



**EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE SISTEMAS DE RIEGO PARA EL  
APROVECHAMIENTO Y USO EFICIENTE DEL RECURSO HÍDRICO EN LA FINCA  
JERUSALÉN EN EL MUNICIPIO DE MANAURE CESAR.**

**AUTORES**

**DANIEL ALBERTO MARTÍNEZ GARCÍA  
JOSE ALEJANDRO SIERRA IGLESIAS**

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLÓGICAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA  
VALLEDUPAR - CESAR**

**2022**



**EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE SISTEMAS DE RIEGO PARA EL  
APROVECHAMIENTO Y USO EFICIENTE DEL RECURSO HÍDRICO EN LA FINCA  
JERUSALÉN EN EL MUNICIPIO DE MANAURE CESAR.**

**AUTORES**

**DANIEL ALBERTO MARTÍNEZ GARCÍA  
JOSE ALEJANDRO SIERRA IGLESIAS**

**DIRECTOR:**

**JOSE MAURICIO PÉREZ ROYERO**

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLÓGICAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA  
VALLEDUPAR - CESAR**

**2022**

## **DEDICATORIA**

Inicialmente queremos darle Gracias a Dios porque fue nuestro refugio en nuestro momentos de fragilidad, por ser ese guía que se encuentra presente en cada paso que damos, por todos los beneficios recibidos a través de su gracia, por todas las bendiciones derramada por él sobre nosotros en este proyecto y por darnos el entendimiento para poder finalizar nuestros estudios.

A nuestros padres por brindarnos ese apoyo incondicional, respeto y fortaleza de luchar por nuestros objetivos, por sus consejos y sus aportes en los diferentes momentos de nuestra vida, por la confianza depositada en nosotros para poder cumplir con cada una de las metas trazadas.

A nuestros familiares, hermanos, primos, tíos que participaron directa e indirectamente en la elaboración de este proyecto.

A nuestros parientes que hoy en día no se encuentran con nosotros pero de alguna manera fueron pieza fundamental en este proceso y que son nuestra guía desde el cielo.

A todos nuestros amigos que siempre nos apoyaron, nos brindaron su ayuda en momentos difíciles, y en diversas ocasiones nos permitieron tomar parte de su tiempo para cumplir con tareas y labores cumplidas en nuestra etapa como estudiantes, a todos ellos que el señor los bendiga, gracias por ser parte de este logro.

Y por último a nuestra universidad y a todos los profesores que hicieron de cada uno de nosotros personas profesionales, capacitadas para poder contribuir a la sociedad.

DANIEL ALBERTO MARTINEZ GARCIA  
JOSE ALEJANDRO SIERRA IGLESIAS.

## RESUMEN.

El siguiente proyecto tuvo como fin el estudio de tres sistemas de riego (aspersor, surco, goteo) con un enfoque en el ahorro y uso eficiente del agua, este se basaba en determinar la eficiencia en cuanto el ahorro de agua en el cultivo. Este experimento se llevó a cabo con el cultivo de maíz, cuyo objeto principal fue hacer un estudio minucioso del consumo y el comportamiento que fue presentando el cultivo con cada uno de los diferentes sistemas de riego.

Para esto se hizo uso de las tres alternativas de riego y se adaptaron manualmente al terreno según las indicaciones del fabricante.

Luego de haber evaluado las alternativas de riego aplicadas al terreno se pudo determinar que el sistema de goteo comparado con los demás, es el más eficiente, debido a que arrojó un resultado favorable en cuanto al ahorro de agua y esto va acorde a la finalidad del proyecto.

En esta investigación, se determinó que el riego por goteo se gastó 790 litros de agua en el periodo inicial hasta la producción, el de aspersor gasto 4.840 litros de agua y el de surcos gasto en total 7.320 litros de agua, en base a esto se determinó que el sistema de riego por goteo es mucho más eficiente, ahorra más agua y es más amigable con el medio ambiente comparado con los demás sistemas de riego.

**Palabras claves:** Aspersor, Surco, Ahorro, Producción, Sistema de Riego.

## ABSTRACT

The following project had the purpose of studying three irrigation systems (sprinkler, furrow, drip) with a focus on saving and efficient use of water, this was based on determining the efficiency in terms of saving water in the crop. This experiment was carried out with the corn crop, whose main objective was to make a detailed study of the consumption and the behavior that the crop presented with each of the different irrigation systems.

For this, the three irrigation alternatives were used and they were manually adapted to the terrain according to the manufacturer's instructions.

After having evaluated the irrigation alternatives applied to the land, it was possible to determine that the drip system, compared to the others, is the most efficient, because it yielded

a favorable result in terms of saving water and this is consistent with the purpose of the project.  
Project.

In this investigation, it was determined that drip irrigation spent 790 liters of water in the initial period until production, the sprinkler spent 4,840 liters of water and the furrow spent a total of 7,320 liters of water, based on this determined that the drip irrigation system is much more efficient, saves more water and is more environmentally friendly compared to other irrigation systems.

Keywords: Sprinkler, Furrow, Savings, Production, Irrigation System.

## TABLA DE CONTENIDO

Introducción.....	xii
1. Planteamiento Del Problema.....	1
2. Justificación.....	3
3. Objetivos.....	4
3.1. Objetivo General.....	4
3.2. Objetivos Específicos.....	4
4. Marco Referencial.....	5
4.1. Antecedentes.....	5
4.2. Marco Teórico.....	7
4.2.1. Recurso hídrico.....	7
4.2.2. Uso y aprovechamiento del agua en Colombia.....	7
4.2.3. Riego.....	11
4.3. Marco Conceptual.....	18
4.4. Marco Contextual.....	20
4.5. Marco Legal.....	22
4.6. Marco Metodológico.....	25
4.6.1. Línea Y Sublínea De Investigación.....	25
4.6.2. Tipo De Investigación.....	25
4.6.3. Nivel De Investigación.....	25
4.6.4. Población De Estudio.....	25
4.6.5. Muestra Poblacional.....	25
4.7. Desarrollo Metodológico.....	27
5. Resultados Y Análisis.....	30

5.1. Fase 1.....	30
5.1.1. Realizar revisión bibliográfica de las condiciones sobre el uso eficiente del recurso hídrico para el riego de cultivos agrícolas y las condiciones ambientales y topográficas de la zona en la finca Jerusalén.....	30
5.1.2. Realizar encuesta a los habitantes de la finca Jerusalén sobre las condiciones del uso eficiente del recurso hídrico. ....	31
5.1.3. Realizar una síntesis concreta del diagnóstico del uso y ahorro eficiente del agua y de las condiciones ambientales y topográficas de la zona.....	33
5.2. Fase 2.....	40
5.2.1. Implementación de los tres tipos de sistemas de riegos por goteo, aspersión y surcos.....	40
5.3. Fase 3.....	57
5.3.1. Realizamos un análisis de sistema de riego conveniente para el cultivo de maíz, que nos permitió saber cuál era la implementación más viable del sistema de riego en el uso eficiente del recurso hídrico. ....	57
5.3.2. Realizamos una descripción de las alternativas convencionales que más se ajusten a las condiciones ambientales, topográficas y de demanda del recurso hídrico en la finca.....	58
5.3.3. Escoger alternativa más viable para riego de cultivo de maíz de la finca. ..	62
6. Conclusión.....	67
7. Recomendaciones .....	68
8. Referencias .....	69
9. Anexos.....	75

**Lista de tablas.**

<b>Tabla 4.1</b> .....	22
Normatividad que aplica en la investigación .....	22
<b>Tabla 5.1</b> .....	31
Resultados de las encuestas aplicadas en la finca Jerusalén.....	31
<b>Tabla 5.2</b> .....	35
Caracterizaciones de las estaciones climatológicas .....	35
<b>Tabla 5.3</b> .....	48
Medición de altura en metros de las plantas de maíz en el mes de marzo .....	48
<b>Tabla 5.4</b> .....	50
Medición de altura en metros de las plantas de maíz en el mes de abril. ....	50
<b>Tabla 5.5</b> .....	52
Medición de altura (m) de las plantas de maíz en el mes de mayo.....	52
<b>Tabla 5.6</b> .....	54
Medición de consumo de agua (L) de las plantas de maíz en el mes de marzo .....	54
<b>Tabla 5.7</b> .....	55
Medición de consumo de agua (L) de las plantas de maíz en el mes de abril.....	55
<b>Tabla 5.8</b> .....	56
Medición de consumo de agua (L) de las plantas de maíz en el mes de mayo.....	56

### Listado de figuras

<b>Figura 5.1.</b> ....	36
Zona ocupada por la reserva forestal los motilones.....	36
<b>Figura 5.2.</b> ....	37
Zona de paramo municipio de Manaure balcón del Cesar.....	37

### Listado de imágenes

<b>Imagen 4.1</b> .....	20
Municipio de Manaure, Cesar .....	20
<b>Imagen 4.2</b> .....	21
Finca JERUSALEN.....	21
<b>Imagen 5.1</b> .....	40
Entrada a la finca JERUSALÉN.....	40
<b>Imagen 5.2</b> .....	41
Entrada al proyecto .....	41
<b>Imagen 5.3</b> .....	42
Tanque de almacenamiento del agua del manantial para el riego de los cultivos .....	42
<b>Imagen 5.4</b> .....	42
Conexión de salida del agua almacenada para el riego de los cultivos.....	42
<b>Imagen 5.5</b> .....	43
Tanque marcado para medición del riego.....	43
<b>Imagen 5.6</b> .....	43
Tanque completamente lleno .....	43
<b>Imagen 5.7</b> .....	44
Remoción de hojas secas en el manantial.....	44
<b>Imagen 5.8</b> .....	45
Adecuación del terreno a sembrar y delimitación del terreno a sembrar .....	45
<b>Imagen 5.9</b> .....	46
Semillas y método de sembrado de las mismas .....	46
<b>Imagen 5.10</b> .....	46
Lotes de maíz germinados .....	46



<b>Imagen 5.11.....</b>	<b>47</b>
Medición de matas de maíz en cada lote.....	47

### Lista de gráficas

<b>Gráfica 4.1.</b> .....	11
Riego.....	11
<b>Gráfica 4.2.</b> .....	12
Patrones de infiltración .....	13
<b>Gráfica 4.3.</b> .....	17
Tipo de riegos.....	17
<b>Gráfica 5.1.</b> .....	31
Resultados de las encuestas aplicadas en la finca Jerusalén.....	31
<b>Gráfica 5.2.</b> .....	39
Diagramas de Frecuencia de Precipitación y Brillo Solar Mensual Multianual, Estación San José de Oriente .....	39
<b>Gráfica 5.3.</b> .....	49
Medición de cultivo de maíz en el mes de marzo .....	49
<b>Gráfica 5.4.</b> .....	51
Medición de cultivo de maíz en el mes de abril.....	51
<b>Gráfica 5.5.</b> .....	53
Medición de cultivo de maíz en el mes de mayo.....	53
<b>Gráfica 5.6.</b> .....	62
Sistema de riego mes de marzo .....	62
<b>Gráfica 5.7.</b> .....	62
Sistema de riego mes de abril .....	62
<b>Gráfica 5.8.</b> .....	63
Sistema de riego mes de mayo .....	63
<b>Gráfica 5.9.</b> .....	64



Consumo total por cada sistema de riego.....	64
<b>Gráfica 5.10.</b> .....	65
Promedio total del sistema de riego.....	65



### Lista de anexos.

<b>Anexo A</b> .....	75
Encuestas N°1.....	75
<b>Anexo B</b> .....	76
Encuestas N°2.....	76
<b>Anexo C</b> .....	77
Encuestas N°3.....	77
<b>Anexo D</b> .....	78
Encuestas N°4.....	78
<b>Anexo E</b> .....	79
Encuestas N°5.....	79
<b>Anexo F</b> .....	80
Encuestas N°6.....	80
<b>Anexo G</b> .....	81
Encuestas N°7.....	81
<b>Anexo H</b> .....	82
Encuestas N°8.....	82
<b>Anexo I</b> .....	83
Encuestas N°9.....	83
<b>Anexo J</b> .....	84
Encuestas N°10.....	84
<b>Anexo K</b> .....	85
Formulas empleadas para realizar los cálculos.....	85
<b>Anexo L</b> .....	89
Registro fotográfico.....	89

## INTRODUCCIÓN

Desde que se tiene uso de conciencia al ser humano se le ha enseñado que el planeta está compuesto mayormente por agua y esta es indispensable para la vida. A través del tiempo se sabe que el agua, es fundamental para la supervivencia y el equilibrio de los ecosistemas, es por ello que para poder subsistir se hace necesario tener cerca una fuente de agua para la realización de las actividades diarias y suplir necesidades fisiológicas.

Para el diario vivir es necesario cultivar alimentos que permitan mantener una subsistencia para el ser humano; para ello, se debe tener en cuenta que todos los cultivos, necesitan agua para poder llegar a tener un buen rendimiento y una buena producción. Esta agua debe ser usada, de forma eficiente, porque se ha presentado a través del tiempo diversos cambios y evolución desfavorables que ha tenido el planeta tierra y debido a esto se ha dado una considerable disminución de agua dulce; por lo que se recomienda darle un uso adecuado a este recurso hídrico para poder gozar de dicho recurso por muchos años más; sabiendo que, si no hay una intervención desde ahora, las consecuencias de esos actos, serán críticas para la vida en el planeta tierra a futuro.

Es por esto que nace la idea de realizar un proyecto que permita hacer una mejor utilización del recurso hídrico y una buena forma para realizarlo es a través de una evaluación de las alternativas de sistemas de riego para el aprovechamiento y uso eficiente del recurso hídrico; para llevar a cabo se dispuso de un espacio en la finca JERUSALÉN en el municipio de Manaure-Cesar.

Se seleccionó la finca JERUSALÉN con el fin de subsanar la problemática que se viene presentando con respecto al uso inadecuado del recurso hídrico ya que está causando una pérdida significativa para la fuente hídrica presente en ella. Por ello lo primero que se realizó con el proyecto fue evaluar las tres alternativas de riegos para el aprovechamiento y uso eficiente del recurso hídrico dentro de los cultivos; para lo cual se efectuó una plantación de maíz con dichas alternativas y con estos resultados comparar ventajas y desventajas de cada uno ellos. Para lograrlo se recurrió a hacer una captación del recurso hídrico en un tanque elevado de 1.000 litros en donde se observó detalladamente el gasto semanal que puede generar el cultivo durante el tiempo que tarda en llegar a la etapa de producción, con esto se

pudo determinar cuál de estos permitió tomar una decisión basada en datos tomados frecuentemente con relación al aprovechamiento y uso eficiente del recurso hídrico.

La investigación se hizo de manera teórico práctico en tres fases de la siguiente manera; en la primera fase se realizó un diagnóstico de las condiciones sobre el uso eficiente del recurso hídrico para el riego de cultivos agrícolas en la finca JERUSALÉN con la cual se documentó todo lo pertinente al estado actual del terreno y a la forma en que se operan los cultivos en la finca, en la segunda fase se realizó el reconocimiento del terreno y procedió con la plantación; luego en esta se comprobó el consumo de cada uno de los diferentes sistemas de riego y la eficiencia de usar cada uno de estos, a fin de proponer alternativas para el riego de cultivos agrícolas en la finca y por último, en la tercera fase se ejecutó un análisis costo-beneficio de las alternativas propuestas a fin de establecer la más viable para el riego de cultivos agrícolas en la finca JERUSALÉN.

Se hace necesario mencionar que la finca JERUSALÉN cuenta con un manantial que nace en ella y tributa al río Manaure y es de ese manantial del cual se utilizó para la realización del proyecto. Por otro lado, con esta investigación se hizo con el fin de mejorar las condiciones actuales en la que se encuentra la finca Jerusalén en cuanto a la utilización del recurso hídrico, es de tener en cuenta que al contar con un manantial propio se hace aún más necesario hacer un correcto uso de él para tener un mejor aprovechamiento y de este modo preservarlo por mucho más tiempo.

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

El uso de agua sin restricciones ha crecido a nivel global a un ritmo de más del doble del aumento de la población en el siglo XX, hasta tal punto que en muchas regiones ya no es posible el suministro de un servicio de agua fiable. La presión demográfica, el ritmo de desarrollo económico, la urbanización y la contaminación están ejerciendo una presión sin precedentes sobre un recurso renovable pero finito, sobre todo en regiones áridas y semiáridas (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura-FAO-2019).

Según datos de la Organización Mundial de la Salud, (2018), el 11% de la población mundial, 783 millones de habitantes no tienen accesos directos a fuentes de agua potable y miles de millones de personas no reciben todavía servicios de saneamiento. Asimismo, alrededor de 1700 millones, en su mayoría mujeres y niños, tienen que desplazarse una media de 10 kilómetros para conseguir el agua necesaria para vivir.

La disponibilidad del agua es un problema actual y complejo en el que interviene una serie de factores que van más allá del incremento poblacional que demanda cada vez más este recurso para uso del consumo humano, así como para llevar a cabo actividades económicas (Torres, 2019). Esta situación aparece como consecuencia de una elevada demanda agregada por parte de todos los sectores que consumen agua respecto al suministro disponible, bajo las condiciones de infraestructuras y las disposiciones institucionales existentes (Torres, 2019). La escasez de agua se pone de manifiesto por la insatisfacción total o parcial de la demanda expresada, la competición económica por la calidad y la cantidad del agua, los conflictos entre usuarios, el agotamiento irreversible de las aguas subterráneas, y las consecuencias negativas para el medio ambiente (FAO, 2019).

La agricultura es el sector económico en el que la escasez de agua tiene más relevancia. En la actualidad, la agricultura es responsable del 70% de las extracciones de agua dulce y de más del 90% de su uso consuntivo (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura-FAO-2019).

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (2017), establece que el 10% de las tierras irrigadas del mundo (30 millones hectáreas de las 255 millones irrigadas) han sido salinizadas debido a las prácticas de riego y el escaso drenaje.

La finca JERUSALÉN se encuentra ubicada en la vereda Pie Del Cielo del municipio de Manaure Balcón Del Cesar, la cual basa su principal actividad económica en la cosecha de cultivos agrícolas como el de maíz, plátano, café, cacao y naranja. Por otra parte, la fuente de abastecimiento de la finca es un manantial que nace en la misma, la cual es utilizada para el consumo de las actividades domésticas como también para las actividades agrícolas.

En la finca, el riego de los cultivos se realiza por medio de un surtidor, el cual está conectado directamente a las mangueras que llegan del manantial, ya que esta finca no cuenta con un sistema de almacenamiento que permita la adecuada distribución del recurso hídrico para las diferentes actividades agrícolas. Adicionalmente, el riego que la finca emplea, para sus diferentes cultivos está generando una pérdida importante del recurso hídrico lo que origina un uso excesivo del agua.

#### **Formulación de la pregunta problema**

¿Por medio de que alternativa se puede hacer un uso eficiente y ahorro del recurso hídrico usado para el riego de los cultivos agrícolas en la finca JERUSALÉN, Manaure, Cesar?

## 2. JUSTIFICACIÓN

El agua es esencial para la vida. La cantidad de agua dulce existente en la tierra es limitada, y su calidad está sometida a una presión constante. La conservación de la calidad del agua dulce es importante para el suministro de agua de bebida, la producción de alimentos y el uso recreativo, la cantidad de agua que se provee y que se usa en las viviendas es un aspecto importante de los servicios de abastecimiento de agua domiciliar que influye en la higiene y, por lo tanto, en la salud pública (OMS, 2018).

