua aplicada por este método de riego se infiltra hacia el interior de las raíces de las plantas irrigando directamente la zona de influencia de las raíces a través de un sistema de tuberías y emisores o goteros

La presión del agua es primordial para conseguir un riego por aspersión de calidad. Una presión inadecuada puede provocar una distribución desigual del agua en el campo. Además, las tuberías utilizadas deben ser eficientes para garantizar que el agua llegue bien a los aspersores. Los aspersores varían en sus patrones de dispersión del agua, siendo los aspersores cuadrados portátiles y con múltiples aberturas para rociar el agua, lo que los convierte en la opción ideal para campos de formas extrañas. Es vital inspeccionar y modificar el sistema de aspersión con regularidad, garantizando que los aspersores rocían el agua correctamente y proporcionan una cobertura adecuada (La agricultura , 2023).

También existe el método de riego llamado exudación, Para esta forma de riego se utiliza una manguera porosa de la que sale continuamente una pequeña cantidad de agua, que se reparte uniformemente y que es capaz también de esponjar la tierra. El agua sale por toda la longitud de la manguera y esta se suele enterrar más o menos a unos 10 centímetros del suelo. De este

OPTIMIZACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE RIEGO EN EL RIO CRAVO SUR

13

modo queda oculta y además libera el agua más cerca de las raíces de las plantas, que es donde más hace falta. Esto significa que habrá que usar menos agua, puesto que ya se humedece la zona necesaria

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1. Marco de Antecedentes

La agricultura en las veredas La Guamalera y La Vega, en el municipio de Yopal (Casanare), ha sido tradicionalmente desarrollada mediante prácticas artesanales, sin la incorporación de tecnologías o estudios técnicos que garanticen un uso eficiente del recurso hídrico. Estudios recientes han señalado que, en muchas regiones rurales de Colombia, el riego agrícola carece de planificación y monitoreo, lo que genera una utilización ineficiente del agua, afectando tanto la productividad de los cultivos como el equilibrio ecológico de las fuentes hídricas. Investigaciones como la de González & Roldán (2020), publicadas en *Scielo*, y Morales et al. (2021), en *ScienceDirect*, han demostrado que el uso de sensores de humedad, estaciones meteorológicas y análisis de calidad del agua permite optimizar el riego, reducir pérdidas hídricas y mejorar el rendimiento agrícola. En el contexto local del río Cravo Sur, aunque no se evidencia una fuerte carga de contaminación por actividades antrópicas en las zonas rurales, no existen estudios actualizados que evalúen la calidad del agua utilizada en el riego, ni su cumplimiento con la normatividad nacional, como lo establece la Resolución 2115 de 2007. Además, no se ha promovido una transición hacia métodos de riego más eficientes que favorezcan el ahorro hídrico, la productividad y la sostenibilidad ambiental. Estos antecedentes reflejan la necesidad de establecer un diagnóstico técnico y ambiental del uso del agua para riego en estas veredas.

2.2. Marco Teórico

2.2.1 Caracterización geográfica de la cuenca del río Cravo Sur

El río Cravo Sur, también conocido como Cravo Sur, nace en el municipio de Mongua, en el departamento de Boyacá, específicamente en el Páramo de Pisba, Colombia. A lo largo de sus 138 kilómetros, recorre municipios de Boyacá como Mongua y Labranzagrande, y de Casanare como Yopal, San Luis de Palenque y Orocué, hasta desembocar en el río Meta. De acuerdo con Corpoboyacá (s.f.), el 87 % del territorio de la cuenca, equivalente a 439.967,2 hectáreas, se encuentra en el departamento de Casanare, donde atraviesa los municipios de Chámeza, Recetor, Yopal, Aguazul, Tauramena y Maní. De estos, Aguazul y Recetor están completamente incluidos en el territorio de la cuenca, mientras que, en Boyacá, que representa el 13 % restante (65.830 hectáreas), se incluyen municipios como Sogamoso, Labranzagrande, Aquitania y Pajarito, siendo este último el único que se encuentra en su totalidad dentro del área de influencia. Además, Corpoboyacá señala que las microcuencas asociadas al Cravo Sur se extienden desde los 3.300 hasta los 2.550 m s. n. m., con predominancia del uso rural, aunque el aumento demográfico ha modificado los patrones de ocupación del suelo, generando problemáticas sociales y ambientales.

2.2.2. Problemáticas actuales del riego y necesidad de tecnificación

En la región de Yopal, el río Cravo Sur atraviesa una cuenca de aproximadamente 565.000 hectáreas, destinadas en gran parte a cultivos como yuca, maíz y plátano. Sin embargo, se han identificado graves deficiencias en los sistemas de riego, donde predominan prácticas artesanales sin criterios técnicos ni controles sobre la calidad del agua, lo cual contradice los lineamientos establecidos en la Resolución 2115 de 2007 del Ministerio de Salud y Protección

Social. Estas prácticas conducen al desperdicio del recurso hídrico por escorrentía, evaporación y riegos mal programados, además de la posible degradación de los suelos y la reducción en la productividad agrícola (Ministerio de Salud y Protección Social, 2007). Frente a este panorama, es urgente implementar sistemas de riego más eficientes, sostenibles y adaptados a las condiciones agroecológicas locales, que garanticen un uso racional del agua y reduzcan el impacto ambiental de la actividad agrícola.