Debido a la importancia que el agua representa tanto para el ser humano, como los animales y el mismo planeta tierra, es que se ve la necesidad de realizar esta investigación, la cual va enfocada en ayudar a La finca Jerusalén, una finca ubicada en el municipio de Manaure cesar, donde se evidencio el mal uso que la finca le está dando al manantial que hace parte de este mismo predio, en donde las actividades de riego se hacen por medio de un sistema de riego por aspersor sin tener en cuenta el gasto que este genera y sin hacer un control de este, por lo que se llevó a cabo un plan de mejoramiento con el fin de estudiar y encontrar una alternativa de ahorro y uso eficiente del recurso hídrico, en base a dar solución a las problemáticas que se venían presentando en la finca Jerusalén en cuanto al uso de agua. Este estudio es muy importante porque la finca requiere que se le haga una intervención para contribuir en realizar una medida amigable con el medio ambiente, utilizando nuevos sistemas de riego que ayuden a la preservación del recurso hídrico.

Por eso es que se ve la necesidad de ayudar como estudiantes de ingeniería ambiental y sanitaria a las necesidades que se pueden presentar como es el caso de la finca Jerusalén, el cual cuenta con una variedad de cultivos agrícolas, donde el principal beneficiado es el dueño del predio, el cual sabrá que alternativa puede ayudar a ahorrar agua y así a darle un mejor uso al manantial.

Lo que se pretende con esta investigación, es realizar un cultivo de maíz, donde se aplicara tres sistemas de riego como son el riego por goteo, aspersor y surco, donde se observara el consumo y el comportamiento de cada uno de los tres sistemas durante un tiempo aproximado de tres meses. Con esto se busca establecer cuál de estas alternativas ayudara a generar un consumo adecuado que sea aprovechado para la finca.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivo General**

Evaluar alternativas de sistemas de riego para el aprovechamiento y uso eficiente del recurso hídrico en la finca JERUSALÉN, Manaure, Cesar.

#### **3.2. Objetivos Específicos**

- Diagnosticar las condiciones sobre el uso eficiente del recurso hídrico para el riego de cultivos agrícolas en la finca JERUSALÉN.
- Proponer alternativas para el riego de cultivos agrícolas en la finca JERUSALÉN.
- Realizar un análisis costo-beneficio de las alternativas propuestas a fin de establecer la más viable para el riego de cultivos agrícolas en la finca JERUSALÉN.

## **4. MARCO REFERENCIAL**

### **4.1. Antecedentes.**

A continuación, se presentarán cuatros (4) estudios previos que se han encontrado referentes al tema, que aportaran a la investigación argumentos consistentes que sirven como guía para diferentes enfoques ayudando a comprender las razones o conclusiones de los autores para realizar el estudio.

Cortes, V., (2020), desarrolló la investigación titulada: diseño e implementación de un sistema de riego automatizado y monitoreo de variables ambientales mediante IOT en los cultivos urbanos de la fundación mujeres empresarias Marie Poussepin, para optar por el título de Ingeniero Electrónico y de Telecomunicaciones, en la Universidad de Católica de Colombia. El objetivo de la investigación fue desarrollar un sistema de riego automatizado y monitoreo de variables ambientales mediante IOT en los cultivos urbanos de la Fundación Mujeres empresarias Marie Poussepin ubicados en el barrio Altamira, localidad de san Cristóbal, Bogotá Colombia. Se dividió en 2 etapas: implementar un prototipo del sistema en las instalaciones de la fundación y la segunda etapa, validar el sistema de riego automatizado en cuanto a la optimización del uso del agua y la mejora en el nivel de productividad de la fundación. Los resultados muestran que el sistema diseñado e implementado evidencio cumplir con los requerimientos necesarios para monitorear en tiempo real las variables ambientales y para un riego controlado a partir de la humedad del suelo del invernadero. La investigación es relevante y permite tener una base con las ventajas del riego automatizado.

Escobar, C., (2018), desarrolló la investigación titulada: diseño de un sistema de riego para la implementación de cultivos de Cacao en el recinto playa seca del cantón el triunfo, para optar por el título de ingeniero en sistemas en la Universidad de Guayaquil, Ecuador. La investigación tenía por objeto diseñar un sistema de riego para la Implementación de cultivos automatizados en el recinto Playa Seca en el Triunfo de la provincia del Guayas. Se dividió en 2 etapas. La primera etapa fue diagnosticar la situación actual del cultivo para determinar los alcances y limitaciones del sistema de riego automatizado, la segunda etapa fue, diseñar el esquema del sistema de riego automatizado de acuerdo con sus indicadores. En los resultados se pudo observar que el sistema de riego tiene como objetivo optimizar el uso del agua aplicada por cada emisor ya que el riego la realiza en pequeñas cantidades mediante un sensor

que monitorea el estado de humedad del suelo, regando al cultivo únicamente cuando necesite el agua, es decir, si el nivel de humedad captado por el sensor es bajo, se enciende el sistema a través de electroválvulas, y en el caso de que el nivel de humedad sea alto, el sistema de riego se apaga automáticamente; ahorrando no solamente la energía eléctrica y el agua. La investigación es relevante y muestra la eficiencia del sistema de riego en cultivos agrícolas.

Franco, V., (2018), desarrolló la investigación titulada: evaluación de la eficiencia del método de riego por goteo, para optar por el título de ingeniero agrónomo en la Universidad Técnica de Ambato, Ecuador. El objetivo de la investigación fue evaluar la eficiencia del método de riego por goteo en tres marcas de cintas de goteo en dos espaciamentos de laterales. Se dividió en 2 fases. La primera fase consistió en comparar los parámetros de uniformidad de aplicación de agua en las cintas de goteo con una determinada presión de acuerdo con las especificaciones técnicas de cada cinta de goteo y la segunda fase fue la realización del análisis costo beneficio. Los resultados evidenciaron que el riego por goteo fue superior al 80% de acuerdo con la prueba de Tuckey. La investigación nos da una base metodológica para la implementación de un sistema por goteo y su eficiencia.

Chamba, F., (2013), desarrolló la investigación titulada: diseño e implementación de un sistema de riego automatizado y controlado de forma inalámbrica para una finca ubicada en el sector popular de Balerio Estacio, para optar por el título de ingeniero electrónico, en la universidad Politécnica Salesiana, Ecuador. El objetivo de la investigación fue desarrollar un proyecto técnico, en el que se cree el diseño de un sistema de Riego automático tecnificado y refleje también la descripción de los procesos de la irrigación del terreno agrícola. Se dividió en 3 etapas. La primera consistió en diseñar y evaluar el funcionamiento de los sistemas de control, sensores y actuadores utilizando un Micro controlador, la segunda etapa realizar el control de una aplicación domótica a través de mensajes SMS utilizando la tecnología GSM y la última etapa fue la revisión del alcance del proyecto. En los resultados se pudo comprobar que éste funciona en tiempo real ya que el intervalo en el envío y recepción de los mensajes está en función del tiempo esperado que es aproximadamente 45 segundos. La investigación es novedosa e implementar un sistema de riego avanzado para comunidades.

## 4.2. Marco Teórico

A continuación, se presenta las teorías más relevantes y con gran importancia dentro de los criterios que se pretende evaluar con esta investigación y de las cuales se evidencia a lo largo de todas las etapas de realización del proyecto.

### 4.2.1. *Recurso hídrico*

El agua se constituye en un recurso indispensable para el desarrollo de las actividades humanas, por lo que su escasez y/o el deterioro de su calidad puede ser un factor limitante en la ejecución de estas, sumándole la estrecha relación que mantiene con la salud humana y la sostenibilidad de los ecosistemas acuáticos y terrestres (OMS, 2015).

### 4.2.2. *Uso y aprovechamiento del agua en Colombia*

Las Aguas de dominio público comprenden los ríos, las aguas que corren por cauces artificiales derivadas de uno natural, los lagos, lagunas, las ciénagas, los pantanos, las aguas de la atmósfera, las aguas lluvias (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017).

Para el uso y aprovechamiento del recurso hídrico, todo usuario requiere tramitar un permiso de concesión ante la autoridad ambiental competente. Las disposiciones para el Uso y Aprovechamiento del Agua están establecidas en el Decreto 1076 de 2015.

- **Aguas de dominio público y de dominio privado:** Aguas de dominio público: comprenden los ríos, las aguas que corren por cauces artificiales derivadas de uno natural, los lagos, lagunas, las ciénagas, los pantanos, las aguas de la atmósfera, las aguas lluvias (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017).

Aguas de dominio privado: son aquellas que brotan naturalmente y que desaparecen por infiltración o evaporación dentro de una misma heredad (nacen y mueren en el mismo predio), lo cual difícilmente sucede, por lo que la mayoría de las aguas son de dominio público (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017).

Existen cuatro maneras para adquirir derecho al uso de las aguas y sus cauces, a continuación se describen:

**Uso por Ministerio de la Ley:** Toda persona puede usar las aguas de uso público que discurren por cauces naturales sin autorización si es para beber, bañarse, corren animales, lavar ropas y otros objetos similares, de acuerdo con las normas sanitarias sobre la materia y con las de protección de los recursos naturales renovables. Estos usos no dan exclusividad o prioridad a los primeros que hagan uso del derecho, además el uso es gratuito, es decir, que ni el Estado ni los particulares cobran por ello (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017).

Si son aguas que corren por un cauce artificial, también se pueden usar para usos domésticos o abrevaderos. Esto, si el uso al que se destinen no requiera que se conserven en estado de pureza, no ocasionen daños al canal o acequia, ni se imposibilite o estorbe el aprovechamiento al concesionario de las aguas. Para usar las aguas de dominio privado con fines domésticos se requiere (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017):

- Que con la utilización de estas aguas no se cause perjuicio a la finca donde se encuentran.
- Que el uso doméstico se haga sin establecer derivaciones, ni emplear máquinas, ni aparatos, ni alterar o contaminar el agua de forma que se imposibilite el aprovechamiento por el dueño del predio.
- Que previamente se haya acordado con el dueño del fundo, el camino y las horas para hacer efectivo ese derecho.

**Uso por concesión:** La concesión de aguas es una de las maneras de adquirir derecho a su aprovechamiento para las actividades o fines que las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, requieran (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017).

La concesión de aguas superficiales consiste en obtener el derecho al aprovechamiento de las aguas superficiales para los siguientes fines (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017):

- Abastecimiento doméstico en los casos que requiera derivación.
- Riego y silvicultura.

- Abastecimiento de abrevaderos cuando se requiera derivación.
- Uso industrial.
- Generación térmica o nuclear de electricidad.
- Explotación minera y tratamiento de minerales.
- Explotación petrolera.
- Inyección para generación geotérmica.
- Generación hidroeléctrica.
- Generación cinética directa.
- Flotación de maderas.
- Transporte de minerales y sustancias tóxicas.
- Acuicultura y pesca.
- Recreación y deportes.
- Usos medicinales.
- Otros usos similares.

Además, hay un orden de prioridad para las concesiones de agua, lo que quiere decir que algunos usos tienen prioridad sobre otros usos, en el orden que se describe a continuación (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017):

- Utilización para el consumo humano, colectivo o comunitario, sea urbano o rural.
- Utilización para necesidades domésticas individuales.
- Usos agropecuarios comunitarios, comprendidas la acuicultura y la pesca.
- Generación de energía hidroeléctrica.
- Usos industriales o manufactureros.
- Usos mineros.
- Usos recreativos comunitarios.
- Usos recreativos individuales.

**Uso por permisos:** Permisos comunes para la extracción de materiales de arrastre de los cauces o lechos de las corrientes o depósitos de aguas. Para ello, deberá presentar solicitud ante la autoridad ambiental de la región (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017).

Permisos especiales:

- Cuando el lugar solo permita explotaciones periódicas.
- Cuando en el área existan materiales sedimentarios cuya extracción sea necesaria, con el fin de evitar desvíos del cauce o desbordamiento de aguas.
- Cuando la zona presente acumulaciones de materiales, los cuales deban ser extraídos para proteger obras civiles, inclinaciones naturales de los cauces, predios ribereños y demás construcciones.
- Cuando el número de solicitudes sean tantas que no sea posible otorgarle a cada uno de ellos el permiso común.

**Uso por asociación:** Cuando se conforman asociaciones y empresas comunitarias para el uso de las aguas y de los cauces (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017).

Las asociaciones de usuarios de aguas estar en constituidas por quienes aprovechen aguas de una o varias corrientes comprendidas por el mismo sistema de reparto. Deberán constituirse por documento y tener unos estatutos que regulen las relaciones entre todos los usuarios (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017).

- **Permiso de concesión de aguas subterráneas**

Consiste en obtener derecho al aprovechamiento de las aguas subterráneas para los siguientes fines (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017):

- Abastecimiento doméstico en los casos que requiera derivación.
- Riego y silvicultura.
- Abastecimiento de abrevaderos cuando se requiera derivación.
- Uso industrial.
- Explotación minera y tratamiento de minerales.
- Explotación petrolera.
- Inyección para generación geotérmica.

- Recreación y deportes.
- Usos medicinales.
- Otros usos similares.

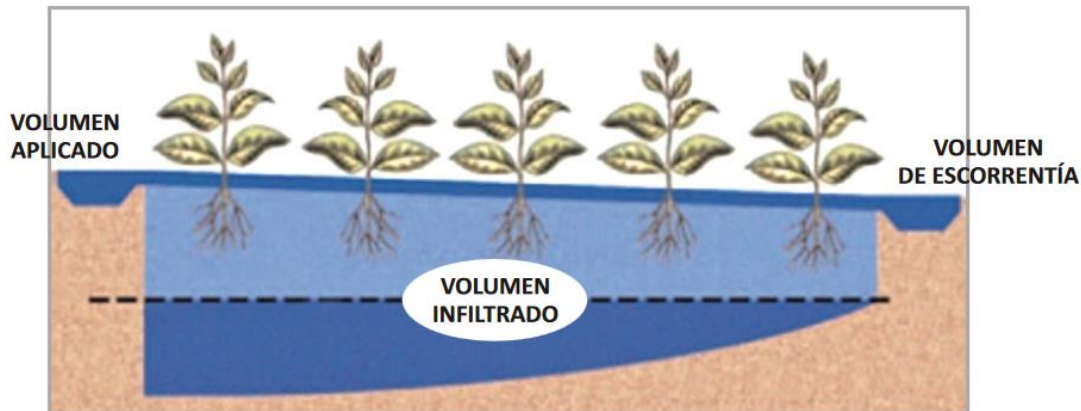
#### **4.2.3. Riego**

Los cultivos para poder crecer y desarrollarse necesitan absorber agua del suelo. Cuando el contenido de humedad es bajo se dificulta la absorción, por ello es necesario regar para reponerla y que quede disponible para las plantas. Existen diferentes métodos de riego. No existe uno mejor que otro, sino que cada uno se ajusta mejor a cada situación en particular, aunque presentan diferencias en la eficiencia de aplicación del agua. En riego, siempre se deben reducir las pérdidas de agua, haciendo un uso más eficiente de la misma (Gestiriego, 2016).

La eficiencia de riego es la cantidad de agua disponible para el cultivo que queda en el suelo después de un riego, en relación con el total del agua que se aplicó. En el riego por superficie comúnmente, en algunas partes del terreno, pueden existir pérdidas por infiltración profunda, llamada también percolación. En este caso queda agua por debajo de la zona de las raíces. También, se pueden presentar pérdidas por escurrimiento quedando partes del terreno sin recibir una adecuada provisión de humedad. Con todas estas pérdidas quedará una reducida cantidad de agua disponible para las plantas (Gestiriego, 2016).

#### **Gráfica 4.1.**

Riego



Fuente: Gómez, 2010.

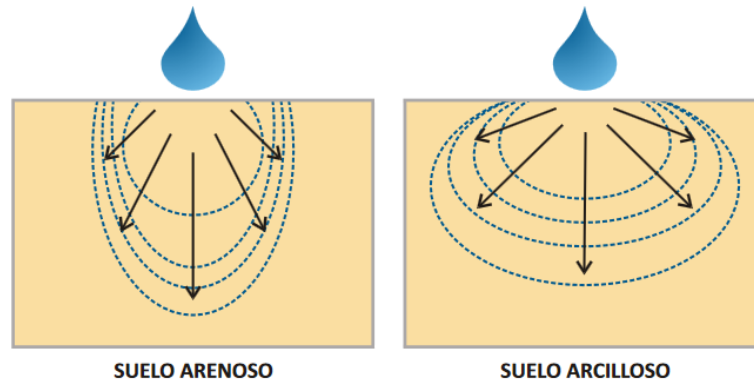
Para lograr minimizar las pérdidas, es necesario conocer las herramientas de las cuales depende el riego y su eficiencia que son la topografía y la infiltración del suelo, importantes en riego por superficie. Aprendiendo a usar estos dos parámetros se puede regar aprovechando al máximo el agua y en forma homogénea en el lote (Gestiriego, 2016).

**1.1.1.1 Parámetros A Tener En Cuenta Para Realizar El Riego.** Infiltración: Se llama infiltración al ingreso de agua en el perfil del suelo. Es importante porque nos determina la cantidad de agua que penetra en el suelo, la que va a escurrir por el terreno y la pérdida de suelo que puede existir que es el peligro de erosión. La infiltración del suelo depende de su textura, es decir de la proporción de cada uno de los componentes del suelo que son arena, limo y arcilla. Además, depende de otros factores como presencia de materia orgánica, condiciones de laboreo y cultivos anteriores (Hernández, 2014).

Como puede apreciarse en la siguiente figura, el patrón de infiltración difiere en función de diferentes texturas de suelo. En suelos arenosos el agua se mueve mayormente en profundidad y en menor proporción hacia los laterales. Por el contrario, en suelos arcillosos el agua se mueve en mayor medida hacia los laterales y en menor medida en profundidad (Hernández, 2014).

**Gráfica 4.2.**

### Patrones de infiltración



Fuente: Gómez, 2010.

Una información importante a tener en cuenta es la velocidad de infiltración que es la rapidez con que ingresa el agua en el perfil. El conocimiento de este parámetro nos permitirá saber el tiempo de riego a utilizar, el tamaño de las unidades de riego y el caudal óptimo. Estos datos nos servirán para el diseño del riego. Esta velocidad de infiltración es alta en los primeros minutos del riego, después de un tiempo siempre decrece dependiendo de las condiciones del suelo (Hernández, 2014).

Los métodos para medir la velocidad de infiltración en el suelo se basan en la inundación de una parte del suelo y reiteradas mediciones de la capa de agua que se encuentra sobre él. Uno de los métodos es el del infiltrómetro de doble anillo, otro es el de surcos infiltrómetros (Hernández, 2014).

- **Topografía:**

Una herramienta importante es la sistematización de los suelos, principalmente en el riego por superficie. Se debe lograr que el agua avance con una velocidad que sea un cuarto ( $\frac{1}{4}$ ) respecto de la velocidad de infiltración. Dicho de otra forma, el agua debe infiltrar más de lo que avanza. La utilidad de estas herramientas es que nos brindan datos para conocer las pendientes de los terrenos a regar. Se llama pendiente al desnivel entre 2 puntos dividido en la distancia y luego multiplicado por 100 para expresarlo en porcentaje (Hernández, 2014).

La sistematización del suelo para el riego y una buena infiltración permitirá acumular agua en el perfil del suelo y tener una reserva ante una situación en la que los riegos sean poco

frecuentes. Un aspecto a considerar es tratar siempre de que el agua infiltre en el perfil y que el escurrimiento sea lo más bajo posible. Antes de comenzar a ver los sistemas de riego necesitamos saber los caudales que estamos utilizando o queremos utilizar. Se entiende por caudal a la cantidad de agua que pasa por una acequia, compuerta o sale por una manguera en un determinado tiempo (Hernández, 2014).

**4.2.3.1. Métodos De Riego.** La agricultura es una actividad económica predominante en Mendoza y el recurso agua es vital para su realización. De allí la utilización de distintos sistemas de riego. La técnica de riego consiste en reponer la humedad del suelo en cantidad y oportunidad adecuadas a fin de lograr en los vegetales el máximo rendimiento económico. Por método de riego se entiende a las técnicas y procedimientos empleados en hacer que el agua llegue a la zona de las raíces (Laverde, 2016).

Dichas técnicas, según la forma de aplicación del agua al suelo y su disposición, se clasifican en (Laverde, 2016):

- **Riego subterráneo o sub-irrigación**

Es un sistema que utiliza una red de tuberías para distribuir el agua de forma presurizada (similar a goteo) bajo la superficie del terreno y junto a la línea de cultivo. Los emisores en línea aportan un caudal unitario por cada punto de emisión que suele estar comprendido en el intervalo 0,6-8 l/h (Bastida, 2020).

El volumen de agua aportado bajo la superficie del suelo genera una distribución espacial de la misma, denominada “bulbo húmedo”. La forma y tamaño de este “bulbo húmedo” es diferente a la del riego localizado superficial (Bastida, 2020).

Una de las grandes ventajas de este sistema es que no está afectado por la evapotranspiración, ya que no muestra área húmeda en superficie. Las cañerías no afectan la labor agrícola porque las mismas están enterradas fuera del alcance de los implementos (Bastida, 2020).

- **Riego por aspersión**

Se trata de un tipo de riego presurizado donde el agua se aplica semejante a una lluvia y se infiltra directamente en la zona de raíces sin escurrir por la superficie. Se utiliza principalmente en terrenos irregulares y con pendientes elevadas sin necesidad de realizar nivelaciones. Se lo emplea en cultivos forrajeros, cereales de gran producción, hortalizas y frutales. En viñedos la contra espaldera impide el traslado de las cañerías lo cual es un inconveniente. El caudal a utilizar debe ser pequeño con largas horas de riego. La fuente de agua debe ser propia y constante, subterránea o procedente de embalses reguladores o bien de manantiales (Martínez, 2014).

La eficiencia de aplicación obtenida es alta, del 85-90 %, mientras que, en riegos por escurrimiento, como máximo, se alcanza al 70% (Fernández, 2010).

El riego por aspersión genera una gran inversión inicial, pero tiene la ventaja de poder automatizarse y los costos operativos se reducen considerablemente. Si el sistema es correctamente instalado tiene una eficiencia de riego superior al sistema de riego por goteo (Fernández, 2010).

- **Riego por goteo**

El riego por goteo permite conducir el agua mediante una red de tuberías bajo presión y aplicarla a los cultivos a través de emisores que entregan pequeños volúmenes en forma periódica. El agua se aplica en forma de gotas por medio de goteros con caudales de alrededor de 0.5 a 4 l/h., solamente en zonas específicas. Su eficiencia es muy alta y llega a valores cercanos al 95% (Fernández, 2010).

- **Riego por escurrimiento**

El agua se aplica cubriendo parcialmente el terreno. Luego se escurre y se infiltra en los pequeños cauces llamados surcos (riego por surcos, corrugaciones) o bien se desliza sobre el

suelo en forma de delgada lámina que se infiltra en su desplazamiento (riego por inundación). En ambos casos el agua infiltrada moja la zona de raíces del cultivo (Fernández, 2010).

Se consideran las siguientes variantes:

- **Surcos:**

El agua agregada escurre por los cauces (surcos) y se infiltra. Se emplea para cultivos en líneas: viñedos, frutales y hortalizas, donde las labores comunes del cultivo preparan el terreno para el riego (Fernández, 2010).

Se adapta a todos los suelos cuando el caudal que se dispone en la finca es pequeño (dotaciones de 200 – 300 l/s). La eficiencia que se logra con este sistema depende de un buen diseño de riego lo que permite un excelente control y aprovechamiento del agua. Esta forma posee la mayor eficiencia sobre otros métodos de riego tradicionales, que es cercana al 60% (Fernández, 2010).

- **Corrugaciones:**

El riego por corrugación consiste en hacer fluir el agua por pequeñas zanjitas llamadas corrugaciones o microsurdos trazados en el sentido de la pendiente. A veces se pueden usar dentro de las melgas para guiar el agua. Se lo utiliza para cultivos de forrajes y cereales sembrados al voleo y cuando se dispone de un caudal pequeño. El agua llega al campo por medio de las acequias distribuidoras "a nivel" donde el líquido se vuelca a los pequeños surcos (Laverde, 2016).

- **Inundación o "a manto":**

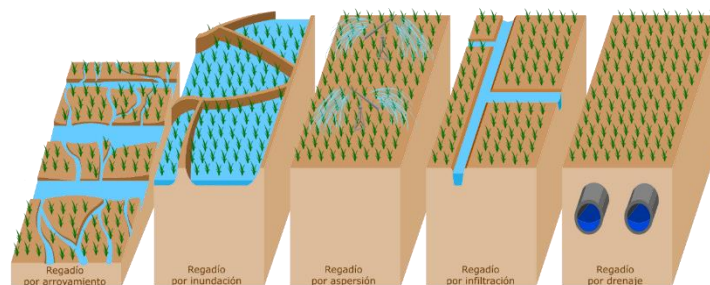
Este método es conocido por los agricultores como "enlagunado". Se presta para los cultivos sembrados al voleo (forrajes: alfalfas, tréboles, etcétera), para riegos de pre siembra, lavados de terrenos y en el riego de arrozales. En los departamentos del Este y Sur se practica en frutales y vid. También sirve para la defensa pasiva ante heladas tardías (Laverde, 2016).

Para todos los casos se realiza un cubrimiento total de la superficie del suelo con agua.

En la región, el riego más difundido es por melgas. El terreno se encuentra dividido por bordos en el sentido de la pendiente que poseen un ancho variable de 5 a 20 m. Se requieren pendientes no mayores al 0.2%, lo que asegura una alta eficiencia. La eficiencia en el riego por melgas es elevada, pero como requiere una buena nivelación, los gastos de instalación del sistema son también elevados. Por cada melga se ocupan caudales entre 20 y 50 l/s (Martínez, 2014).

### Gráfica 4.3.

#### Tipo de riegos



Fuente: Gómez, 2010.

### 4.3. Marco Conceptual

A continuación, se hace referencia a un conjunto de terminologías encontradas para el desarrollo de la investigación con conceptos claves encontrados con el fin de ayudar a la comprensión del trabajo.

**Abastecimiento:** Cubrir las necesidades de consumo de una unidad económica en tiempo, forma y calidad, como puede ser una familia, una empresa, aplicándose muy especialmente cuando ese sujeto económico es una ciudad (Martínez, 2014).

**Agua potable:** Llamamos agua potable al agua que podemos consumir o beber sin que exista peligro para nuestra salud. El agua potable no debe contener sustancias o microorganismos que puedan provocar enfermedades o perjudicar nuestra salud (IDEAM, 2015).

**Agua segura:** El agua segura es aquella que por su condición y tratamiento no contiene gérmenes ni sustancias tóxicas que puedan afectar la salud de las personas (OMS, 2016).

**Agua superficial:** Son todas aquellas quietas o corrientes en la superficie del suelo. Se trata de aguas que discurren por la superficie de las tierras emergidas (plataforma continental) y que, de forma general, proceden de las precipitaciones de cada cuenca (OMS, 2016).

**Calidad del agua:** Calidad del agua es un término usado para describir las características químicas, físicas y biológicas del agua. La calidad del agua depende principalmente del uso que se le va a dar (IDEAM, 2015).

**Disponibilidad del agua:** La disponibilidad hídrica es el volumen total de agua ya precipitada sobre esta, para ser utilizado, por ejemplo, para el riego, para generación de energía eléctrica, abastecimiento de agua potable, etc. (SEDAPAL, 2016).

**Índice de calidad de Agua, (ICA):** Es un número (entre 0 y 1) que señala el grado de calidad de un cuerpo de agua, en términos del bienestar humano independiente de su uso. Este número es una agregación de las condiciones físicas, químicas y en algunos casos microbiológicas del cuerpo de agua, el cual da indicios de los problemas de contaminación (IDEAM, 2015).

**Salud pública:** Es la respuesta organizada de una sociedad dirigida a promover, mantener y proteger la salud de la comunidad, y prevenir enfermedades, lesiones e incapacidad (Organización Mundial de la Salud (OMS), 2015).

**Saneamiento del agua:** El saneamiento consiste en métodos y medios para recoger y eliminar las excretas (o heces) y las aguas residuales de una colectividad de manera higiénica para no poner en peligro la salud de las personas y de la comunidad en su conjunto (Banco Mundial de la Salud, 2000).

**Saneamiento:** Control de todos los factores del ambiente físico del hombre que ejercen o pueden ejercer un efecto pernicioso en su desarrollo físico, salud y supervivencia (Banco Mundial de la Salud, 2018).

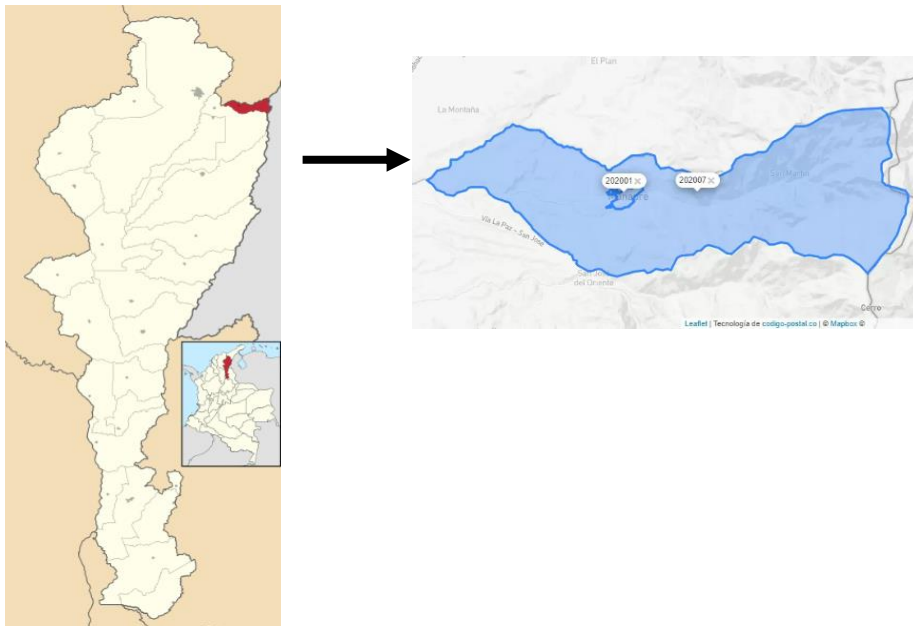
**Sistema de riego:** Conjunto de estructuras, que hace posible que una determinada área pueda ser cultivada con la aplicación del agua necesaria a las plantas (Martínez, 2014).

#### 4.4. Marco Contextual

A continuación, se hace una breve descripción del lugar en el cual se desarrolló la investigación y algunas características que se hacen necesarias conocer y tener en cuenta del mismo.

##### Imagen 4.1.

Municipio de Manaure, Cesar



Nota: La imagen nos muestra la ubicación del municipio de Manaure Cesar. Realizado en Google maps 2022

Manaure Balcón del Cesar es uno de los 25 municipios que conforman el departamento del Cesar en la región caribe, Colombia. Limita al norte con La Jagua del Pilar (departamento de La Guajira), al sur y al occidente con el municipio de La Paz y al oriente con la República Bolivariana de Venezuela. Es reconocido en la región por la suavidad de su clima. Posee una precipitación anual de 1361 mm. Hace parte del Área metropolitana de Valledupar (Alcaldía de Manaure, 2015).

Su cabecera es Manaure del Perijá ubicado en las estribaciones de la Serranía del Perijá, en inmediaciones de la cuenca que conforma el río Manaure a una altitud de 775 msnm.

Fue fundada en el año 1875 por el señor Buenaventura Maya, quien pastaba sus ganados por los alrededores de la Población de La Paz. El nombre del municipio proviene de un prestigioso y noble cacique de la región del Occidente Venezolano, más allá de la costa oriental del Lago de Maracaibo. Es segregado de La Paz erigiéndose municipio por medio de la ordenanza 019 de 1980 (Alcaldía de Manaure, 2015).

#### Imagen 4.2.

#### Finca JERUSALÉN



Nota: la imagen nos muestra la finca Jerusalén ubicada en el municipio de Manaure Cesar. Tomado de google maps.

La finca Jerusalén está ubicada a 800 metros del casco urbano del municipio de Manaure cesar, con una latitud de 10,396343 y una longitud de -73,012655. Esta finca tiene una sola vía de acceso, la cual está pavimentada y en muy buenas condiciones, en donde es muy fácil llegar en cualquier vehículo ya sea automóvil, motocicletas o bicicletas. Por lo que se puede llegar a esta en un tiempo estimado de 3 a 5 minutos.

#### 4.5. Marco Legal

A continuación, se presentarán las referencias normativas establecidas con las leyes vigentes colombianas, en cuanto al uso eficiente del agua para así, darle un soporte legal al desarrollo de la investigación.

**Tabla 4.1.**

Normatividad que aplica en la investigación

<b>NORMATIVA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE COLOMBIA-ART. 79</b>	Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo.
<b>CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE COLOMBIA-ART. 80</b>	El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución
<b>LEY 99 DE 1993</b>	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.
<b>LEY 60 DE 1993</b>	Establece el uso de los recursos nacionales transferidos a las territoriales y la Ley 388 de 1997 de Desarrollo Territorial que ordena elaborar planes municipales de ordenamiento territorial.
<b>LEY 373 DE 1997</b>	Por la cual se establece el programa para el uso eficiente de agua potable.
<b>LEY 715 DE 2001</b>	Por la cual se dictan normas orgánicas en materia de recursos y competencias de conformidad con los artículos 151, 288, 356 y 357 (Acto Legislativo 01 de 2001) de la Constitución Política y se dictan otras disposiciones para organizar la prestación de los

	servicios de educación y salud, entre otros
<b>LEY 788 DE 2002</b>	Por la cual se expiden normas en materia tributaria y penal del orden nacional y territorial; y se dictan otras disposiciones. Artículo 104. Descuento tributario para empresas de servicios públicos domiciliarios que presten los servicios de acueducto y alcantarillado.
<b>DECRETO 182 DE 1968</b>	Por el cual se reglamenta el uso de aguas, operación, conservación y mantenimiento de los distritos de riego y avenamiento
<b>DECRETO 2858 DE 1981</b>	Por cual se reglamenta parcialmente el artículo 56 del decreto ley 2811 de 1974 y se modifica el decreto 1541 de 1978
<b>DECRETO 3100 DE 2003</b>	Por medio del cual se reglamentan las tasas retributivas por la utilización directa del agua como receptor de los vertimientos puntuales y se toman otras determinaciones
<b>DECRETO 155 DE 2004</b>	Por el cual se reglamenta el artículo 43 de la Ley 99 de 1993 sobre tasas por utilización de aguas y se adoptan otras disposiciones.
<b>DECRETO 4742 DE 2005</b>	Por el cual se modifica el artículo 12 del decreto 155 de 2004 mediante la cual se reglamenta el artículo 43 de la Ley 99 de 1993 sobre las tasas por utilización de agua
<b>DECRETO 1323 DE 2007</b>	Por el cual se crea el sistema de información del recurso hídrico SIRH.
<b>DECRETO 1324 DE 2007</b>	Por el cual se crea el registro de usuarios del recurso hídrico y se dictan otras disposiciones
<b>DECRETO 1480 DE 2007</b>	Por el cual se prioriza a nivel nacional el ordenamiento y la intervención de algunas cuentas hidrográficas y se dictan otras disposiciones.

<b>DECRETO 1575 DE 2007</b>	Por el cual se establece el sistema para la protección y control de la calidad del agua para consumo humano.
<b>DECRETO-LEY 028 DE 2008</b>	Por medio del cual se define la estrategia de monitoreo, seguimiento y control integral al gasto que se realice con recursos del Sistema General de Participaciones.
<b>RESOLUCIÓN 240 DE 2004</b>	Por el cual se definen las bases para el cálculo de la depreciación y se establece la tarifa mínima de la tasa por utilización de aguas.
<b>RESOLUCIÓN 2115 DE 2007</b>	Características, instrumentos básicos para la caracterización y control de la calidad del agua
<b>RESOLUCIÓN 0811 DE 2008</b>	Establece puntos de muestreo para el control de la calidad del agua en la red de distribución
<b>RESOLUCIÓN 000091 DE 2020</b>	Por la cual se adopta el Plan Nacional de Riego y drenaje para la económica campesina, familiar y comunitaria.

Nota: Esta tabla muestra todos aquellos conceptos y referencias normativas de apoyo acorde con el caso de investigación.

#### **4.6. Marco Metodológico**

A continuación, la siguiente información se encontró relacionada con cada uno de los lineamientos de la investigación, en la cual, se tomó ciertos conocimientos que fueron necesarios para obtener el procedimiento general y así lograr el objetivo de la investigación.

##### **4.6.1. Línea Y Sublínea De Investigación**

La investigación tiene como línea correspondiente SOSTENIBILIDAD Y GESTIÓN AMBIENTAL y como sublínea GESTIÓN INTEGRAL DEL RECURSO HÍDRICO.

##### **4.6.2. Tipo De Investigación**

Esta investigación es de tipo cuantitativa. La Investigación Cuantitativa, se centra fundamentalmente en los aspectos observables y susceptibles de cuantificación de los fenómenos educativos, utiliza la metodología empírico-analítica y se sirve de pruebas estadísticas para el análisis de datos (Cáceres, 1996).

##### **4.6.3. Nivel De Investigación**

Los niveles de investigación son explicativo y experimental. El nivel explicativo permite conocer porque un hecho o fenómeno de la realidad tiene tales y cuales características, cualidades, propiedades, etc. (Hernández, 2006). El nivel experimental, es la investigación que se realiza luego de conocer las características del fenómeno o hecho que se investiga (variables) y las causas que han determinado que tengan tales y cuales característica (Hernández, 2006).

##### **4.6.4. Población De Estudio**

La población estudio de la investigación corresponde a los habitantes de la zona rural de la finca JERUSALÉN, Manaure, Cesar, los cuales basan sus actividades a la producción de cultivo agrícolas y se abastecen del manantial como principal fuente.

##### **4.6.5. Muestra Poblacional**

La vereda pie del cielo cuenta con aproximadamente 18 fincas, en la cual, el área de estudio será en la finca JERUSALÉN, esta cuenta con 10 hectáreas aproximadamente, por lo que se utilizó un total de área de estudio de 27 metros cuadrados, en donde se realizó el cultivo de maíz.

La muestra poblacional se estableció aleatorio simple, y se calculó por medio de la ecuación:

Para una población desconocida se calculó la muestra con la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z^2 pq}{i^2}$$

Donde:

N = población

p = probabilidad de éxito (recomendado 0,50)

q = probabilidad de fracaso (1 – p)

Z = 1,96 (intervalo de confianza al 95%)

Z = 2,58 (intervalo de confianza al 99%)

i = precisión o error que se prevé cometer

$$n = \frac{1,96^2(0,50)(0,50)}{0,30^2} = 11$$

La muestra corresponde a 11 habitantes o campesinos que residen en los predios de la finca y se abastecen del manantial.

#### 4.7. Desarrollo Metodológico

A continuación, se describió las fases y las actividades necesarias para dar cumplimiento a los objetivos planteados en esta investigación.