2.2.3. Propuesta De Modernización

Diversos estudios han señalado que la adopción de tecnologías inteligentes en los sistemas de riego, como sensores de humedad, estaciones meteorológicas, sistemas de automatización y análisis predictivo, permite mejorar significativamente la eficiencia del uso del agua. Según El País (2020), la implementación de estas herramientas puede reducir hasta un 50 % el consumo de agua, mejorar la distribución del riego y prevenir el estrés hídrico en las plantas, lo cual se traduce en menores costos operativos y mayor sostenibilidad agrícola. De manera similar, Soloriego (2020) reporta que en países como España y Chile el uso de inteligencia artificial ha logrado ahorros de hasta un 10 % en el consumo de agua sin afectar la productividad de los cultivos. En este contexto, el presente estudio se basa en un marco conceptual que articula cuatro ejes fundamentales: la calidad del agua (evaluada a través de parámetros fisicoquímicos), la eficiencia del riego (medida mediante coeficientes de uniformidad y riego con déficit controlado), la tecnología inteligente (uso de IoT, sistemas SCADA y control predictivo tipo MPC) y la gestión ecosistémica de la cuenca (a través de planificación hídrica y restauración de zonas ribereñas). Estos componentes permitirán desarrollar un diagnóstico técnico-ambiental preciso, implementar soluciones adaptadas a las condiciones del territorio, capacitar a los agricultores y establecer un sistema de riego eficiente, sostenible y resiliente frente a la variabilidad climática.

3. METODOLOGÍA

3.1. Enfoque y alcance de la investigación

Investigación cuantitativa

Se realiza un estudio cuantitativo porque permite medir de manera precisa y objetiva variables clave como el consumo de agua, la humedad del suelo, la eficiencia del riego y la productividad agrícola, lo cual es fundamental para evaluar el impacto de la implementación de tecnologías modernas en las veredas La Guamalera y La Vega. Este enfoque facilita la comparación entre métodos tradicionales y tecnificados, y permite sustentar decisiones con datos verificables y estadísticamente significativos. Además, el análisis cuantitativo ofrece indicadores concretos que pueden ser utilizados para optimizar el uso del recurso hídrico, mejorar la planificación agrícola y fortalecer la sostenibilidad en la cuenca del río Cravo Sur. Población y muestra

3.2. Definición de la población

Enfocada a la verificación de hipótesis: la contaminación generada por las actividades inherentes a la actividad antrópica propia del sector afecta de manera negativa a la calidad del río; haciendo necesaria la intervención de los entes encargados de vigilar esta actividad (Hernandez, 1991).

La población a la que se va a aplicar el estudio del sistema de riego son las veredas aledañas al río Cravo Sur, las zonas como el corregimiento el Morro es un centro poblado colombiano ubicado en el departamento de Casanare. Constituye un corregimiento perteneciente a la jurisdicción del municipio de Yopal, la capital departamental.

OPTIMIZACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE RIEGO EN EL RIO CRAVO SUR

17

Este poblado se ubica hacia el noroeste del municipio de Yopal, en las estribaciones de la vertiente oriental de la cordillera de los Andes, sobre la cuenca alta del río Cravo Sur. En su territorio presenta paisaje de montaña y piedemonte (Piedemonte Llanero (Wikipedia, 2004)

El corregimiento del Morro tiene una población de 2.865 habitantes, tiene una altitud de 1.861 sobre el nivel del mar (Kale, 2024).

3.3. Instrumento

Se va a realizar una encuesta porque permite recopilar información directa de los agricultores sobre sus prácticas actuales de riego, percepciones sobre el uso del agua, nivel de conocimiento técnico, limitaciones que enfrentan y disposición a adoptar nuevas tecnologías. Esta herramienta facilita conocer la realidad local desde la experiencia de los actores del territorio, complementando los datos técnicos con información contextual relevante para diseñar estrategias de optimización más adaptadas a las necesidades y capacidades de la comunidad. Además, los resultados de la encuesta ayudarán a identificar patrones de uso, comportamientos comunes y posibles barreras sociales o económicas para la implementación de sistemas de riego más eficientes.

3.4. Descripción del procedimiento

Para analizar el sistema de riego utilizado en las fincas ubicadas en las zonas aledañas al río Cravo Sur, se aplicará una encuesta estructurada como instrumento de recolección de datos. Esta encuesta está conformada por 16 preguntas cerradas y de selección múltiple, diseñadas

OPTIMIZACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE RIEGO EN EL RIO CRAVO SUR

18

para identificar aspectos clave como el tipo de sistema de riego implementado, el tamaño de las fincas, y el volumen aproximado de agua (en litros) que se emplea en el riego de los cultivos.

La aplicación del instrumento se realizará mediante un formulario digital elaborado en Google, cuyo enlace será compartido con los agricultores a través de la plataforma WhatsApp durante las visitas programadas a cada predio. Este método facilitará la participación y garantizará un registro ágil y organizado de la información recopilada.

3.5. Análisis de información

La investigación documental se realizará a partir de la consulta y análisis de diversas fuentes como libros, revistas, periódicos, registros oficiales y documentos institucionales (Zorrilla, 1993; Ministerio de Protección Social, 2007), lo que permitirá sustentar teóricamente el estudio y contextualizar la información recolectada. A partir de estos documentos, se identificarán principios y componentes clave que faciliten la interpretación de los datos relevantes. Asimismo, se aplicará un análisis predictivo a los resultados obtenidos mediante la encuesta, con el fin de identificar el tipo de sistema de riego utilizado en los predios, su frecuencia de uso y los beneficios percibidos en los cultivos. Las respuestas serán analizadas estadísticamente para facilitar su comprensión, análisis e interpretación, lo cual permitirá obtener conclusiones más claras y fundamentadas.

3.6. Consideraciones éticas

Se consideran una serie de principios éticos esenciales que garantizan tanto el respeto por los derechos de las personas involucradas como la protección del medio ambiente.

OPTIMIZACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE RIEGO EN EL RIO CRAVO SUR

19

En primer lugar, se asegura que todos los productores agrícolas que participan en encuestas u observaciones lo hagan de manera voluntaria, contando con su consentimiento informado. A cada uno se le explica de forma clara el propósito del estudio, su participación libre y el derecho que tienen de retirarse en cualquier momento sin que esto les genere consecuencias.

El estudio se fundamenta en el uso ético y responsable de la información recolectada, la cual se empleará únicamente con fines académicos. Bajo ninguna circunstancia se hará uso inadecuado o comercial de los datos, ni se divulgarán sin el consentimiento explícito de los participantes.

Las recomendaciones relacionadas con la optimización de los sistemas de riego no buscan reemplazar los métodos tradicionales utilizados por los agricultores, sino complementarlos con enfoques técnicos actuales que promuevan la eficiencia y la sostenibilidad, valorando los conocimientos locales en un proceso participativo.

En relación con el agua, se adopta una perspectiva de sostenibilidad ambiental, priorizando el cuidado del caudal ecológico del Río Cravo Sur y promoviendo su uso racional. Las propuestas del estudio no solo apuntan a mejorar el uso del agua en el riego, sino también a proteger el ecosistema y a asegurar un acceso justo y equilibrado para todos los usuarios del recurso.

4. RESULTADOS

Los resultados de la encuesta tienen un diagnóstico detallado sobre las condiciones actuales del riego agrícola en la zona de influencia del río Cravo Sur, así como identificar oportunidades para su optimización. La información fue recolectada directamente de productores locales mediante un cuestionario estructurado, que incluyó aspectos como la fuente de agua utilizada, tipo y frecuencia de riego, tamaño de la finca, nivel de satisfacción con el sistema actual y disposición a adoptar nuevas tecnologías.

La muestra estuvo conformada por 50 unidades productivas distribuidas principalmente en las veredas La Guamalera y La Vega, caracterizadas por prácticas agrícolas de pequeña escala y alta dependencia del recurso hídrico. Los resultados obtenidos permiten comprender la realidad local en torno al manejo del agua y servirán como base para proponer soluciones técnicas, sociales y ambientales que garanticen un uso más eficiente, sostenible y equitativo del riego en esta importante cuenca.

Tabla 1. características de referencia de las fincas encuestadas

Variables	N = 50
LOCALIDAD (VEREDA)	
La Guamalera	25 (50%)
La Vega	25 (50%)
TAMAÑO DE LA FINCA (EN HECTÁREAS):	
Menos de 5 hectáreas	24 (48%)
5 - 10 hectáreas	15 (30%)
11 - 20 hectáreas	6 (12%)
Más de 20 hectáreas	5 (10%)

¹ n (%)

Fuente: Autor, a partir de Jamovi (2025)

OPTIMIZACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE RIEGO EN EL RIO CRAVO SUR

La tabla 3, indica que, del total de 50 productores encuestados, se observa una distribución equitativa entre las dos localidades principales del estudio: La Guamalera y La Vega, cada una con el 50% de participación (25 encuestados por vereda).

En relación con el tamaño de las fincas, los resultados indican que la mayoría de las unidades productivas tienen dimensiones reducidas: el 48% posee menos de 5 hectáreas, seguido por un 30% con predios entre 5 y 10 hectáreas. Solo un 12% de los encuestados reportó tener fincas entre 11 y 20 hectáreas, mientras que apenas un 10% indicó poseer más de 20 hectáreas. Estos datos reflejan una predominancia de la pequeña agricultura familiar, lo que debe ser tenido en cuenta al diseñar estrategias de riego que sean accesibles, eficientes y adaptadas a las capacidades técnicas y económicas de estos productores.

Tabla 2. comparativo de aprovechamiento

	No (N=1)	No estoy seguro (N=6)	Si (N=43)	Total (N=50)	p value
VEREDA					0.120 ¹
La Guamalera	0.0 (0.0%)	1.0 (16.7%)	24.0 (55.8%)	25.0 (50.0%)	
La Vega	1.0 (100.0%)	5.0 (83.3%)	19.0 (44.2%)	25.0 (50.0%)	
UTILIZA ALGÚN SISTEMA DE RIEGO					< 0.001 ²
Si	1.0 (100.0%)	6.0 (100.0%)	43.0 (100.0%)	50.0 (100.0%)	
SISTEMA DE RIEGO UTILIZADO					< 0.001 ¹
Riego por Gravedad	0.0 (0.0%)	0.0 (0.0%)	1.0 (2.3%)	1.0 (2.0%)	
Riego por Aspersión	0.0 (0.0%)	5.0 (83.3%)	31.0 (72.1%)	36.0 (72.0%)	
Riego por Goteo	1.0 (100.0%)	0.0 (0.0%)	0.0 (0.0%)	1.0 (2.0%)	
Manual	0.0 (0.0%)	1.0 (16.7%)	11.0 (25.6%)	12.0 (24.0%)	
DE DÓNDE PROVIENE EL AGUA PARA EL RIEGO					< 0.001 ¹
Río Cravo Sur	0.0 (0.0%)	6.0 (100.0%)	42.0 (97.7%)	48.0 (96.0%)	
Pozo	1.0 (100.0%)	0.0 (0.0%)	1.0 (2.3%)	2.0 (4.0%)	