**Fase 1:** Diagnostico De Las Condiciones Sobre El Uso Eficiente Del Recurso Hídrico Para El Riego De Cultivos Agrícolas En La Finca Jerusalén.

**Actividad 1.1:** Realizar revisión bibliográfica de las condiciones sobre el uso eficiente del recurso hídrico para el riego de cultivos agrícolas y las condiciones ambientales y topográficas de la zona en la finca Jerusalén.

**Descripción:** Por medio de fuentes confiables y veraces como la alcaldía municipal, la entidad prestadora de servicios públicos ESPUMA S.A., la gobernación del Cesar, el PBOT, PMAM, etc., se hizo la revisión bibliográfica de las condiciones sobre el uso eficiente del recurso hídrico para el riego de cultivos agrícolas en la finca Jerusalén, así como las actividades económicas predominantes en la zona. Adicionalmente, se estudió las condiciones ambientales y topográficas de la zona, en donde se permitió identificar cual alternativa se ajusta más. A partir de esta información se elaboró una síntesis concreta del diagnóstico.

**Actividad 1.2:** Realizar encuesta a los habitantes de la finca Jerusalén sobre las condiciones del uso eficiente del recurso hídrico.

**Descripción:** La encuesta se realizó de forma escrita (tipo descriptiva) a las personas que trabajan en dicho predio, especificando que esta vereda cuenta con un aproximado de 18 fincas aledañas a la zona, pero el área de estudio a tomar es la finca Jerusalén en donde se determinó el grado de conocimiento de los habitantes de la misma acerca del tema principal de investigación, con la finalidad de saber que perspectiva tenían estos en cuanto al uso y ahorro eficiente del recurso hídrico, su valor e importancia, la demanda que requieren los cultivos agrícolas y el manejo que le dan a este. (Ver Anexo A. encuesta).

**Actividad 1.3** Realizar una síntesis concreta del diagnóstico del uso y ahorro eficiente del agua y de las condiciones ambientales y topográficas de la zona.

**Descripción:** Una vez se recogió la información de la revisión bibliográfica y las encuestas realizadas a los habitantes, se destacó los principales aspectos en cuanto al uso que se le da al agua, su fuente de abastecimiento, el ahorro eficiente del recurso hídrico, el manejo que le dan los habitantes de la finca JERUSALÉN, la demanda que requieren los cultivos, la

perdida por medio de la red de distribución del recurso hídrico, entre otros. Esta síntesis sirvió como base para la formulación de las alternativas de riego en los cultivos.

Por otra parte, se hizo una síntesis de las condiciones ambientales y topográficas de la zona, de esta forma se planteó una idea del tipo de alternativa que más se ajuste a estas.

**Fase 2:** Proponer Alternativas Para El Riego De Cultivos Agrícolas En La Finca Jerusalén.

**Actividad 2.1** Implementación de los tres tipos de sistemas de riegos por goteo, aspersión y surcos.

**Descripción:** Se utilizó tres fracciones de terreno, cada una de 9 metros cuadrados correspondiente a cada tipo de riego utilizado, cada una de 3 metros de largo y 3 metros de ancho, en donde sembramos el maíz, a una distancia de 20 cm entre cada semilla y a una distancia de 50 cm entre cada surco, al finalizar el cultivo se obtuvo la cosecha de maíz y los datos numéricos de consumo de agua en cada cultivo con los que se elaboró el análisis de resultados.

**Fase 3:** Realizar un análisis costo-beneficio de las alternativas propuestas a fin de establecer la más viable para el riego de cultivos agrícolas en la finca Jerusalén

**Actividad 3.1** Realizar un análisis de riego conveniente para el cultivo de maíz, que nos permita una implementación más viable del sistema de riego en el uso eficiente del recurso hídrico.

**Descripción:** Lo que se buscó con este análisis fue determinar cuál de estos tres tipos de riego, llevó a reducir los gastos excesivos del recurso hídrico que se presentaron en la finca, obteniendo así un beneficio principalmente en la producción, ahorro y economía de dichos cultivos.

**Actividad 3.2** Realizar una descripción de las alternativas convencionales que más se ajusten a las condiciones ambientales, topográficas y de demanda del recurso hídrico en la finca

**Descripción:** Cada alternativa convencional se plasmó en un apartado, donde se especificó detalladamente cada material, insumo y proceso que requiere su instalación, e implementación de estas, así como los beneficios, ventajas, desventajas e impactos que se logran reducir con cada alternativa que se plasmó en el documento. Es importante resaltar, que solo se tuvo en cuenta las alternativas que se ajustaron a las condiciones anteriormente

descritas en el diagnóstico y las necesidades que se presentaron en la finca. Así mismo, se requirió especificar la demanda que podrá abastecer cada alternativa del recurso hídrico para el riego de cultivos agrícolas especialmente de maíz.

**Actividad 3.3** Escoger alternativa más viable para riego de cultivo de maíz de la finca.

**Descripción:** Una vez realizado el análisis de los tipos de riegos planteados se tomó y plasmo la alternativa más viable en cuanto a ahorro de agua, costos económicos, para realizar el correcto riego de los cultivos de maíz, que permita disminuir los impactos ambientales asociados al uso irracional del recurso hídrico.

## 5. RESULTADOS Y ANÁLISIS.

A continuación, se describió los resultados obtenidos durante la ejecución de este proyecto:

**5.1. Fase 1: Diagnostico De Las Condiciones Sobre El Uso Eficiente Del Recurso Hídrico Para El Riego De Cultivos Agrícolas En La Finca Jerusalén.**

**5.1.1. Realizar revisión bibliográfica de las condiciones sobre el uso eficiente del recurso hídrico para el riego de cultivos agrícolas y las condiciones ambientales y topográficas de la zona en la finca Jerusalén.**

A través de la revisión bibliográfica en las condiciones sobre el uso eficiente del recurso hídrico para el riego de cultivos agrícolas y las condiciones ambientales y topográficas de la zona en la finca Jerusalén, se pudo realizar un diagnóstico que permitió conocer el mal uso del recurso hídrico para el riego de cultivos en el municipio de Manaure Cesar y particularmente en la finca en mención, aunque la situación no es tan grave en la finca Jerusalén como en otras fincas donde se hace mal uso desperdiciando sin medida el recurso hídrico proveniente de nacederos en sus predios y adicionalmente del rio Manaure.

La revisión bibliográfica se fundamentó en la utilización de documentos como el proyecto DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE LA ZONA ALTA Y MEDIA DEL MUNICIPIO DE MANAURE PARA LOS FACTORES SUELO, AGUA, AIRE, FAUNA Y FLORA de donde se tomó la información referente a climatología, temperatura precipitaciones, edafología, componente biótico, fauna, avifauna, humedad relativa, brillo solar, evaporación y vientos para conocer como era el comportamiento de estos en la zona y como podían incidir en esta investigación; además se tuvo en cuenta la información contenida en la formulación del POMCA de los ríos CHIRIAIMO y MANAURE sobre el uso de los suelos y el agua en el municipio al igual que en el PBOT que brinda además información socio económica del sector rural del municipio. Además, el PUEAA del municipio sirvió para conocer de qué manera se propone el uso y ahorro eficiente de agua por parte de la administración municipal teniendo en cuenta la no cultura de ahorro del recurso en la comunidad y más específicamente en los campesinos que aún creen que entre más agua utilicen para sus cultivos es mejor para la producción, no teniendo en cuenta que esta práctica no siempre es necesaria y que por el contrario al no ser amigable con el medio trae graves consecuencias.

**5.1.2. Realizar encuesta a los habitantes de la finca Jerusalén sobre las condiciones del uso eficiente del recurso hídrico.**

Como instrumento de medición se optó por realizar una encuesta, donde se pudo obtener información primaria de las condiciones actuales del uso y ahorro eficiente del recurso hídrico en la finca Jerusalén y además tener información sobre los conocimientos o pensamientos que tenían los habitantes de la finca Jerusalén, para saber de qué manera abordar y manejar el tema frente a ellos sin que consideraran que se les cuestionaba por sus “creencias” y experiencias sobre el uso del agua en los cultivos.

**Tabla 5.1.**

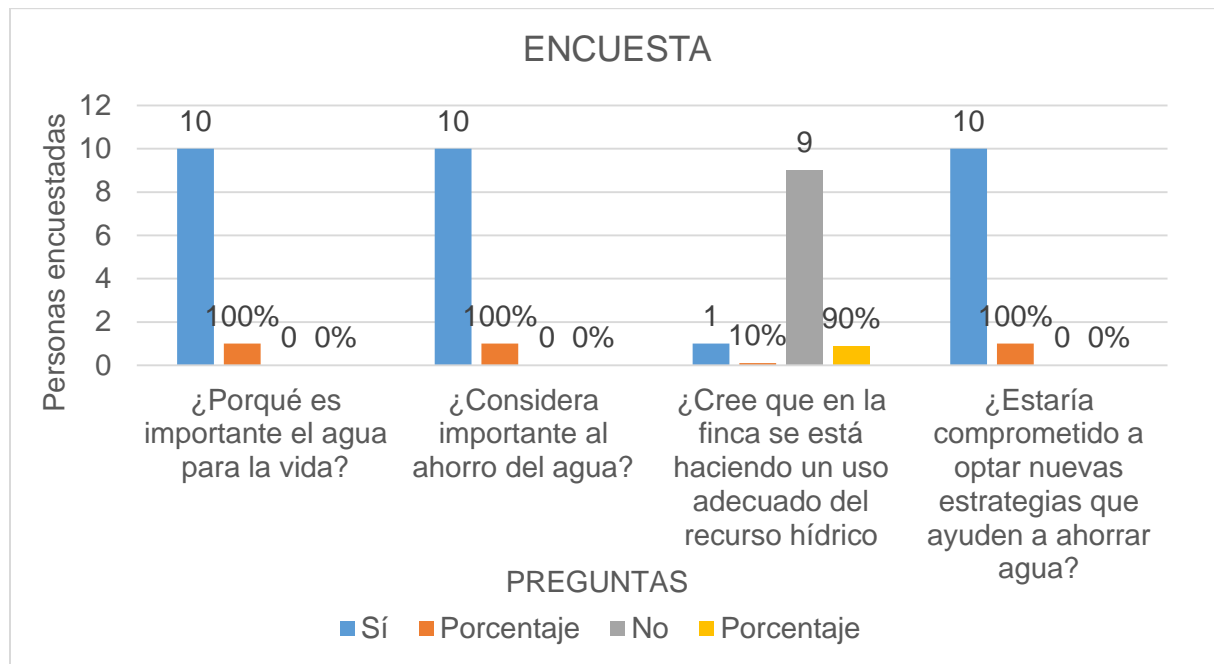
Resultados de las encuestas aplicadas en la finca Jerusalén

Interrogantes	Sí	Porcentaje	No	Porcentaje
¿Por qué es importante el agua para la vida?	10	100%	0	0%
¿Considera importante al ahorro del agua?	10	100%	0	0%
¿Cree que en la finca se está haciendo un uso adecuado del recurso hídrico	1	10%	9	90%
¿Estaría comprometido a optar nuevas estrategias que ayuden a ahorrar agua?	10	100%	0	0%
<b>Total personas encuestadas</b>	10			

Nota. Esta tabla muestra los resultados de las encuestas realizada en la finca Jerusalén con sus respectivos interrogantes.

**Gráfica 5.1.**

Resultados de las encuestas aplicadas en la finca Jerusalén.



Nota: Esta gráfica muestra el porcentaje de respuesta de los habitantes de la finca Jerusalén.

En la gráfica 5.1. Se observó que la mayoría de las personas se inclinaron en que no se estaba haciendo un uso adecuado del recurso hídrico con un porcentaje del 90% y en las otras preguntas estuvieron a favor de contribuir al cuidado de este recurso.

Por medio de la encuesta aplicada a los habitantes de la finca Jerusalén sobre las condiciones del uso eficiente del recurso hídrico, se conoció que es poco el conocimiento que tienen sobre el buen uso y ahorro eficiente del recurso hídrico para el riego de cultivos agrícolas, ya que para ellos es indispensable tener una buena producción, debido a que creen que entre más cantidad de agua utilicen mayor será su productividad, lo cual lo traducen en ganancias en pesos; partiendo de allí, se les explico que la mejor forma de realizar el riego de los cultivos agrícolas para la finca no siempre es la que mayor demanda del recurso requiera que para este caso es el sistema de riego por surcos, haciendo ver que el sistema de riego por goteo, permite usar mejor este medio, pero también les da una buena rentabilidad económica donde es más amigable con el medio ambiente, preservando el recurso hídrico por algunos años más. En el Anexo A se encuentra la encuesta y los resultados obtenidos en la misma.

### **5.1.3. Realizar una síntesis concreta del diagnóstico del uso y ahorro eficiente del agua y de las condiciones ambientales y topográficas de la zona.**

Se realizó una síntesis concreta del diagnóstico del uso y ahorro eficiente del agua y de las condiciones ambientales y topográficas de la zona.

Una vez se recopiló la información con la revisión bibliográfica y la encuesta realizada a los habitantes de la finca Jerusalén, se obtuvo los principales aspectos relevantes con relación al uso que se le da al agua, su fuente de abastecimiento, la demanda que requieren los cultivos, la pérdida por la edad de la red de distribución del recurso hídrico y el manejo que le dan los habitantes de la finca. Esta síntesis fue base para la formulación de las alternativas de riego en los cultivos.

#### **Síntesis concreta del diagnóstico del uso y ahorro eficiente del agua**

El municipio de Manaure Balcón del Cesar, es uno de los más afortunados en el departamento del Cesar debido a su biodiversidad, condiciones climáticas, y lo máspreciado, el recurso hídrico, en el municipio se cuenta con más de una docena de manantiales de agua dulce y además con la Subcuenca del río Manaure, donde tiene una extensión de 12.538 hectáreas, la cual nace en la vereda denominada Sabana Rubia a una altura de 3000 MSNM aproximadamente, luego de un recorrido de 31 Kilómetros, desemboca en el río Pereira a una altura de 225 metros, donde sirve de Limite Territorial entre los municipios de Manaure Balcón del Cesar y el municipio Robles la paz. Es importante resaltar que dentro de la Subcuenca se desarrollan actividades económicas agrícolas (Cultivos de pan coger, floricultura y frutícolas) esto ha generado que en este municipio haya una reducción en el recurso hídrico que integra la Subcuenca del río Manaure por el incremento de las áreas cultivadas, las cuales son alrededor de un 30% del área total.

Por otro lado, entre las problemáticas identificadas en la Subcuenca del río Manaure, la más considerable es la sobre captación del recurso hídrico impidiendo la conservación del caudal ecológico en la parte baja de la sub-zona hidrográfica. Esto debido a las causas que están relacionadas con las captaciones y desvíos del cauce del río Manaure que se hacen en la parte media para el desarrollo de actividades agropecuarias y agrícolas. Está técnica también

la práctica el sector turístico, mediante la conformación de piscinas naturales y espacios recreativos a la orilla de los ríos.<sup>1</sup>

Por otro lado en cuanto a los manantiales o nacederos que también se encuentran en el municipio hay problemas puesto que están siendo sobreexplotados y mal usados, en su mayoría son usados para riegos de cultivos y uso domésticos por los dueños de las fincas en donde nacen y por donde hacen su recorrido hasta llegar a su desembocadura; en la finca Jerusalén se encontró un manantial de agua dulce con un caudal aproximado de una pulgada, el cual le sirve a la finca para abastecerse del recurso hídrico principalmente para uso agrícola en riego de cultivos, lo que permitió identificar una problemática importante sobre el mal uso que se le da al manantial, este se utiliza directamente en los cultivos, por lo que estos no tienen un mecanismo que les ayude hacer un ahorro y uso eficiente del mismo y gran parte de este recurso que se desperdicia por las mangueras que se encuentran en mal estado y que están conectadas al manantial, estas presentaron doblamientos y agujeros en muchas partes de la manguera. Lo cual se pudo observar a simple vista.

También se observó que en el manantial no toda el agua es recolectada, debido al área tan pequeña que tiene por lo que el restante de agua se rebosa por las partes laterales donde está ubicada la manguera, aunque es un manantial y es normal que de forma natural este siga su flujo, también es importante almacenar gran cantidad del agua que se rebosa. Por lo que se hizo necesario ampliar el área para tener una mejor capacidad del recurso, conociendo que en la finca Jerusalén se hace el riego de los cultivos por medio de un sistema de riego de aspersor, el cual lo van rotando por todos los cultivos en un tiempo estimado de 2 horas aproximadamente y este está conectado a la manguera principal que da al manantial. Este riego se realiza constantemente en épocas de verano a los cultivos de cacao, aguacate, plátano, maíz. Haciéndole rotación cada 2 horas alrededor de la finca (manual). También se pudo apreciar que los obreros encargados de los cultivos tienen un pensamiento retrógrado hacia el uso de ese manantial, que no le han dado la importancia que merece y la importancia de mantenerlo, en parte esa es una parte del problema puesto que si no se tiene un pensamiento futurista y de conservación se hace imposible que se piense en cuidar para

---

<sup>1</sup> PBOT municipio Manaure cesar 2018

mantenerlo en el futuro, por esto se les dio una pequeña charla sobre el uso adecuado que se le debe dar al manantial y que hacer para mantenerlo.

Se implementó un tanque que almaceno esta agua que viene directamente del manantial, y se hizo un control de la cantidad de agua a usar en los cultivos para distribuirla utilizando solo lo necesario, de esta manera se pudo hacer un ahorro que fue provechoso para la finca y no deteriore o ponga en riesgo el manantial. Con esto se logró que la finca pueda almacenar aproximadamente 80% del agua y con esta agua que se almaceno se pudo realizar el riego a los diferentes cultivos organizadamente.<sup>2</sup>

### **Síntesis concreta de las condiciones ambientales y topográficas de la zona**

A continuación, se estudió las condiciones ambientales y topográficas de la zona norte del departamento del Cesar más específicamente del municipio de Manaure Balcón del Cesar, en donde se encuentra el predio que es objeto de nuestra investigación, para lo cual, se empezó hablando sobre la climatología; en donde se descubrió que las características climatológicas del municipio están monitoreadas y estimadas a partir de tres estaciones presentes en la zona manejadas por el IDEAM las cuales son Manaure (Pluviométrica), Nuevo Prado (Limnimétrica) y San José de Oriente (Climatológica Ordinaria) específicamente los datos asociados a los parámetros de Precipitación, Temperatura, Humedad Relativa, Brillo Solar (POMCA Manaure 2010).

**Tabla 5.2.**

Caracterizaciones de las estaciones climatológicas

ID	CÓDIGO	TIPO	ESTACIÓN	CORRIENTE	ALTURA	FECHA DE INSTALACIÓN	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO
1	2802504	CO	SAN JOSÉ DE ORIENTE	CHIRIAIMO	850	1985	CESAR	LA PAZ
2	2801004	PM	MANAURE	MANAURE	740	1975	CESAR	MANAURE
3	2801704	MI	NUEVO PRADO	MANAURE	480	1964	CESAR	LA PAZ

**Fuente:** Villalba & Vizcaíno 2017

<sup>2</sup> PBOT municipio de Manaure Cesar 2018

En cuanto a las precipitaciones el municipio de Manaure Balcón del Cesar existen dos periodos de lluvia los cuales poseen los picos más altos en los meses de mayo y octubre aunque con una clara mayor precipitaciones para el segundo periodo el cual representa el 60.53% frente a un 39,47% del periodo anterior lo que equivale a la no despreciable suma de 951.5 mm de lluvia más, lo cual equivales en un nivel muy superior a las precipitaciones registradas durante todo un año en la capital de La Guajira – Riohacha, donde apenas se alcanzan los 541 mm IDEAM (2010).<sup>3</sup>

En cuanto a la temperatura media corresponde al promedio de las temperaturas observadas en el curso de un intervalo de tiempo determinado (hora, día, mes, año, década, etc.), en tanto que las temperaturas extremas corresponden al valor más alto (máximo) y más bajo (mínimo), presentados en el transcurso de tal intervalo. POMCA, p.97 (2010).<sup>4</sup> El municipio de Manaure balcón del Cesar actualmente no cuenta con un sistema de monitoreo de temperatura, los cálculos se realizan a manera de estimación por diversos sistemas y organizaciones. En general, la zona cuenta con un régimen bimodal el cual tiene los picos más altos en los primeros meses de cada semestre y van muy ligados a las temporadas de lluvia lo que genera diversos cambios ambientales abruptos, incidiendo en el desarrollo de prácticas culturales en campesinos como la quema para el establecimiento de cultivos, la renovación de praderas entre otros, la estación climatológica más cercana se encuentra en el corregimiento de San José de oriente, jurisdicción del Municipio de la Paz Cesar código 2802504 IDEAM.