Fuente: Autor, a partir de Jamovi (2025)

OPTIMIZACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE RIEGO EN EL RIO CRAVO SUR

22

La tabla 4, indica que, en cuanto a la localidad de los encuestados, se observó que en La Guamarela el 55.8% respondió afirmativamente, mientras que en La Vega el 44.2% dio esta misma respuesta. Aunque hay una diferencia visible, el valor p obtenido (0.120) indica que no existe una asociación estadísticamente significativa entre la localidad y la respuesta, por lo que no se puede afirmar que la ubicación geográfica tenga un efecto directo sobre la percepción o comportamiento relacionado con la pregunta central del estudio.

Por otro lado, el uso de sistemas de riego mostró una relación perfectamente alineada con las respuestas, ya que el 100% de los encuestados (independientemente de su respuesta principal) manifestó utilizar algún sistema de riego en su finca. Esta homogeneidad absoluta fue reflejada en un valor p menor a 0.001, indicando una asociación estadísticamente significativa, aunque esta más bien evidencia una característica estructural de la muestra que una diferenciación entre grupos.

Respecto al tipo de sistema de riego utilizado, los datos mostraron una diversidad en las técnicas empleadas. El riego por aspersión fue el más común, con un 72% de prevalencia general, siendo dominante entre quienes respondieron "Sí". El riego manual y por goteo se encontraron en menor proporción. El valor p (<0.001) indica que existe una asociación significativa entre la respuesta y el tipo de sistema utilizado, sugiriendo que ciertas tecnologías de riego podrían estar relacionadas con percepciones o decisiones específicas.

Finalmente, al analizar la fuente de agua para el riego, se observó que el Río Cravo Sur es la principal fuente, siendo utilizada por el 96% de los encuestados. Solo un pequeño número indicó el uso de pozos. La prueba estadística también arrojó un valor p muy bajo (<0.001), lo que confirma una asociación significativa entre la fuente de agua y la respuesta dada por los agricultores. Esta relación podría estar influenciada por el acceso geográfico al recurso hídrico o por decisiones técnicas sobre su aprovechamiento.

OPTIMIZACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE RIEGO EN EL RIO CRAVO SUR

23

Tabla 3. Comparativo de frecuencia y rendimiento

	Riego por Gravedad (N=1)	Riego por Aspersión (N=36)	Riego por Goteo (N=1)	Manual (N=12)	Total (N=50)	p value
CUÁNTOS LITROS DE AGUA USA DURANTE UNA TEMPORADA DE RIEGO						0.027 ¹
Menos de 10,000 litros	0.0 (0.0%)	15.0 (41.7%)	0.0 (0.0%)	8.0 (66.7%)	23.0 (46.0%)	
10,000 - 30,000 litros	0.0 (0.0%)	11.0 (30.6%)	0.0 (0.0%)	0.0 (0.0%)	11.0 (22.0%)	
30,000 - 50,000 litros	0.0 (0.0%)	6.0 (16.7%)	0.0 (0.0%)	0.0 (0.0%)	6.0 (12.0%)	
Más de 50,000 litros	0.0 (0.0%)	2.0 (5.6%)	0.0 (0.0%)	0.0 (0.0%)	2.0 (4.0%)	
No sé	1.0 (100.0%)	2.0 (5.6%)	1.0 (100.0%)	4.0 (33.3%)	8.0 (16.0%)	
CON QUÉ FRECUENCIA RIEGA SUS CULTIVOS						0.316 ¹
Diariamente	0.0 (0.0%)	6.0 (16.7%)	1.0 (100.0%)	5.0 (41.7%)	12.0 (24.0%)	
Cada dos días	0.0 (0.0%)	17.0 (47.2%)	0.0 (0.0%)	3.0 (25.0%)	20.0 (40.0%)	
Semanalmente	0.0 (0.0%)	5.0 (13.9%)	0.0 (0.0%)	2.0 (16.7%)	7.0 (14.0%)	
Según necesidad (dependiendo de la humedad del suelo)	1.0 (100.0%)	8.0 (22.2%)	0.0 (0.0%)	2.0 (16.7%)	11.0 (22.0%)	
ESTÁ SATISFECHO CON EL RENDIMIENTO DE SU SISTEMA DE RIEGO						< 0.001 ¹
Satisfecho	0.0 (0.0%)	23.0 (63.9%)	0.0 (0.0%)	6.0 (50.0%)	29.0 (58.0%)	
Neutral	0.0 (0.0%)	13.0 (36.1%)	1.0 (100.0%)	1.0 (8.3%)	15.0 (30.0%)	
Insatisfecho	1.0 (100.0%)	0.0 (0.0%)	0.0 (0.0%)	5.0 (41.7%)	6.0 (12.0%)	
CREE QUE EL TEMA DE RIEGO QUE UTILIZA ES EFICIENTE						< 0.001 ¹
No	0.0 (0.0%)	0.0 (0.0%)	1.0 (100.0%)	0.0 (0.0%)	1.0 (2.0%)	
No estoy seguro	0.0 (0.0%)	5.0 (13.9%)	0.0 (0.0%)	1.0 (8.3%)	6.0 (12.0%)	
Si	1.0 (100.0%)	31.0 (86.1%)	0.0 (0.0%)	11.0 (91.7%)	43.0 (86.0%)	