Cuando se habla de la edafología del municipio, se sabe que los suelos del municipio de Manaure Balcón del Cesar se encuentran distribuidos en una gran variedad de pisos térmicos y pendientes lo que confiere una diversidad de organismos que se desarrollan en los diferentes ecosistemas, aunque el 88,5% del territorio se encuentra dentro de la zona de reserva forestal los motilones en el marco del Ley 2 del año 1959.

### Figura 5.1.

Zona ocupada por la reserva forestal los motilones

---

<sup>3</sup> IDEAM 2010

<sup>4</sup> Formulación POMCA ríos CHIRIAIMO y MANAURE 2010



Fuente: Villalba & Vizcaíno 2017.

**Figura 5.2.**

Zona de paramo municipio de Manaure balcón del Cesar.



Fuente: Villalba & Vizcaíno 2017.

En el componente biótico la zona de la serranía del Perijá y más específicamente en el municipio de Manaure Balcón del Cesar, cuenta con una alta variabilidad de organismos dado por diversos factores ambientales presentados anteriormente como lo son: la temperatura, precipitaciones, diversidad de suelos, relieve entre otras. En las zonas altas, entre los 1.400 y 1.800 msnm, se encuentra variedad de fauna dentro de la cual tenemos arboles como el dorance, el canalete, el guayacán, los cámbulos o chachafrutos, el cedro, la flor amarilla y la trompetilla (Castaño, 1999). En la franja entre los 1.800 y 3.500 msnm se encuentra la selva andina cuyos árboles son de troncos cortos y retorcidos, cubiertos de epifitas. Sobre el suelo,

se desarrolla el musgo y otras plantas briofitas. El bosque andino alto se caracteriza por desarrollar árboles que no superan los diez o quince metros a veces con vegetación de páramo. En la frontera con el páramo, en el subpáramo, domina el matorral de arbustos y 45 pequeños árboles de selva andina. Este ecosistema es de gran importancia para el sistema hídrico, debido a que puede almacenar alrededor de 60 litros de agua por metro cuadrado, sin contar con las epifitas que cubren los árboles, las cuales guardan gran volumen de agua. Por encima de los 3.500 metros se desarrolla el páramo donde predomina una vegetación de tres tipos de plantas: frailejones, hierbas rasantes y arbustos bajos (Zerna, 2004).

Somos un municipio con variedades de fauna; en la serranía del Perijá habitan muchas especies de animales los cuales se encuentran en diferentes estados de conservación tanto por la depredación antrópica como por la disminución en las áreas para su desarrollo, debido a la expansión de la frontera agropecuaria. Según estudios realizados por la Universidad Nacional, a nivel de fauna se han registrado 4 especies de anfibios, 130 especies de aves, 23 especies de mamíferos (voladores y no voladores) y 54 especies de mariposas. Una de las especies más importantes por el valor cultural y la sensibilidad que posee al cambio en el ambiente es el oso andino o de anteojos (*Tremarctos ornatus*), el cual es una especie vulnerable y aunque no permanece todo el año en la zona pues tiene rutas de movilización desde la zona alta del municipio de Manaure balcón del Cesar, hasta el parque nacional natural del Perijá Venezuela donde permanece la mayor parte del año.<sup>5</sup>

En el municipio La humedad relativa puede ser afectada por la presencia del relieve, que actúa como barrera, frenando el paso de masas húmedas a otras superficies y así de esta manera aumentar la presencia de la humedad en el área a donde llegan estas masas; pero en general las menores o mayores alturas no inciden en la presentación de máximos o mínimos de humedad directa.

En cuanto al brillo solar en el municipio de Manaure la manera de cómo la precipitación y el brillo solar se comportan, tiene una relación inversa en el tiempo (durante el año) y está determinado por la ocurrencia o frecuencia de las lluvias; esto significa, que, durante los períodos lluviosos, el brillo solar disminuye y durante la época de baja precipitación el brillo

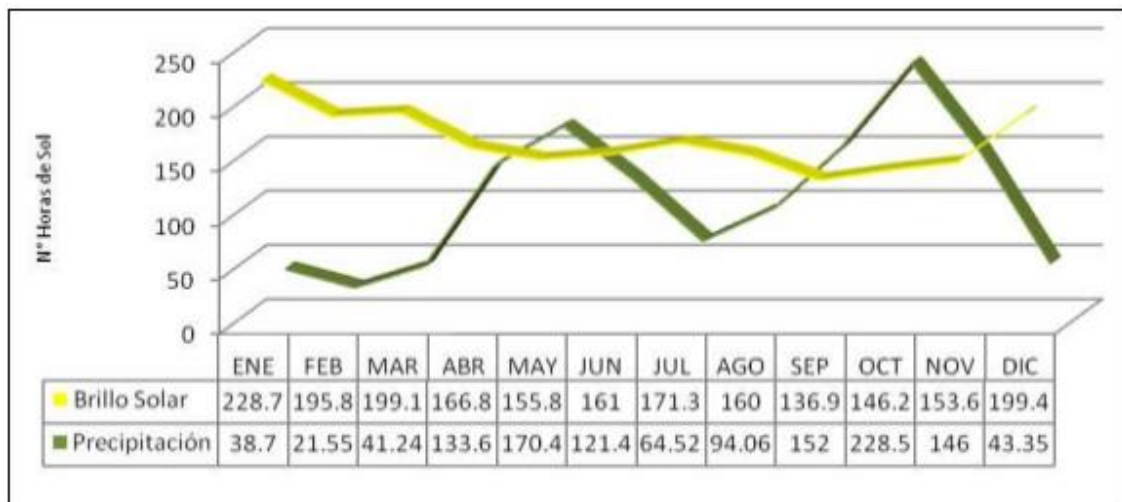
---

<sup>5</sup> VILLALBA Y VIZCAÍNO, 2017, DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE LA ZONA ALTA Y MEDIA DEL MUNICIPIO DE MANAURE PARA LOS FACTORES SUELO, AGUA, AIRE, FAUNA Y FLORA

solar aumenta. De igual manera, durante los meses de mayor pluviosidad se registran valores de mayor nubosidad registrada, que obstaculiza el paso de la radiación solar directa, mientras que en la época de estiaje es característico cielo despejado (baja nubosidad) y elevado valor en el brillo solar. (POMCA Manaure 2010).

### Gráfica 5.2.

Diagramas de Frecuencia de Precipitación y Brillo Solar Mensual Multianual, Estación San José de Oriente



**Fuente:** POMCA Manaure 2010

En la gráfica 6 se registran valores máximos de brillo solar, en los meses de enero, febrero, marzo, julio, agosto y diciembre; con elevaciones en enero y febrero con 228,7 y 195,8 horas de brillo solar, respondiendo a bajos valores de nubosidad, debido a la relación inversa entre precipitación – nubosidad vs. Brillo solar. Los períodos máximos de lluvia se concentran en los meses de mayo, septiembre, octubre y noviembre, esto representa una herramienta útil para el aprovechamiento de esta variable como fuente de energía; así mismo como la susceptibilidad del sistema a cambios drásticos de temperatura.

Para el caso de la Evaporación vale la pena aclarar que las estaciones del IDEAM, no cuentan actualmente con registros de evaporación, por tal razón solo se hace una descripción general de ésta en la región, pero posteriormente se calculan analíticamente para la

determinación de otras variables. La evaporación es la emisión de vapor de agua desde una superficie húmeda a temperatura inferior al punto de ebullición. La evaporación se produce a partir de superficies de agua o de superficies sólidas húmedas, como ocurre con el suelo. La sublimación es la transformación directa en vapor de agua del hielo o de la nieve. El agua que extraen del suelo las raíces de los vegetales sube hasta las hojas, donde se transforma, en su mayor parte, en vapor de agua escapándose a la atmósfera por las estomas. Esta emisión de vapor de agua por las hojas de las plantas se conoce con el nombre de transpiración.

Los vientos Al igual que para el caso de la Evaporación los registros históricos de las dos estaciones (Manaure y San José de Oriente), no cuentan con datos de vientos, por lo tanto, también se realizó una descripción general de esta variable y la importancia de la misma. El viento es el movimiento del aire que se produce por diferencia de presiones en la atmósfera. El desplazamiento del aire puede ser en sentido vertical (ascenso y descenso del aire), fenómeno conocido como corriente de aire, o en sentido horizontal, denominado viento (traslado del aire de un lugar a otro sobre la superficie terrestre)<sup>13</sup>. Los vientos se afectan por diferentes variables, siendo las áreas de alta presión atmosférica las que originan los vientos las áreas de baja presión atmosférica de su destino, es decir el movimiento de los vientos planetarios se produce de zonas de alta presión a zonas de baja presión.

## **5.2. Fase 2: Proponer Alternativas Para El Riego De Cultivos Agrícolas En La Finca Jerusalén.**

A continuación, se realizó una descripción de cómo se llevó a cabo la implementación de los tres tipos de sistemas de riegos paso a paso desde el primer día.

### ***5.2.1. Implementación de los tres tipos de sistemas de riegos por goteo, aspersión y surcos.***

#### **Imagen 5.1.**

Entrada a la finca JERUSALÉN



**Imagen 5.2.**

Entrada al proyecto



Para ejecutar este proyecto, luego de haber recopilado la información y teniendo los conceptos claros que se necesitan, se procedió a ir a campo para evaluar las condiciones de terreno para ello primero se hizo el reconocimiento de la finca Jerusalén como se puede ver en la imagen 5.1. Y 5.2. Donde se implementó la propuesta de grado. Ese mismo día se estableció la parte donde se ubicó el proyecto y se visitó el manantial del cual, se captó agua para nuestra investigación.

Habiendo hecho eso, se procedió a hacer las mediciones de tres lotes, cada uno de tres metros de ancho por tres de largo, se analizó un lugar adecuado para instalar un tanque de almacenamiento de 1000 litros, luego se conectó un tubo con tres salidas diferentes cada uno con una manguera de media pulgada y con su llave de paso para cada uno de los cultivos.

**Imagen 3.3.**

Tanque de almacenamiento del agua del manantial para el riego de los cultivos



Una vez instalado el tanque se procedió a llenarlo hasta el nivel máximo, luego se abrió la llave de desagüe y se tomó un recipiente de 20 litros y a medida que se iba llenando el mismo, se iba marcando hasta donde daba el nivel de agua en el tanque de mil litros, esto se hizo con el fin de medir a grosso modo donde daba el nivel de agua cada 20 litros en el tanque grande.

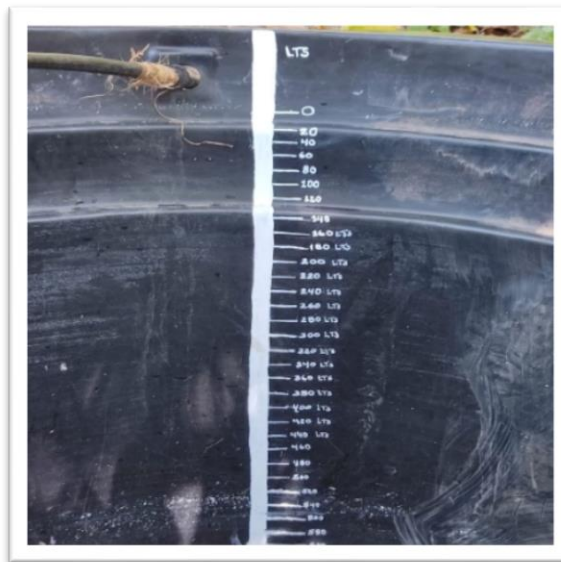
**Imagen 5.4.**

Conexión de salida del agua almacenada para el riego de los cultivos.



**Imagen 5.5.**

Tanque marcado para medición del riego



**Imagen 5.6.**

Tanque completamente lleno



Posteriormente se adecuó el manantial, se removió las hojas secas que entorpecían el paso del fluido y se amplió el área de captación, con el fin de que aumentara el volumen del caudal. Esta limpieza se hizo de manera muy sutil ya que el propietario de la finca no permitió hacer una intervención o una ampliación mayor del lugar de captación por motivos de conservación del manantial, debido a que, si se intervenía a fondo o se limpiaba demasiado, el agua podía infiltrarse o se podía secar el manantial.

**Imagen 5.7.**

Remoción de hojas secas en el manantial



Luego se hizo la limpieza de los tres lotes y la instalación de las tres mangueras. En el sistema de goteo se dejó limpio y se removió escombros presentes en el terreno, en el de aspensor, se realizaron las mediciones y en el de surco retiraron los escombros y se elaboraron los surcos con una distancia de 50 cm entre planta y planta, luego se delimito cada lote con unas estacas. Para esto se usaron herramientas como (pico, cinta métrica, pala, machete, azadón).

### **Imagen 5.8.**

Adecuación del terreno a sembrar y delimitación del terreno a sembrar



Al tener el terreno acondicionado se procedió a realizar la siembra de los tres lotes, para esto se dejó una distancia de 20 centímetros entre mata y mata y 50 centímetros entre surcos para un total de 15 matas por surcos, luego en cada hueco se depositaron 2 semillas y teniendo eso como guía se procedió a tener cuidado con la profundidad y la dirección del mismo, para esto se utilizó semilla de maíz criollo, debido a que esta se adaptaba muy fácil a las condiciones edafoclimáticas de la zona.

### Imagen 5.9.

Semillas y método de sembrado de las mismas



Entre el día 5 y 6 luego de sembradas la semilla se pudo observar que germinó el maíz en el lote de surco, al día siguiente se evidenció que el maíz germinó en el lote de goteo y aspersor.

### Imagen 5.10.

Lotes de maíz germinados



Una vez comenzó a germinar el maíz se realizaron riegos dos veces por semana. Este se realizó en las horas de la tarde ya que era la hora adecuada para que el maíz tuviera un mayor rendimiento. El primer riego se realizó a los 13 días de haber sembrado el cultivo, se llenó el tanque de almacenamiento y se abrió la llave a cada uno de los sistemas de riego con un tiempo de media hora a cada uno, con el fin de evidenciar la cantidad de agua que gastaba cada sistema.

El segundo riego se realizó a los 4 días después y posterior a esto al día siguiente se le tomó la medición de la altura de las plantas, esta actividad se hizo con una frecuencia de 15 días para determinar el crecimiento en el transcurso del proyecto. A continuación, se explica paso a paso de cómo se tomó las alturas de las plantas y sus resultados a lo largo del proyecto.

**Imagen 5.11.**

Medición de plantas de maíz en cada lote.



### **Pasó a paso para medir altura de las plantas**

A la hora de realizar estas mediciones en los tres sistemas de riego, se tomó como referencia 5 plantas de cada lote para tener un promedio de cómo era el comportamiento, teniendo en cuenta que estas medidas se tomaron cada 15 días.

Para medir la altura se usó un metro y se ubicó en la raíz de la planta hasta la hoja más alta de la misma, con esto se tuvo una idea de la altura que estaba presentando las plantas en el transcurso del proyecto. A continuación, en la tabla 5.2. Se presentan los resultados obtenidos de las mediciones de las plantas de maíz en los tres sistemas de riego en el mes de marzo.

### **Tabla 5.3.**

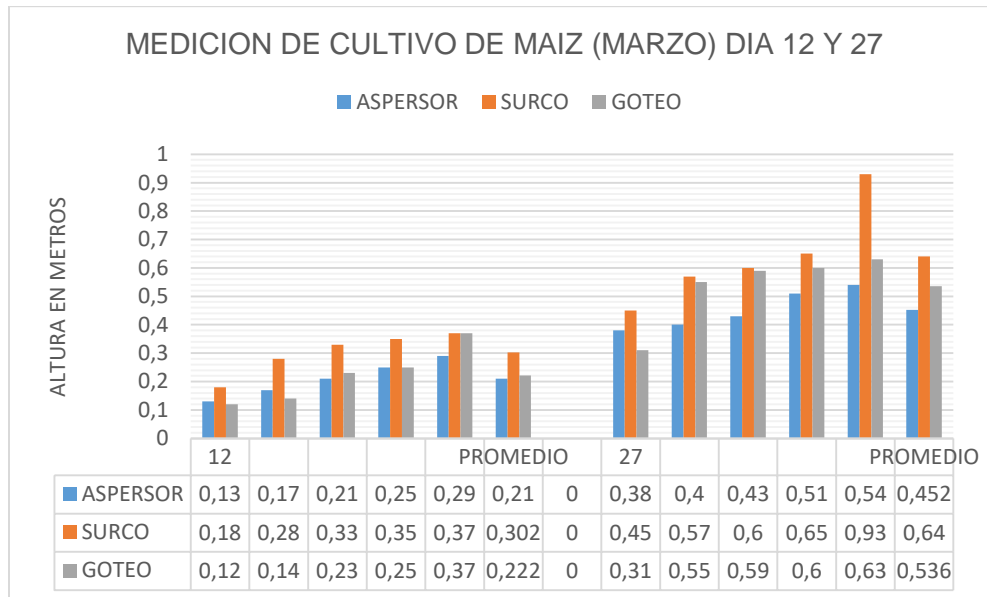
Medición de altura en metros de las plantas de maíz en el mes de marzo

DÍA	ASPERSOR	SURCO	GOTEO
12	0,13	0,18	0,12
	0,17	0,28	0,14
	0,21	0,33	0,23
	0,25	0,35	0,25
	0,29	0,37	0,37
<b>PROMEDIO</b>	<b>0,21</b>	<b>0,302</b>	<b>0,222</b>
DÍA	ASPERSOR	SURCO	GOTEO
27	0,38	0,45	0,31
	0,40	0,57	0,55
	0,43	0,60	0,59
	0,51	0,65	0,60
	0,54	0,93	0,63
<b>PROMEDIO</b>	<b>0,452</b>	<b>0,64</b>	<b>0,536</b>

Nota: Esta tabla se muestra la altura tomada entre los días 12 y 27 y el promedio de estos en el mes de marzo.

### Gráfica 5.3.

Medición de cultivo de maíz en el mes de marzo



Nota: Gráfica de la medición de la altura de maíz en el mes de marzo.