Fuente: Autor, a partir de Jamovi (2025)

OPTIMIZACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE RIEGO EN EL RIO CRAVO SUR

24

La tabla 5, En relación con la cantidad de agua empleada durante una temporada de riego, se identificó una asociación estadísticamente significativa entre esta variable y el tipo de sistema utilizado, evidenciada por un valor p de 0.0271. El análisis revela que quienes usan sistemas manuales tienden a consumir menos de 10,000 litros por hectárea (66.7%), mientras que el riego por aspersión se distribuye de forma más variada en rangos que van desde los 10,000 hasta más de 50,000 litros. Un punto importante es que todos los productores que emplean riego por goteo o por gravedad afirmaron no conocer la cantidad de agua que utilizan, lo que puede evidenciar una falta de conocimiento técnico sobre el funcionamiento de estos sistemas.

En cuanto a la frecuencia con que se realiza el riego, no se encontró una relación estadísticamente significativa con el tipo de sistema (valor $p = 0.3161$). Sin embargo, al observar los datos descriptivos, se nota que el riego por aspersión se aplica con mayor frecuencia cada dos días (47.2%), mientras que quienes usan sistemas manuales lo hacen principalmente todos los días (41.7%). También destaca que el único productor que usa riego por goteo lo hace a diario, y el que emplea riego por gravedad lo aplica según la necesidad, lo que, aunque no sea estadísticamente relevante, puede dar indicios de ciertos patrones de uso específicos.

Respecto al nivel de satisfacción con el rendimiento del sistema de riego, el análisis mostró una relación altamente significativa (valor $p < 0.0011$). Los productores que usan sistemas por aspersión y manuales tienden a estar satisfechos en una proporción considerable (63.9% y 50%, respectivamente), mientras que todos los usuarios de riego por gravedad se declararon insatisfechos. Por su parte, el único productor que utiliza riego por goteo manifestó una opinión neutral. Estos resultados evidencian diferencias marcadas en la percepción de efectividad de los distintos sistemas, lo cual podría estar vinculado tanto a su desempeño técnico como a las expectativas del usuario.

Finalmente, al analizar la percepción sobre la eficiencia del sistema en cuanto al uso de agua, también se encontró una asociación significativa (valor $p < 0.0011$). La mayoría de quienes emplean riego por aspersión (86.1%) y riego manual (91.7%) consideran que su sistema es eficiente. Llama la atención que el único usuario de riego por goteo opine lo contrario, lo que resulta contradictorio dado que este sistema suele considerarse el más eficiente en términos de consumo. Este dato sugiere posibles deficiencias en la implementación o una falta de información sobre el funcionamiento adecuado del sistema.

OPTIMIZACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE RIEGO EN EL RIO CRAVO SUR

Tabla 4. Prueba de Kruskal-Wallis

Prueba de Kruskal-Wallis con relación a Tipo de sistema de riego utilizado			
	χ^2	gl	p
Litros de agua	32.0	4	<.001
	χ^2	gl	p
tamaño de la finca	15.0	3	0.002

Se realizaron dos pruebas de Kruskal-Wallis para evaluar si existen diferencias significativas en dos variables cuantitativas (litros de agua utilizados y tamaño de la finca), el resultado indica que hay diferencias estadísticamente significativas en la cantidad de litros de agua utilizados por hectárea entre los cinco grupos evaluados. El valor p inferior a 0.001 confirma que estas diferencias no son atribuibles al azar. Es decir, el consumo de agua varía según el grupo, posiblemente vinculado al tipo de riego utilizado (aspersión, goteo, manual o gravedad)

También se encontraron diferencias significativas en el tamaño de la finca entre los cuatro grupos considerados. El valor p de 0.002 respalda la existencia de diferencias en la distribución del tamaño de las fincas. Esto puede sugerir que ciertos sistemas de riego están más presentes en fincas de determinados tamaños, lo cual podría reflejar barreras de acceso tecnológico, criterios técnicos o decisiones económicas vinculadas a la escala productiva.

5. ANALISIS DE RESULTADOS

La encuesta aplicada a 50 unidades productivas de las veredas La Guamalera y La Vega muestra una participación equitativa entre ambas zonas. Predomina una agricultura de pequeña escala, ya que el 78% de las fincas tienen menos de 10 hectáreas. Esta caracterización inicial es clave, pues implica que cualquier estrategia de modernización del riego deberá ser accesible en costo y simplicidad tecnológica. La dependencia de unidades pequeñas también puede explicar ciertas decisiones técnicas o limitaciones en la adopción de sistemas más sofisticados.

El riego por aspersión es el sistema más utilizado (72%), seguido por el riego manual (24%). Solo un encuestado utiliza riego por goteo, y otro, riego por gravedad. Aunque el goteo es considerado técnicamente el más eficiente, su bajísima adopción sugiere barreras de acceso o falta de conocimiento. Llama la atención que el usuario de riego por goteo considera su sistema ineficiente, lo que contradice el consenso técnico y podría deberse a un mal diseño o uso incorrecto del sistema.