En el mes de marzo, se obtuvo diferentes medidas como se pueden observar en la tabla 5.3. Aquí se tuvo en cuenta que habían de diferentes tamaños por lo que se decidió tomar 5 referencias entre las cuales había diversidad en cuanto tamaño y grosor; de este modo se obtuvo valores más equivalentes, se tomó medidas en plantas pequeñas, medianas y grandes en cada uno de los lotes y teniendo estos valores de medición se sacó el promedio de cada uno de los cultivos. Con esto se notó que en el mes de marzo su crecimiento fue exponencial por lo que en el lote de aspersor se tuvo medidas promedio entre los 0,21m hasta la medidas de 0,452 m en ese mes obteniendo así un promedio total de 0,242 m; en el cultivo de surco se obtuvo medidas promedio entre 0,302 m y hasta 0,64 m para una diferencia notable de un 0,338 m en el crecimiento de las plantas y por último en el cultivo de goteo se tuvo resultados de medidas promedio de 0,222 m y 0,536 m para un total de un crecimiento en el cultivo de goteo de un 0,314 m aproximadamente, estos valores se tomaron para hacer una representación como se puede observar en la gráfica 5.3.

**Tabla 5.4.**

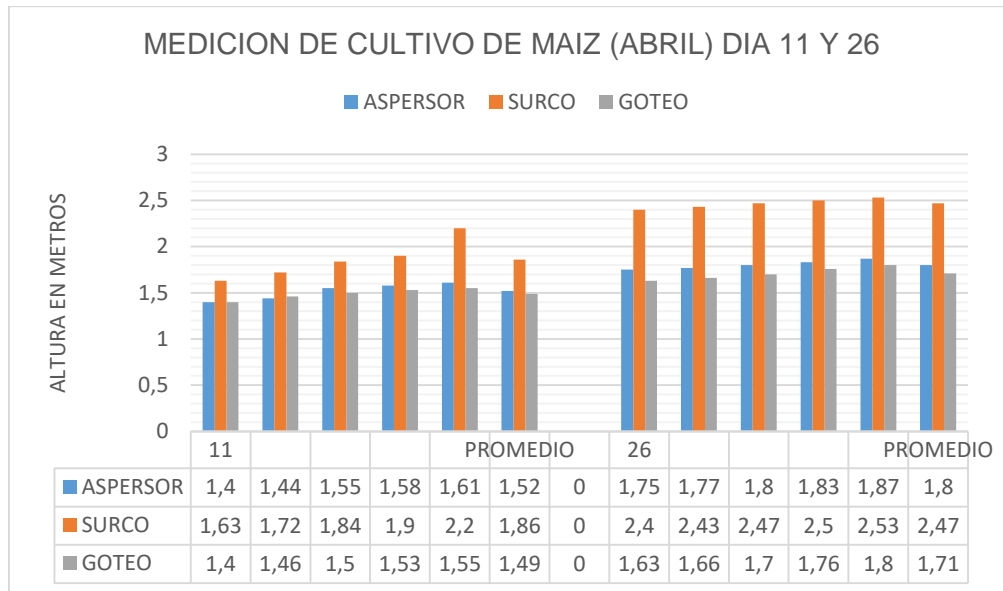
Medición de altura en metros de las plantas de maíz en el mes de abril.

<b>DÍA</b>	<b>ASPERSOR</b>	<b>SURCO</b>	<b>GOTEO</b>
<b>11</b>	1,40	1,63	1,40
	1,44	1,72	1,46
	1,55	1,84	1,50
	1,58	1,90	1,53
	1,61	2,20	1,55
<b>PROMEDIO</b>	<b>1,52</b>	<b>1,86</b>	<b>1,49</b>
<b>DÍA</b>	<b>ASPERSOR</b>	<b>SURCO</b>	<b>GOTEO</b>
<b>26</b>	1,75	2,40	1,63
	1,77	2,43	1,66
	1,80	2,47	1,70
	1,83	2,50	1,76
	1,87	2,53	1,80
<b>PROMEDIO</b>	<b>1,80</b>	<b>2,47</b>	<b>1,71</b>

Nota: Esta tabla nos muestra el promedio de altura de la planta de maíz en el mes de abril.

#### **Gráfica 5.4.**

Medición de cultivo de maíz en el mes de abril



Nota: Gráfica de la medición de la altura de maíz en el mes de abril.

En el mes de abril se empezó a ver que el tamaño de las plantas fue considerable, como se puede observar en la tabla 5.4. En esta se observó cómo se tomó 5 plantas al azar desde la más pequeña, mediana y grande para realizar estas mediciones y así llevar un control del comportamiento de la planta. Aquí se comprobó que el promedio en este mes en el lote de aspersor para la primera medida, se tuvo medidas promedio en un rango entre los 1,52 m hasta 1,80 m para una diferencia en la altura a los 15 días luego del primer mes de 0,28 m en el cultivo de aspersor, para el cultivo de surco se obtuvo una medida promedio en un rango entre 1,86 m y 2,47 m para una diferencia de 0,61 m en la altura de este cultivo y por último en el cultivo de goteo se tomó como primera medida una altura de 1,49 m y la última medida en el mes de abril de 1,71 m para una diferencia de 0,22 m en la altura de la planta a los 15 días de tomada. Con estos datos se realizó una gráfica para ver el crecimiento de estas en el mes de abril como se observa en la gráfica 5.4.

**Tabla 5.5.**

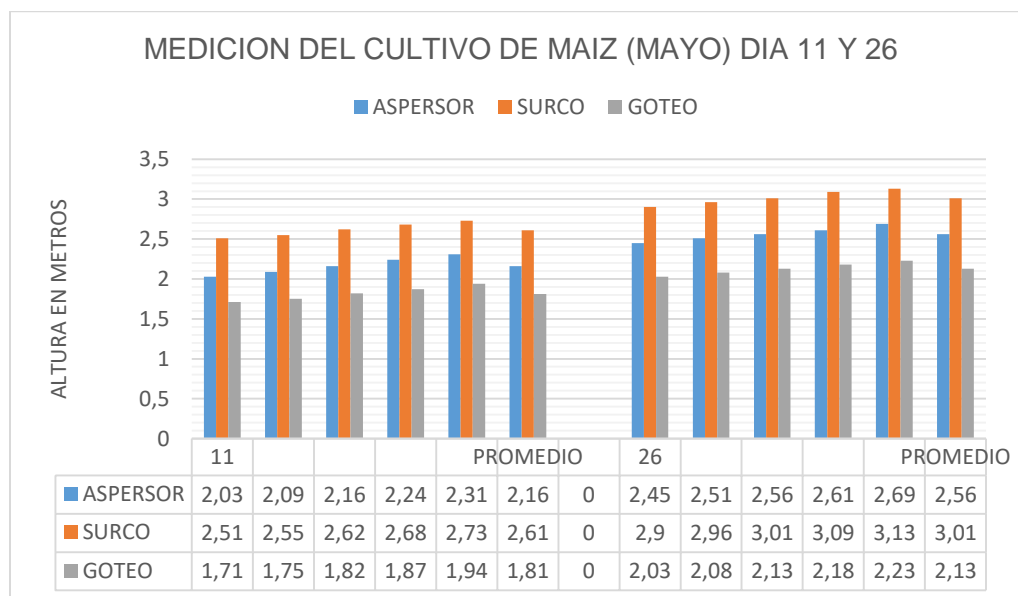
Medición de altura (m) de las plantas de maíz en el mes de mayo

DÍA	ASPERSOR	SURCO	GOTEO
11	2,03	2,51	1,71
	2,09	2,55	1,75
	2,16	2,62	1,82
	2,24	2,68	1,87
	2,31	2,73	1,94
<b>PROMEDIO</b>	<b>2,16</b>	<b>2,61</b>	<b>1,81</b>
DÍA	ASPERSOR	SURCO	GOTEO
26	2,45	2,90	2,03
	2,51	2,96	2,08
	2,56	3,01	2,13
	2,61	3,09	2,18
	2,69	3,13	2,23
<b>PROMEDIO</b>	<b>2,56</b>	<b>3,01</b>	<b>2,13</b>

Nota: Esta tabla nos muestra la altura promedio de la planta de maíz en el mes de mayo.

**Gráfica 5.5.**

Medición de cultivo de maíz en el mes de mayo



Nota: Gráfica de la medición de la altura de maíz en el mes de mayo.

En el mes de mayo se encontró una evolución muy positiva en el crecimiento de cada uno de los cultivos ya que aquí se obtuvo diferentes medidas como se pueden evidenciar en la tabla 5.5. En esta tabla se observó que en el mes de mayo, en el lote de aspersor en la primera medida se obtuvo un promedio entre los 2,16 m hasta 2,56 m con una diferencia de altura en los 15 días de 0,40 m, en el cultivo de surco dio un promedio de 2,61 m en la primera medida y en la medida final de 3,01 m para una diferencia en la altura de la planta de 0,40 m y por último en el cultivo de goteo dio como resultado en la primera medida tomada un promedio entre 1,81 m y 2,13 m para un crecimiento en el cultivo de goteo de 0,32 m en la altura final de la planta. En base a esta información se representó para identificar su comportamiento en el mes de mayo como se puede ver en la gráfica 5.5.

#### **Descripción de los datos obtenidos en la medición del consumo de agua en cada uno de los sistemas de riego**

A continuación se realizó una descripción de los datos obtenidos en los tres cultivos de maíz en cuanto a la medición del recurso hídrico a lo largo del proyecto representado en tablas por meses y seguida a estas su respectivo análisis.

Para tomar estos datos de consumo de agua se tuvo en cuenta el tiempo en el que se vaciaba el tanque y la cantidad de agua que consumía cada cultivo en cada día de riego y luego se realizó la sumatoria por semanas y meses respectivamente.

**Tabla 5.6.**

Medición de consumo de agua (L) de las plantas de maíz en el mes de marzo

<b>DÍA</b>	<b>ASPERSOR</b>	<b>SURCO</b>	<b>GOTEO</b>
<b>8</b>	180	300	30
<b>12</b>	180	310	30
<b>15</b>	180	300	30

<b>19</b>	180	320	40
<b>22</b>	200	320	40
<b>26</b>	200	300	40
<b>29</b>	190	300	40
<b>TOTAL</b>	<b>1310</b>	<b>2150</b>	<b>250</b>

Nota: Esta tabla muestra cada uno de los riegos realizados, los días y el consumo de estos en el mes de marzo.

En el mes de marzo, se realizó 7 riegos dos veces por semana tomando para ello los días martes y sábados de cada semana. Una vez hecho este riego se notó que el consumo de agua era considerable en cada uno de los cultivos, donde el sistema de surco obtuvo un mayor consumo a diferencia del de aspersor y goteo los cuales tienen un consumo menor en comparación al de surco. El riego realizado al cultivo se tomaba un tiempo total estimado de 30 minutos en cada sistema, este se puede observar en la tabla 5.6.

**Tabla 5.7.**

Medición de consumo de agua (L) de las plantas de maíz en el mes de abril

<b>DÍA</b>	<b>ASPERSOR</b>	<b>SURCO</b>	<b>GOTEO</b>
<b>2</b>	200	300	30
<b>5</b>	200	310	30
<b>9</b>	200	300	30
<b>12</b>	200	300	30
<b>16</b>	210	300	30
<b>19</b>	220	300	30
<b>23</b>	200	300	40
<b>26</b>	210	310	30
<b>30</b>	220	310	30
<b>TOTAL</b>	<b>1860</b>	<b>2730</b>	<b>280</b>

Nota: Esta tabla nos muestra el consumo de agua y los días en que se realizaron los riegos en el mes de abril.

En la tabla 5.7. Se pudo notar un aumento considerable en todos los cultivos en el mes de abril, pero específicamente en el cultivo de surco en donde hubo un aumento de 580 litros y aspersor con un aumento de 550 litros con relación al mes anterior, por lo que es notable que estos en este mes superan el rango de consumo del de goteo al igual que en el mes anterior.

**Tabla 5.8.**

Medición de consumo de agua (L) de las plantas de maíz en el mes de mayo

<b>DÍAS</b>	<b>ASPERSOR</b>	<b>SURCO</b>	<b>GOTEO</b>
<b>3</b>	220	300	30
<b>7</b>	200	310	30
<b>10</b>	200	300	30
<b>14</b>	210	300	40
<b>17</b>	210	310	30
<b>21</b>	200	310	40
<b>24</b>	210	310	30
<b>28</b>	220	300	30
<b>TOTAL</b>	<b>1670</b>	<b>2440</b>	<b>260</b>

Nota: Esta tabla muestra que días se regaron los tres sistemas de riego y el consumo de estos en el mes de mayo.

En el mes de mayo se observó el comportamiento de los tres tipos de riego y se pudo determinar que el sistema de goteo sigue siendo la mejor opción si de ahorro de agua se trata. Por el contrario, el de surcos siempre mostró un consumo excesivo de agua y está alternativa no es amigable con el medio ambiente, va en contra del buen uso del recurso hídrico, esto se puede apreciar en la tabla 5.8.

**5.3. Fase 3: Realizar un análisis costo-beneficio de las alternativas propuestas a fin de establecer la más viable para el riego de cultivos agrícolas en la finca Jerusalén.**

**5.3.1. *Realizamos un análisis de sistema de riego conveniente para el cultivo de maíz, que nos permitió saber cuál era la implementación más viable del sistema de riego en el uso eficiente del recurso hídrico.***

Una vez se realizó la investigación de los tres sistemas de riego, se pudo observar que cada uno tiene un valor muy importante en el crecimiento y la producción del cultivo, sin embargo este enfoque se basa en ahorro y uso eficiente del recurso hídrico en la finca Jerusalén, por lo que se obtuvo el resultado más eficiente con el sistema de riego por goteo, este sistema a diferencia del de aspersor y surco consume una baja cantidad de agua; el sistema de goteo cumple con lo que se está esperando que es ahorrar la mayor cantidad de agua posible. Este sistema siempre mantuvo rangos muy pequeños comparados con los otros dos sistemas y teniendo conocimiento del consumo total de los tres sistemas de riego durante estos tres meses, se pudo hacer esta afirmación. El consumo total del sistema de aspersor fue de 4840 litros, el de surco fue de 7320 litros y el de goteo fue de 790 litros. A través de estos datos se identificó la mejor opción.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en esta investigación, se dedujo que el maíz en los tres sistemas de riego tuvo un comportamiento diferente, estos se sembraron en una parte en la que el dueño del predio tenía a disposición para intervenirla y el área de influencia tenía una pendiente de 32.97%. En donde esto tuvo mucha importancia porque influyó a que el cultivo en una semana antes de hacer la recolección de las mazorcas se cayera por una fuerte ráfaga de viento presentada en la zona. Afectando de manera directa la producción del mismo. En el caso del sistema de surcos, el maíz presentó una buena germinación y un buen crecimiento en el transcurso de los días, este sistema presentaba mucha humedad, por la cantidad excesiva del recurso hídrico que se dejaba a 30 minutos.

En el sistema de riego por aspersor se observó un buen crecimiento de las plantas, así mismo se pudo ver que este sistema de riego permitió que el área donde se estaba regando se

humedezca bastante, lo cual favorece al crecimiento de malezas. En este sistema se observó que a la hora de efectuar el riego, la planta logra humedecerse toda desde la parte superior hasta la parte inferior, también se retiene agua en unos orificios que se forman entre las hojas y el tallo y finalmente esa poca acumulación de agua se va escurriendo hasta llegar a las raíces lo cual hace que la planta conserve un poco más la humedad, luego la absorbe a medida que lo necesita y esto le permite tener una buena producción, sin embargo se utilizó mucha cantidad del recurso hídrico en comparación con el sistema de riego por goteo y debido a esto no cumple con lo que se busca dentro de este proyecto.

En el sistema de riego por goteo se notó una excelente germinación y crecimiento, también se pudo ver que en esta no crece tanta maleza, debido a que el agua cae directamente al pie de la planta y no se desperdicia cayendo en otros sectores. Analizando también que el área que se rego no se inundara ni se humedezca demasiado, solo se mojaba lo necesario para el crecimiento de la planta, lo cual disminuye el riesgo de encontrar insectos que afecten la planta y por ende la producción. El sistema de riego por goteo es el ideal para hacer un uso y ahorro eficiente del agua en el riego de cultivos agrícolas y la producción de los cultivos que lo implementan es buena por lo cual este es el sistema más eficiente y el que se recomienda para ayudar y ser amigable con el ambiente, además que este permite proteger el recurso hídrico que es tan valioso y el cual es la finalidad de esta investigación.

### ***5.3.2. Realizamos una descripción de las alternativas convencionales que más se ajusten a las condiciones ambientales, topográficas y de demanda del recurso hídrico en la finca.***

#### **Sistema de riego por surcos**

El riego por surcos es tan antiguo como la agricultura misma y en él el agua corre a lo largo de zanjas o surcos paralelos entre las hileras de los cultivos aprovechando la fuerza de la gravedad, es decir que en este método de riego el agua se desliza siguiendo la pendiente sin requerir de energía extra para su movimiento. Este riego puede ser ocasional o suplementario cuando se lo hace en la estación lluviosa y esta no cubre las necesidades del cultivo; puede ser permanente cuando se realiza en época de verano.

#### **Ventajas**

- El follaje no es humedecido con lo que se evita enfermedades foliares

- Las pulverizaciones al follaje no son lavadas y en consecuencia se hacen en cualquier tiempo, independientemente de si se esté o no regando
- Pueden efectuarse el día o la noche indistintamente sin importar el viento
- Bajo costo de la instalación, ya que no precisa aporte de energía
- Tampoco tiene necesidad de equipos especiales
- Gran poder de lavado de sales
- Se puede lograr un buen control sobre el agua de riego
- Volumen grande de suelo mojado a disposición de las raíces

#### **Desventajas**

- Desperdicio de un considerable volumen de agua
- Se requiere de un previo nivelado del suelo
- No puede aplicarse en terrenos completamente planos, ni con pendientes muy pronunciadas
- No es aconsejable en terrenos con alta velocidad de infiltración
- Exige mayor preparación del suelo, con mayor costo de mano de obra
- Necesita grandes volúmenes de agua
- No se puede aplicar pequeñas cantidades de agua, que son necesarias en ocasiones como la germinación
- No se puede aplicar con el riego fertilizantes
- Provoca pérdidas de fertilidad en el suelo
- Puede dificultar el trabajo con maquinaria<sup>6</sup>

#### **Sistema de riego por aspersor**

El sistema de riego por aspersión es uno de los múltiples métodos de riego de cultivos que existen en la actualidad. Consiste en aplicar el agua imitando la lluvia, es decir, mediante un chorro de agua pulverizada en gotas. El mecanismo funciona a través de una red de tuberías que transporta el agua hasta los aspersores, los cuales utilizan presión para dispararla.

#### **Ventajas**

---

<sup>6</sup> CONGOPE, noviembre 2016 Segunda Edición Quito, hablemos de riego

- Debido a que el sistema de riego por aspersión imita a la lluvia, la calidad de la entrega de agua a los cultivos es mucho mejor que con algunos de los otros sistemas de riego.
- Ahorro en mano de obra. Una vez puesto en marcha no necesita especial atención puesto que existen programadores activados por electroválvulas conectadas a un reloj que, por sectores y por tiempos, activarán el sistema según las necesidades previamente programadas. Con lo cual la mano de obra es prácticamente inexistente.
- Es bien sabido que los sistemas de riego por aspersión presentan un menor consumo de agua que, por ejemplo, los sistemas de riego por inundación.
- Adaptación al terreno. Se puede aplicar tanto a terrenos lisos como a los ondulados, no es necesario el allanamiento ni preparación de las tierras. Esto facilita la mecanización del sistema.
- La eficiencia del riego por aspersión es de un 80 % frente al 50 % en los riegos por inundación tradicionales, como ya lo mencionamos con anterioridad.
- Especialmente útil para distintas clases de suelos ya que permite riegos frecuentes y poco abundantes en superficies poco permeables.
- Hay un control mayor en la dosificación del agua.
- Permite el tratamiento de los cultivos con fertilizantes, fitosanitarios y lucha antihelada.
- La distribución del agua sobre las plantas y los cultivos es bastante homogénea y puede ser controlada con la velocidad de la aspersión.