En cuanto al rendimiento percibido, quienes usan riego por aspersión reportan mayores niveles de satisfacción (63.9%), seguidos por quienes usan riego manual (50%). En contraste, el único usuario de riego por gravedad se mostró insatisfecho. Estos datos, respaldados por un valor p altamente significativo (<0.001), evidencian que la percepción del desempeño está directamente relacionada con el tipo de sistema adoptado, lo cual puede orientar intervenciones específicas para mejorar la eficiencia percibida.

El análisis de consumo de agua muestra que los sistemas manuales son los más eficientes en cuanto a volumen utilizado (66.7% usa menos de 10,000 litros), aunque esto también puede reflejar limitaciones técnicas más que optimización real. En contraste, el riego por aspersión

OPTIMIZACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE RIEGO EN EL RIO CRAVO SUR

27

presenta una distribución más amplia en los niveles de consumo, lo cual sugiere variabilidad en su uso o en la infraestructura asociada.

Las pruebas estadísticas (Chi-cuadrado y Kruskal-Wallis) validan diferencias significativas en el uso de agua según el tipo de riego ($p < 0.001$), y también diferencias en el tamaño de las fincas asociadas a cada sistema ($p = 0.002$). Estos hallazgos indican que los sistemas más tecnificados tienden a estar más presentes en fincas de mayor tamaño, probablemente por mayor capacidad económica o acceso a asistencia técnica. Asimismo, refuerzan la necesidad de diseñar soluciones diferenciadas, considerando el perfil productivo.

Por otra parte, aunque la frecuencia de riego no mostró relación significativa con el sistema utilizado ($p = 0.316$), se observan patrones interesantes: el riego diario es más común en sistemas manuales y de goteo, mientras que el aspersión predomina cada dos días. Esto sugiere que, aunque no exista diferencia estadística, sí hay prácticas diferenciadas que pueden afectar la eficiencia y consumo del agua.}

Relevancia de los hallazgos

Los resultados obtenidos son altamente relevantes, ya que permiten establecer un diagnóstico claro sobre las condiciones actuales del riego agrícola en las veredas La Guamalera y La Vega, zonas representativas de la cuenca del río Cravo Sur. La información evidencia una marcada predominancia de la pequeña agricultura familiar, una fuerte dependencia del riego por aspersión y del recurso hídrico superficial, así como una baja adopción de tecnologías eficientes como el riego por goteo. Además, las diferencias significativas encontradas en el consumo de agua y el tamaño de finca según el tipo de sistema utilizado revelan desigualdades en el acceso a tecnología y conocimientos técnicos. Estos hallazgos son fundamentales para orientar intervenciones que promuevan prácticas más sostenibles, equitativas y adaptadas al contexto local, mejorando así la eficiencia en el uso del agua y la productividad agrícola de la región.

6. CONCLUSIONES

El presente estudio sobre la optimización del procedimiento de riego en las veredas La Guamalera y La Vega, ubicadas en la cuenca del río Cravo Sur en Yopal, Casanare, ha permitido establecer un diagnóstico claro sobre las condiciones actuales de manejo del recurso hídrico en esta zona agrícola. A partir de un enfoque cuantitativo y mediante la aplicación de encuestas a 50 unidades productivas, se identificaron aspectos críticos relacionados con los sistemas de riego utilizados, el consumo de agua, la calidad del recurso y las percepciones de los productores frente a la eficiencia de los métodos empleados.

La mayoría de los agricultores usa riego por aspersión (72%) y manual (24%), mientras que el riego por goteo, aunque eficiente, casi no se emplea. Esto evidencia una brecha entre el conocimiento técnico y las prácticas reales, debido a limitaciones económicas, técnicas y de infraestructura. Además, el único usuario de riego por goteo lo percibe como ineficiente, lo que indica posibles problemas de implementación o falta de capacitación.

El río Cravo Sur es la principal fuente de agua para riego (96% de los productores), pero no existen controles de calidad según la normativa vigente. Esto representa un riesgo para la salud del suelo y los cultivos, afectando la sostenibilidad agrícola. Aunque no se detectó contaminación significativa, la falta de monitoreo impide una gestión adecuada del agua.

Desde el análisis técnico y estadístico, se observaron diferencias significativas en el uso del agua según el tipo de riego y tamaño de finca. Los sistemas tecnificados son más comunes en fincas grandes, mientras que los pequeños agricultores (78% de la muestra) siguen usando métodos menos eficientes, posiblemente por limitaciones económicas o falta de apoyo técnico. Además,

OPTIMIZACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE RIEGO EN EL RIO CRAVO SUR

29

los usuarios de riego por aspersión mostraron mayor satisfacción, a diferencia de quienes usan riego por gravedad, quienes se declararon insatisfechos.

La investigación también ha demostrado que las prácticas actuales de riego, en su mayoría empíricas y sin respaldo técnico, generan un uso ineficiente del recurso hídrico, lo que, a su vez, tiene repercusiones negativas sobre la productividad, la rentabilidad agrícola y el equilibrio ecológico de la cuenca. Si bien los productores muestran disposición a mejorar sus sistemas, enfrentan barreras como la falta de formación especializada, limitada disponibilidad de tecnologías apropiadas y escaso acompañamiento institucional.

En este contexto, se concluye que es urgente implementar una estrategia integral de modernización del riego en estas veredas, que contemple no solo la incorporación de tecnologías como sensores de humedad, estaciones meteorológicas y modelos de simulación, sino también un proceso continuo de capacitación, asistencia técnica y fortalecimiento institucional. Además, se requiere evaluar sistemáticamente la calidad del agua utilizada, garantizando que esta cumpla con los parámetros establecidos por la normativa vigente, lo cual es esencial para promover una agricultura segura y sostenible.

Finalmente, la optimización del sistema de riego en La Guamalera y La Vega no solo contribuirá a mejorar la eficiencia en el uso del agua y aumentar la productividad de los cultivos, sino que también tendrá un impacto positivo en la conservación de los ecosistemas acuáticos del río Cravo Sur, el fortalecimiento de la seguridad alimentaria y la resiliencia de las comunidades rurales frente a la variabilidad climática. La transición hacia un modelo agrícola más sostenible, tecnificado y ambientalmente responsable debe ser una prioridad en el diseño de políticas públicas y programas de desarrollo rural en la región.

7. RECOMENDACIONES

7.1. Aspectos Claves

Es fundamental incentivar la adopción de sistemas como el riego por goteo, mediante programas de capacitación, asesoramiento técnico y facilidades económicas para pequeños agricultores, quienes actualmente enfrentan barreras para modernizar sus métodos.

Se debe establecer un sistema riguroso y continuo para evaluar la calidad del agua del río Cravo Sur conforme a la Resolución 2115 de 2007, con el fin de preservar la salud del suelo y garantizar la sostenibilidad de los cultivos.

Fomentar prácticas agrícolas responsables que optimicen el uso del agua y minimicen impactos ambientales, incluyendo políticas públicas que respalden la conservación y el manejo racional del agua en la región.

7.2. Líneas Futuras de Investigación

Estudios comparativos que analicen el desempeño real y la viabilidad económica del riego por goteo y otras tecnologías en pequeños predios.

Investigaciones sobre la calidad del agua a largo plazo, incluyendo análisis microbiológicos y químicos, para detectar posibles contaminantes y sus efectos en cultivos y suelo.

Análisis profundos sobre las barreras económicas, sociales y culturales que limitan la modernización de los sistemas de riego, para diseñar intervenciones más efectivas.

7.3. Limitaciones del Estudio y Recomendaciones para Futuras Investigaciones

El predominio de pequeños productores en la muestra limita la generalización de resultados a fincas de mayor escala; futuras investigaciones deberían incluir un muestreo más diversificado.

OPTIMIZACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE RIEGO EN EL RIO CRAVO SUR

31

La falta de datos sistemáticos sobre calidad del agua restringe el alcance de las conclusiones; se recomienda la implementación de monitoreos continuos y multidisciplinarios para un diagnóstico más preciso.

La investigación fue transversal, lo que no permite evaluar cambios en la adopción tecnológica o la calidad del agua a lo largo del tiempo. Estudios longitudinales ayudarían a comprender tendencias y efectividad de intervenciones.

BIBLIOGRAFÍA

Agrosavia. (2021). *Guía técnica para el diseño y manejo de sistemas de riego por goteo y aspersión en cultivos agrícolas*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. <https://www.agrosavia.co>

Creswell, J. W. (2013). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (3rd ed.). SAGE Publications.

Daniel, D. S., Hannum, M., Whiting, K., & Zabor, E. C. (2020). *gtsummary: Presentation-Ready Data Summary and Analytic Result Tables* [R package]. <https://CRAN.R-project.org/package=gtsummary>

El País. (2020, septiembre 10). ¿Por qué debemos repensar nuestro modelo económico para salvar el planeta? *Planeta Futuro*. https://elpais.com/elpais/2020/09/10/planeta_futuro/1599723844_846240.html

FAO. (2017). *El riego en América Latina y el Caribe: contexto, estado actual y retos futuros*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org>

González, M., & Rodríguez, A. (2019). Eficiencia del uso del agua en sistemas de riego tecnificados: una revisión. *Revista Colombiana de Ciencias Agrícolas*, 14(1), 34–45. <https://doi.org/10.15332/rcagr.v14i1.2241>

Hayes-Larson, E., Kezios, K. L., Mooney, S. J., & Lovasi, G. (2019). Who is in this study, anyway? Guidelines for a useful Table 1. *Journal of Clinical Epidemiology*, 114, 125–132.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill.

OPTIMIZACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE RIEGO EN EL RIO CRAVO SUR

33

Heinzen, E., Sinnwell, J., Atkinson, E., Gunderson, T., & Dougherty, G. (2018). *arsenal: An Arsenal of 'R' Functions for Large-Scale Statistical Summaries* [R package]. <https://CRAN.R-project.org/package=arsenal>

IDEAM. (2020). *Informe del estado del recurso hídrico en Colombia*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. <https://www.ideam.gov.co>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2014). *Plan Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico (PNGIRH)*. <https://www.minambiente.gov.co>

Ministerio de Salud y Protección Social. (2007). *Resolución 2115 de 2007. Por la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano*. <https://www.minsalud.gov.co>

R Core Team. (2024). *R: A language and environment for statistical computing* (Version 4.4) [Computer software]. <https://cran.r-project.org>

Restrepo, D. M., & López, J. F. (2020). Prácticas de manejo eficiente del agua en agricultura: retos para Colombia. *Revista Ambiente y Desarrollo*, 24(2), 55–72.