### **Desventajas**

Puede alcanzarse a desperdiciar agua en el proceso de aspersión.

- Las malas hierbas se pueden incrementar con mayor facilidad.
- Su eficiencia depende mucho de la fuerza con la que trabaje.
- Se requiere de gran energía por lo que la presión del agua debe ser mayor a 0.5 kg/cm<sup>2</sup>.
- Los suelos delicados con filtración baja no pueden ser regados con este sistema.
- El agua que proviene del mecanismo de riego debe estar completamente limpio y libre de arena, por lo que debe purificarse además de conservarse adecuadamente en tanques de almacenamiento.
- Si está haciendo mucho viento probablemente el agua salga desigual en la distribución.
- Los frutos rojos no deben recibir atomización de agua.

### **Insumos para instalar un sistema de riego por aspersión**

Para conseguir un buen riego por aspersión son necesarios los siguientes elementos:

1. Presión en el agua proporcionada por el sistema de bombeo.
2. Una adecuada red de tuberías, óptima para la presión del agua.
3. Aspersores adecuados que sean capaces de esparcir el agua a presión que llega por la red de distribución.
4. Depósito de agua que conecte con la red de tuberías.
5. Elementos de control y regulación.<sup>7</sup>

### **Sistema de riego por goteo**

Es el tipo de riego más eficiente. Consiste en goteros que distribuyen el agua a las raíces de la planta de forma localizada, de manera constante, uniforme y directa. Además, el riego por goteo es útil en zonas donde el agua escasea y se debe optimizar este valioso recurso.

#### **Ventajas**

- Permite el **ahorro de agua, energía y fertilizantes**
- Favorece el aumento de la producción
- Facilita el movimiento de la maquinaria y las labores agrícolas, en caso del riego por goteo subterráneo
- Disminuye la aparición de malas hierbas, bacterias y hongos
- Permite la aplicación conjunta de fertilizantes
- Los sistemas suelen estar automatizados y permiten un mayor control y libertad.

#### **Desventajas**

- La inversión inicial puede ser mayor que en otros sistemas. Sin embargo, a largo plazo es la opción más económica y ecológica.
- Requiere de un adecuado mantenimiento para evitar problemas de obstrucción de los goteros. El mantenimiento más básico sería el lavado de los laterales de goteo periódicamente.

---

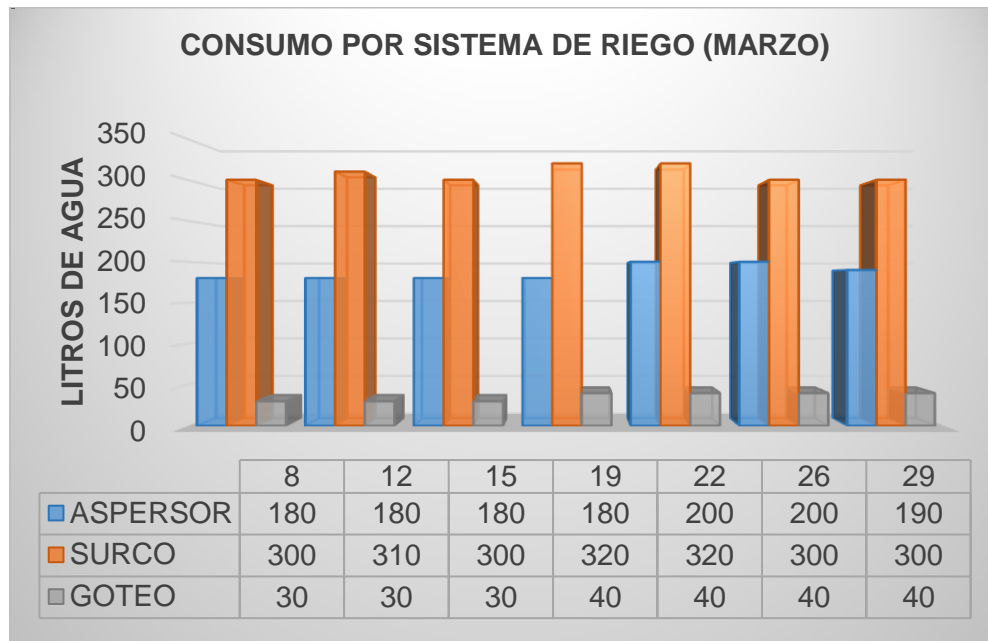
<sup>7</sup> <https://www.agropinos.com/blog/sistema-de-riego-por-aspersion> (24 de marzo de 2022)

### 5.3.3. Escoger alternativa más viable para riego de cultivo de maíz de la finca.

A continuación, se muestran los datos estadísticos que se obtuvieron durante la ejecución del proyecto.

**Gráfica 5.6.**

Sistema de riego mes de marzo

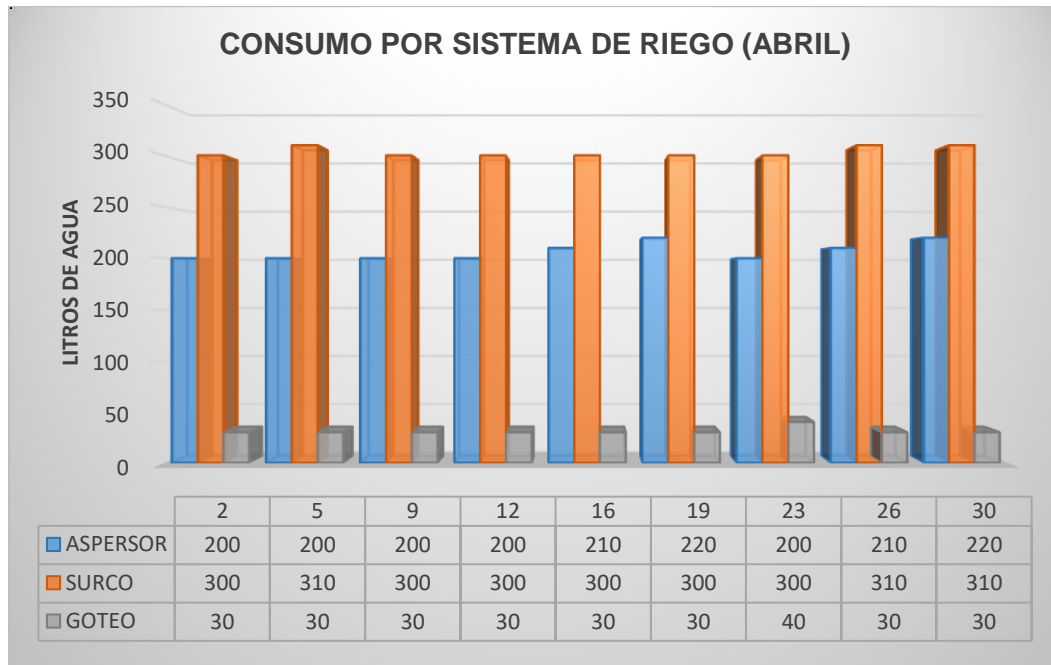


Nota: Consumo de sistemas de riego en el mes de marzo

En la gráfica 5.6. Se observó el consumo del mes de marzo, donde se apreció el comportamiento de cada uno de los sistemas de riego y como resultado se obtuvo que el mayor gasto del recurso hídrico se presentó en el sistema de surco.

**Gráfica 5.7.**

Sistema de riego mes de abril

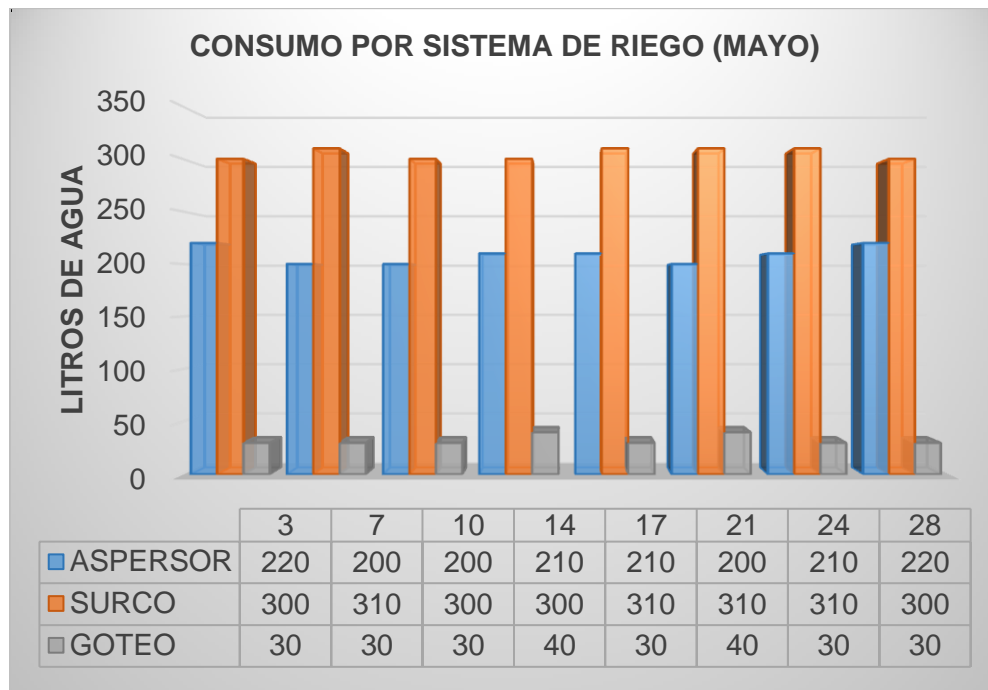


Nota: Consumo del recurso hídrico en el mes de abril.

En la gráfica 5.7. En el mes de abril, se observó que el consumo de los tres sistemas de riego era muy similar al del mes de marzo, donde además se identificó que los sistemas de surco y aspersor fueron los que presentaron un mayor consumo de agua.

**Gráfica 5.8.**

Sistema de riego mes de mayo



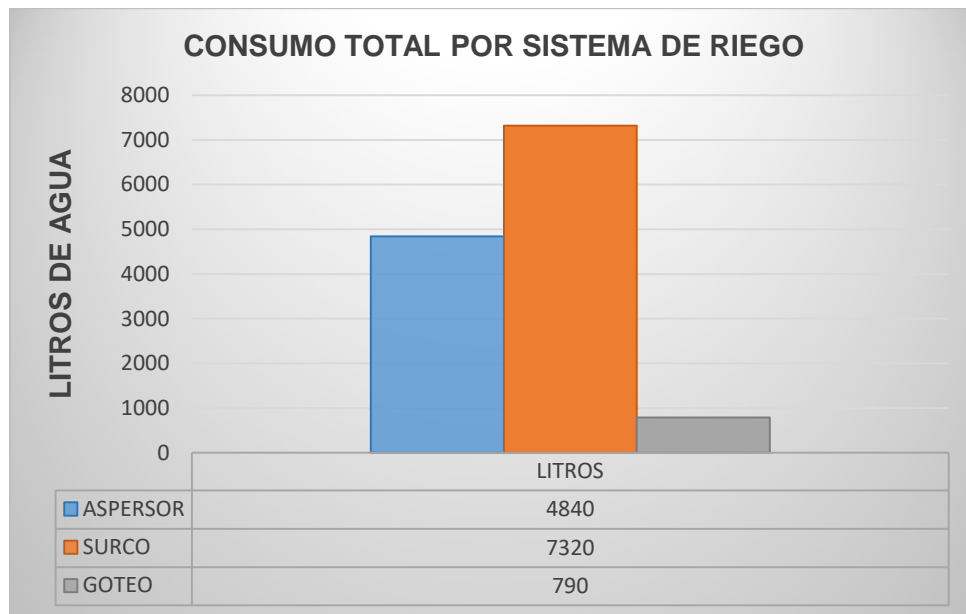
Nota: Datos obtenidos sobre el consumo del recurso hídrico en el mes de mayo.

En la gráfica 5.8. Del mes de mayo, se notó que los sistemas de surco y aspersor predominaron en un consumo excesivo de agua, a diferencia al sistema de riego por goteo, el cual siempre mantuvo un consumo moderado comparado con los otros dos sistemas.

Para realizar cultivos de maíz en la finca JERUSALÉN, teniendo en cuenta las condiciones ambientales y topográficas del terreno, además del análisis de consumo de agua, altura de las plantas y cantidad de mazorcas entre los tres sistemas implementados. Se recomendó el sistema de riego por goteo debido a que es el sistema que mayor uso y ahorro eficiente de agua tiene sin afectar la producción del cultivo y eso es precisamente lo que se buscaba, como se puede ver a continuación en la Grafica 5.9.

#### **Gráfica 5.9.**

Consumo total por cada sistema de riego.

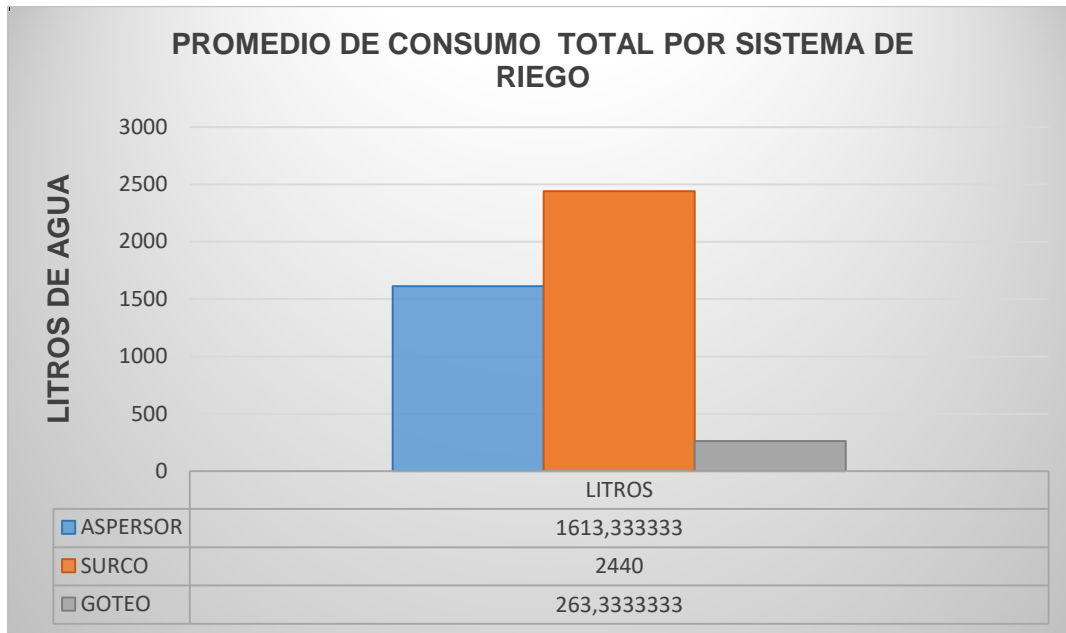


Nota: Consumo total de los tres sistemas de riego.

En la gráfica 5.9. Se muestra los resultados obtenidos del consumo total del recurso hídrico en toda la realización del proyecto, donde se observó que el sistema de surco, es el que consumió más agua y en segundo lugar el sistema de aspersor y por último el sistema de goteo implementados para el cultivo de maíz.

**Gráfica 5.10.**

Promedio total del sistema de riego.



Nota: En la siguiente gráfica 5.10. Se hizo un promedio individual del consumo total en los tres meses.

Por Ultimo, se realizó un promedio del consumo total de los tres sistemas de riego, durante el tiempo de estudio que en este caso fue de tres meses, donde se determinó el valor de cada uno como se muestra en la gráfica 5.10.

## 6. CONCLUSIÓN

En este proyecto se observó, la importancia que cumplen los tres sistemas de riegos que se conocen y que fueron implementados a la hora de realizar ciertos tipos de cultivos, en este caso el cultivo de maíz, el cual permitió analizar de cierta manera como se presentaba el consumo de agua en dichos sistemas, y como se da el proceso de crecimiento durante toda la etapa que vive una planta de maíz.

Así mismo, se obtuvieron resultados que fueron muy satisfactorios con los proyectados en el estudio, en donde, lo importante era la priorización del recurso hídrico, con esto se pudo observar que el sistema de riego por goteo fue el más eficiente garantizando un ahorro considerable de agua comparado con los otros dos sistemas, de acuerdo a esto se identificó la importancia de optar por un tipo de riego que ayude a conservar este preciado líquido para ir en pro del buen uso del recurso y así favorecer la buena producción y el sostenimiento de la finca Jerusalén.

Finalmente se puede decir que en base a los datos obtenidos, el sistema de riego por surcos presento un consumo total de 7320 litros, el de aspersion 4840 litros y el de goteo 790 litros, esto permitió establecer que el sistema de riego por goteo es el más viable, debido a que es el que mejor se adapta a las condiciones actuales de la finca Jerusalén y a la capacidad hídrica del manantial de donde se hizo la captación.

## **7. RECOMENDACIONES**

- Al momento de establecer un cultivo de maíz, se debe tener en cuenta que lo ideal es hacerlo en un lugar despejado donde reciba la luz solar, para que la planta no presente mucha humedad y así tener un buen desarrollo del cultivo.
- Se debe preparar la tierra para la siembra, por lo que es indispensable limpiar la maleza, airear y abonar el suelo.
- La profundidad del maíz depende del tipo de suelo en el que se vaya a sembrar.
- Tener en cuenta que el periodo clave del maíz es la floración, en este caso no se debe tener carencia de agua, ni que se produzca un estrés hídrico en la planta
- El riego es importante realizarlo en las horas de la mañana o en su defecto en las tardes para que pueda aprovecharlo de la mejor manera.
- Si el cultivo se va a establecer en una zona con gran inclinación, se debe sembrar en contra pendiente para que el cultivo al alcanzar una altura considerable no se caiga por el peso o corrientes de viento.

## 8. REFERENCIAS

- Alcaldía Municipal, PBOT. Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio de Manaure Balcón del Cesar. Gobernación del Cesar. Colombia 2019
- Alfaro Jesús, Corbacho Arturo, & Prada José, (2018). Análisis del internet de las cosas (iot) y su aplicabilidad en el control remoto del sistema de riego de la finca la Josefa ubicada en macondo zona bananera del departamento de la magdalena. Santa Marta: Universidad Cooperativa de Colombia. Ingeniero de Sistemas, p. 35.
- Bermúdez, Luna, & Rojas Yeison (2019). Sistema de riego para control y supervisión de cultivo de espinaca. Bogotá: Universidad Francisco José de Caldas. Tecnología en Electrónica, p. 25.
- Calderón Rodríguez, & Ramírez Rivera, (2019), Evaluación De Un Modelo De Captación, Distribución Y De Riego Para El Aprovechamiento Y Uso Eficiente Del Agua En La Finca Las Miradas Del Municipio De La Jagua Del Pilar, La Guajira.
- Comisión conjunta resolución No. 0086 de 22 de febrero de 2019, & unión temporal, (2019) Formulación plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica (POMCA) de los ríos Chiriamo y Manaure, Valledupar – Cesar.
- Evans, D. (2014), “Internet de las cosas Internet de las cosas Cómo la próxima evolución de Internet lo cambia todo,” Cisco Internet Bussiness Solut. Gr. -IBSG, pp. 4–11, 2011. D. H. H. F. KaiZhang, «Research on the complexity in Internet of Things,» AIAI, 2010. DEMIN, Pablo. Aportes para el mejoramiento del manejo de los sistemas de riego Métodos de riego: fundamentos, usos y adaptaciones. 1ª ed. Catamarca: Ediciones INTA.