Serdar, B. (2022). *ClinicoPath jamovi Module* [R package]. <https://github.com/sbalci/ClinicoPathJamoviModule>

Soloriego. (2020, septiembre 10). La inteligencia artificial puede ahorrar hasta un 10 % de agua para riego. <https://soloriego.com/contenido/824/la-inteligencia-artificial-puede-ahorrar-hasta-un-10-de-agua-para-riego>

The jamovi project. (2024). *jamovi* (Version 2.6) [Computer Software]. <https://www.jamovi.org>

UNAL – Universidad Nacional de Colombia. (2020). *Manual de diseño y evaluación de sistemas de riego por gravedad*. Facultad de Ingeniería Agrícola.

OPTIMIZACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE RIEGO EN EL RIO CRAVO SUR

34

ANEXOS

Anexo 1 Tabla de Codificación

VARIABLE	TIPO	CODIFICACIÓN
Vereda	Nominal	1 = La Guamalera, 2 = La Vega
Tamaño de la finca	Ordinal	1= Menos de 5 ha, 2 = 5 – 10 ha, 3 = 11–20 ha, 4 = Más de 20 ha
Usa sistema de riego	Binaria	1 = Sí, 0 = No
Tipo de sistema de riego	Nominal	1 = Riego por gravedad, 2 = Aspersión, 3 = Goteo, 4 = Manual, 5= Otro
Fuente de agua	Nominal	1 = Río Cravo Sur, 2 = Pozo, 3 = Alternativas, 4 = Otro
Cantidad de agua disponible	Ordinal	1 = <10,000 L, 2 = 10,000–30,000 L, 3 = 30,000–50,000 L, 4= >50,000 L, 5= No se
Frecuencia de riego	Ordinal	1 = Diario, 2 = Cada 2 días, 3 = Semanal, 4 = Según necesidad, 5= Otro
Satisfacción con el riego	Ordinal	1 = Muy satisfecho, 2 = Satisfecho, 3 = Neutral, 4 = Insatisfecho, 5 = Muy Insatisfecho
Cree que su sistema es eficiente	Ordinal	1 = No, 2 = No estoy seguro, 3 = Sí
Ha notado disminución del agua	Binaria	1 = Sí, 2 = No
Está dispuesto a cambiar el sistema	Nominal	1 = Sí, 2 = No, 3 = Tal vez
Es consciente de los efectos del riego	Binaria	1 = Sí, 2 = No
Cambio propuesto más importante	Nominal	1 = Tecnología eficiente, 2 = Practicas, 3 = Reutilizar, 4 = Técnicas, 4 = Otro
Estaría dispuesto a recibir capacitación	Binaria	1 = Sí, 2 = No, 3 = Tal vez
Tipo de apoyo requerido	Nominal	1 = Asesoramiento, 2 = Capacitación, 3 = Apoyo financiero, 4 = Subsidios, 5 = Otro

OPTIMIZACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE RIEGO EN EL RIO CRAVO SUR

35

Anexo 2 Encuesta sobre optimización del procedimiento de riego en el Rio Cravo Sur

Encuesta sobre optimización del procedimiento de riego en el Rio Cravo Sur

1. Localidad (Vereda): _____

2. Tamaño de la finca (en hectáreas): _____

3. ¿Utiliza algún sistema de riego en su finca?

Sí

No

4. Tipo de sistema de riego utilizado:

Gravedad

Aspersión

Goteo

Manual

Otro: _____

5. ¿De dónde proviene el agua para el riego?

Río

Quebrada

Pozo

Acueducto

Otro: _____

OPTIMIZACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE RIEGO EN EL RIO CRAVO SUR

36

6. ¿Cuántos litros de agua usa en promedio por hectárea durante una temporada de riego?

_____ litros/ha

7. ¿Con qué frecuencia riega sus cultivos?

Diariamente

Cada 2-3 días

Semanalmente

Otra: _____

8. ¿Está satisfecho con el rendimiento de su sistema de riego?

Sí

Parcialmente

No

9. ¿Cree que el sistema de riego que utiliza es eficiente en términos de consumo de agua?

Sí

No

No está seguro

10. ¿Ha notado cambios en la disponibilidad de agua en los últimos años?

Sí, ha disminuido

No ha cambiado

Ha aumentado

OPTIMIZACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE RIEGO EN EL RIO CRAVO SUR

37

11. ¿Está dispuesto a adoptar tecnologías para mejorar la eficiencia del riego?

- Sí
- No
- Depende del costo

12. ¿Está consciente de los efectos negativos que puede tener el uso ineficiente del agua en la agricultura?

- Sí
- No
- No sabe

13. ¿Qué medidas considera más importantes para reducir el impacto ambiental del riego? (Marque todas las que apliquen)

- Uso de tecnologías eficientes (goteo, sensores, etc.)
- Capacitación técnica
- Monitoreo de calidad del agua
- Uso racional del agua
- Reutilización o reciclaje de agua
- Otro: _____

14. ¿Estaría dispuesto a recibir capacitación o asistencia técnica para mejorar su sistema de riego?

- Sí
- No
- Tal vez

15. En su opinión, ¿qué tipo de apoyo considera que sería más útil para mejorar la eficiencia del riego en su finca?

- Subvenciones o ayudas económicas
- Asistencia técnica
- Acceso a tecnología de bajo costo
- Formación/capacitación
- Otro: _____