Food and Agriculture Organization, (2006). "Evo transpiración del cultivo, guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos". Roma. FAO

Shaxson Francis, & Barber Richard (2005), "Optimización de la humedad del suelo para la producción vegetal". ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN.

Gurovich, L. (1985). Fundamento y diseño de Sistemas de Riego. Costa Rica, Levantex S.A.

Hernández Sampieri R., Fernández Collado C., & Baptista Lucio P., (2014). Metodología de la Investigación (Sexta ed.). México D.F: McGRAW-HILL.

Hurtado de Barrera J., (1998). Metodología de la Investigación Holística. Caracas.

Laverde, J. (2016). "Sistema automatizado de riego por aspersion para el jardín ubicado en la parte lateral del bloque de aulas #2 de uniandes Quevedo" (Tesis de grado). Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ecuador.

Lozada J., (2014). Investigación Aplicada: Definición, propiedad intelectual e industria. 1-6.

Martínez L., (2001). Manual de operación y mantenimiento de equipos de riego presurizado. Gobierno Regional de Atacama. Comisión Nacional de Riego e Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Huasco, Chile: Vallenar.

Medina J., (1993). Riego por goteo. 3° ed. Madrid, España: Mundi –Prensa.

Núñez A., (2015). Manual del cálculo de eficiencia para Sistemas de Riego. Ministerio de agricultura y riego.

Plan de desarrollo municipal de Manaure Balcón del Cesar, (2016 – 2019)

Plan de uso eficiente y ahorro de agua (PUEAA), (2012)

Tarchitzky Jorge., (2002). El riego por goteo. Planificación de redes de riego a presión. 27 p.

### Webgrafia

Avenza, Á. Á. (2013). Manejo, riego y abonado del suelo (uf0012). Retrieved from recuperado en: <https://ebookcentral.proquest.com>

Bastida, O (2020). La agricultura urbana [en línea]. Disponible en: <https://blogagricultura.com/etiqueta/agricultura-urbana/>

Características del municipio de Manaure. (2018). Disponible en: <http://www.manaurebalcondelcesar-cesar.gov.co/municipio/nuestro-municipio>

¿Cómo es el cultivo de maíz? (2022). Disponible en: <https://www.agroptima.com/es/blog/cultivo-del-maiz/>

CONGOPE, (2016) hablemos de riego, Quito, Impreso por: El Telégrafo EP. Recuperado de: <http://www.congope.gob.ec/wpcontent/uploads/2017/03/HABLEMOS-DE-RIEGO-LOW.pdf>

Corporación autónoma del Cauca, Recurso hídrico. (2021). Disponible en:  
<https://web2018.crc.gov.co/index.php/ambiental/recursos/recurso-hidrico>

El agua y su composición. (2021). Disponible en: <https://concepto.de/agua/>

Fernández Gómez R., Yruela Morillo M., Mila Mila M., García Bernal J. P., & Oyonarte Gutiérrez, N. A. (2010). Manual de Riego para Agricultores: Módulo 4. Riego Localizado. (C. Junta de Andalucía, Ed.) Disponible en:  
[http://www.juntadeandalucia.es/export/drupalida/1337160941RIEGO\\_BAJA.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/export/drupalida/1337160941RIEGO_BAJA.pdf)

Gestiriego S. L., & Carsystem Irrigation, S. L., (2016). COMPONENTES INSTALACIÓN RIEGO POR GOTEO. Disponible en:  
<http://www.gestiriego.com/noticia/38/COMPONENTES-INSTALACION-RIEGO-POR-GOTEO>

Iniap. (2014). Cacao. Obtenido de Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Disponible en: <http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mcafec/rcacao>

Losada, V. A. (2005). El riego: ii. Fundamentos de su hidrología y su práctica. Retrieved from, Disponible en: <https://ebookcentral.proquest.com>

Martínez, C. F. J. (2014). Introducción al riego. Retrieved from, Disponible en: <https://ebookcentral.proquest.com>

Ministerio de Ambiente. Uso Eficiente y Ahorro del Agua. Disponible en:  
<https://www.minambiente.gov.co/gestion-integral-del-recurso-hidrico/uso-eficiente-y-ahorro-del-agua/>  
(20/10/2021)

Quispe Tapara, H. (2017). Diseño de un sistema de riego automatizado por aspersion para viveros de café utilizando la tecnología Arduino en la empresa Viveros Ortiz –Pasco. (Tesis de pregrado). Universidad Católica los Ángeles de Chimbote. Perú. Recuperado el 21 de mayo de 2018, de <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/3024>

Romero Hernández, E. (2016). Evaluación eco morfológica de cacao (*Theobroma cacao* L.) sometido a distintas fertilizaciones, en la comunidad de Nuevo Ojita, Municipio de Papantla, ver. (Trabajo de experiencia recepcional). Universidad Veracruzana. Recuperado de <https://cdigital.uv.mx/handle/123456789/47417>

Sabando Lucas, L. A., & Molina Aquino, R. R. (2013). Diseño e instalación de un sistema de riego por aspersion en el área de clones del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.), en la ESPAM-MFL. (Tesis de pregrado). Escuela superior politécnica agropecuaria de Manabí Manuel Félix López "ESPAM -MFL". Calceta, Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/28/1/Sabando%20Lucas%20Leonardo%20Alejandro-Molina%20Aquino%20Richard%20Robinson.pdf>

Sistema de Riego por Aspersion. (2022). Disponible en: <https://www.agropinos.com/blog/sistema-de-riego-por-aspersion>

Sistemas de riego. (2022). Disponible en: [https://www.ambientum.com/enciclopedia\\_medioambiental/suelos/sistemas\\_de\\_riego.asp](https://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/suelos/sistemas_de_riego.asp)

Swimtonic technology. (2021). Disponible en: <https://www.swimtonictech.com/es/2018/03/22/la-importancia-del-agua-la-vida/>

Tipos de Riego: Ventajas y Desventajas de su Uso en el Campo. (2022). Disponible en: <https://regaber.com/blog/tipos-riego-ventajas-desventajas/>

Vargas, A. (2008). Evaluación de la uniformidad de distribución del agua de Seis cintas de goteo en condiciones de El Zamorano (Proyecto de graduación del programa de Ingeniero Agrónomo, Escuela Agrícola Panamericana), Recuperado de <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/5481?mode=full>

## 9. ANEXOS

### Anexo A

Encuestas N°1.

#### ENCUESTA

ENCUESTAS A LOS HABITANTES DE LA FINCA  
"JERUSALEN" UBICADO EN LA VEREDA PIE DEL  
CIELO

NOMBRE: Milton José Sieva Sanchez

SEXO: M.

FECHA: 10/02/2022

#### PREGUNTAS

1. ¿POR QUE ES IMPORTANTE EL AGUA PARA LA  
VIDA?

Es importante porque este liquido preciado nos sirve  
Para suplir nuestras necesidades

2. ¿CONSIDERA IMPORTANTE EL AHORRO DEL  
AGUA?

Si, ya que debemos cuidarla y preservarla.

3. ¿CREE QUE EN LA FINCA SE ESTA HACIENDO UN  
USO ADECUADO DEL RECURSO HIDRICO?

NO, muchas veces se desperdicia el agua.

4. ¿ESTARIA COMPROMETIDO A OPTAR NUEVAS  
ESTRATEGIAS QUE AYUDEN A AHORRAR AGUA?

Si, debemos adoptar todas las medidas que sean  
amigables con el ambiente, en este caso el agua.

## Anexo B

### Encuestas N°2.

#### ENCUESTA

ENCUESTAS A LOS HABITANTES DE LA FINCA  
"JERUSALEN" UBICADO EN LA VEREDA PIE DEL  
CIELO

NOMBRE: Diofante José Sánchez.

SEXO: M

FECHA: 14/02/2022

#### PREGUNTAS

1. ¿POR QUE ES IMPORTANTE EL AGUA PARA LA  
VIDA?

Porque gracias a esta podemos cultivar  
nuestros alimentos.

2. ¿CONSIDERA IMPORTANTE EL AHORRO DEL  
AGUA?

Considero que sí, ya que si no ahorramos, mas  
adelante se nos puede acabar.

3. ¿CREE QUE EN LA FINCA SE ESTA HACIENDO UN  
USO ADECUADO DEL RECURSO HIDRICO?

No, se hace un uso tradicional pero se puede  
mejorar

4. ¿ESTARIA COMPROMETIDO A OPTAR NUEVAS  
ESTRATEGIAS QUE AYUDEN A AHORRAR AGUA?

Sí, siempre y cuando sea rentable para  
los cultivos y no se disminuya la  
producción.

Anexo C.

Encuestas N°3

ENCUESTA

ENCUESTAS A LOS HABITANTES DE LA FINCA  
"JERUSALEN" UBICADO EN LA VEREDA PIE DEL  
CIELO

NOMBRE: Fredy Saurith

SEXO: Masculino

FECHA: 10/02/2022

PREGUNTAS

1. ¿POR QUE ES IMPORTANTE EL AGUA PARA LA  
VIDA?

Porque el agua es lo que compone  
toda el planeta

2. ¿CONSIDERA IMPORTANTE EL AHORRO DEL  
AGUA?

Si si en día el agua se desperdicia  
mucho

3. ¿CREE QUE EN LA FINCA SE ESTA HACIENDO UN  
USO ADECUADO DEL RECURSO HIDRICO?

No mucho

4. ¿ESTARIA COMPROMETIDO A OPTAR NUEVAS  
ESTRATEGIAS QUE AYUDEN A AHORRAR AGUA?

Claro que si eso ayuda mucho

**Anexo D.**

**Encuestas N°4**

**ENCUESTA**

**ENCUESTAS A LOS HABITANTES DE LA FINCA  
"JERUSALEN" UBICADO EN LA VEREDA PIE DEL  
CIELO**

**NOMBRE:** Josue mosquera

**SEXO:** (M)

**FECHA:** 17/02/22

**PREGUNTAS**

1. ¿POR QUE ES IMPORTANTE EL AGUA PARA LA  
•VIDA?

Porque sin ella no podríamos vivir

2. ¿CONSIDERA IMPORTANTE EL AHORRO DEL  
AGUA?

(SÍ) Porque el agua es importante para nosotros y  
nuestros cultivos

3. ¿CREE QUE EN LA FINCA SE ESTA HACIENDO UN  
USO ADECUADO DEL RECURSO HIDRICO?

(NO) porque debería tener un control mas  
adecuado

4. ¿ESTARIA COMPROMETIDO A OPTAR NUEVAS  
ESTRATEGIAS QUE AYUDEN A AHORRAR AGUA?

(SÍ)

**Anexo E.**

Encuestas N°5.

**ENCUESTA**

**ENCUESTAS A LOS HABITANTES DE LA FINCA  
"JERUSALEN" UBICADO EN LA VEREDA PIE DEL  
CIELO**

**NOMBRE:** Jair Mosquera

**SEXO:** Masculino

**FECHA:** 70/02/2022

**PREGUNTAS**

1. ¿POR QUE ES IMPORTANTE EL AGUA PARA LA VIDA? ES importante el agua para la vida ya que hace parte entorno a los ecosistemas del planeta.

2. ¿CONSIDERA IMPORTANTE EL AHORRO DEL AGUA? S?

3. ¿CREE QUE EN LA FINCA SE ESTA HACIENDO UN USO ADECUADO DEL RECURSO HIDRICO?

No

4. ¿ESTARIA COMPROMETIDO A OPTAR NUEVAS ESTRATEGIAS QUE AYUDEN A AHORRAR AGUA?

Si, ya que si ahorramos agua no solo estaríamos salvando nuestras vidas si no también la de un mejor ambiente

Anexo F.

Encuestas N°6.

**ENCUESTA**

**ENCUESTAS A LOS HABITANTES DE LA FINCA  
"JERUSALEN" UBICADO EN LA VEREDA PIE DEL  
CIELO**

**NOMBRE:** Helmer Masquara

**SEXO:** M

**FECHA:** 17/02/2022

**PREGUNTAS**

1. ¿POR QUE ES IMPORTANTE EL AGUA PARA LA VIDA? Es importante y es vital para el funcionamiento de los ecosistemas y vital para el ser humano y los seres vivos

2. ¿CONSIDERA IMPORTANTE EL AHORRO DEL AGUA? Si, es importante para evitar el desperdicio y evitar que los rios disminuyan su cauce en sus riberas bajas

3. ¿CREE QUE EN LA FINCA SE ESTA HACIENDO UN USO ADECUADO DEL RECURSO HIDRICO? No porque no existen controles que permitan ahorrar el agua

4. ¿ESTARIA COMPROMETIDO A OPTAR NUEVAS ESTRATEGIAS QUE AYUDEN A AHORRAR AGUA? Si porque si se pueda hacer un control

Anexo G.

Encuestas N°7.

**ENCUESTA**

**ENCUESTAS A LOS HABITANTES DE LA FINCA  
"JERUSALEN" UBICADO EN LA VEREDA PIE DEL  
CIELO**

**NOMBRE:** Digno el Sanchez

**SEXO:** M

**FECHA:** 14/02/2022

**PREGUNTAS**

1. ¿POR QUE ES IMPORTANTE EL AGUA PARA LA VIDA?

Porque nos sirve para nuestras necesidades

2. ¿CONSIDERA IMPORTANTE EL AHORRO DEL AGUA?

Si

3. ¿CREE QUE EN LA FINCA SE ESTA HACIENDO UN USO ADECUADO DEL RECURSO HIDRICO?

Si

4. ¿ESTARIA COMPROMETIDO A OPTAR NUEVAS ESTRATEGIAS QUE AYUDEN A AHORRAR AGUA?

Si claro, es importante ahorrar agua para conservarla.

**Anexo H.**

Encuestas N°8

**ENCUESTA**

**ENCUESTAS A LOS HABITANTES DE LA FINCA  
"JERUSALEN" UBICADO EN LA VEREDA PIE DEL  
CIELO**

**NOMBRE:** David Sota

**SEXO:** Masculino

**FECHA:** 10/02/2022

**PREGUNTAS**

1. ¿POR QUE ES IMPORTANTE EL AGUA PARA LA  
VIDA?

Es importante porque sin ella no podríamos  
vivir.

2. ¿CONSIDERA IMPORTANTE EL AHORRO DEL  
AGUA?

Si, porque eso ayuda al planeta

3. ¿CREE QUE EN LA FINCA SE ESTA HACIENDO UN  
USO ADECUADO DEL RECURSO HIDRICO?

No, porque el riego se realiza sin un  
control

4. ¿ESTARIA COMPROMETIDO A OPTAR NUEVAS  
ESTRATEGIAS QUE AYUDEN A AHORRAR AGUA?

Si despues que sea para conservar  
nuestras aguas

## Anexo I.

### Encuestas N°9.

**ENCUESTA**

ENCUESTAS A LOS HABITANTES DE LA FINCA "JERUSALEN" UBICADO EN LA VEREDA PIE DEL CIELO

NOMBRE: *Alsidés Bucca Ropero*

SEXO: *Masculino*                      FECHA: *7702-2022.*

**PREGUNTAS**

1. ¿POR QUE ES IMPORTANTE EL AGUA PARA LA VIDA?

*Si sin el Agua no hay vida. todo en la vida se realiza por medio del agua siendo un liquido vital para todo*

2. ¿CONSIDERA IMPORTANTE EL AHORRO DEL AGUA?

*El Agua es importante para ella por medio de Resororios estanques etc.*

3. ¿CREE QUE EN LA FINCA SE ESTA HACIENDO UN USO ADECUADO DEL RECURSO HIDRICO?

*NO*

4. ¿ESTARIA COMPROMETIDO A OPTAR NUEVAS ESTRATEGIAS QUE AYUDEN A AHORRAR AGUA?

*Claro que si optari.*

## Anexo J.

### Encuestas N°10.

**ENCUESTA**

**ENCUESTAS A LOS HABITANTES DE LA FINCA "JERUSALEN" UBICADO EN LA VEREDA PIE DEL CIELO**

**NOMBRE:** Luis Sofía Zuleta

**SEXO:** Masculino. **FECHA:** 17-02-2022

**PREGUNTAS**

1. ¿POR QUE ES IMPORTANTE EL AGUA PARA LA VIDA?  
El agua es un líquido muy importante en la vida, para el sustento tanto del ser viviente, es un líquido precioso. Es un regalo de Dios, por eso debemos cuidarlo, sin agua no podemos sobrevivir, todos necesitamos del precioso líquido.

2. ¿CONSIDERA IMPORTANTE EL AHORRO DEL AGUA?  
Si. cada día se está agotando el agua por el calentamiento global, el ahorro del agua cada día hay que hacerlo individualmente, por medio de reservorios.

3. ¿CREE QUE EN LA FINCA SE ESTA HACIENDO UN USO ADECUADO DEL RECURSO HIDRICO?  
NO. porque hay mucho escape de agua, y no permite el buen uso del agua. de los manantiales o nacimientos.

4. ¿ESTARIA COMPROMETIDO A OPTAR NUEVAS ESTRATEGIAS QUE AYUDEN A AHORRAR AGUA?  
Si. hay que buscar nuevas estrategias para el ahorro del agua.

## Anexo K.

Formulas empleadas para realizar los cálculos.

Para conocer el caudal con el que se contó para la realización del proyecto, se tuvo que proceder a realizar algunos cálculos que brindaron esta información, además también se halló la pendiente del terreno; a continuación, se describe lo realizado:

- **Caudal**

Se empezó por tomar el tiempo de recolección del recurso hídrico en el manantial en un balde de 15 litros y como resultado se obtuvo que tarda 2,16 seg para llenarse, esto se realizó antes de hacer las adecuaciones que se le realizaron para mejorar el manantial.

**Donde:**

Q= Caudal

Vm= Volumen o Velocidad media

A= Área

T= Tiempo

$$Q = Vm * A$$

$$Q = \frac{Volumen}{Tiempo} = \frac{15 \text{ lt}}{136 \text{ seg}} = 0,11 \frac{\text{lt}}{\text{seg}}$$

El diámetro de la tubería es de 1,3 cm

$$A = \pi r^2$$

$$A = (3,1416) * (0,65\text{cm})^2 = 1,33\text{cm}^2$$

$$A = 1,33\text{cm}^2 * \left(\frac{1\text{m}^2}{10000\text{cm}^2}\right) = 1,33 * 10^{-4}\text{m}^2$$

$$Q = 0,11 \frac{\text{lt}}{\text{seg}} * \left(\frac{1,0\text{m}^3}{1000 \text{ lt}}\right) = 1,1 * 10^{-4} \frac{\text{m}^3}{\text{seg}}$$

$$Vm = \left(\frac{Q}{A}\right) = \left(\frac{1,1 * 10^{-4} \frac{\text{m}^3}{\text{seg}}}{1,33 * 10^{-4} \text{m}^2}\right) = 0,83 \frac{\text{m}}{\text{seg}}$$

Para calcular el caudal del tanque de 1000 litros, se utilizó un tanque de 15 litros donde se hizo la recolección y el tiempo de llenado fue de 32 seg.

$$Q = Vm * A$$

$$Q = \frac{\text{Volumen}}{\text{Tiempo}} = \frac{15 \text{ lt}}{32 \text{ seg}} = 0,47 \frac{\text{lt}}{\text{seg}}$$

El diámetro de la tubería es de 1,3 cm

$$A = \pi r^2$$

$$A = (3,1416) * (0,65\text{cm})^2 = 1,33\text{cm}^2$$

$$A = 1,33\text{cm}^2 * \left(\frac{1\text{m}^2}{10000\text{cm}^2}\right) = 1,33 * 10^{-4}\text{m}^2$$

$$Q = 0,47 \frac{\text{lt}}{\text{seg}} * \left(\frac{1,0\text{m}^3}{1000 \text{ lt}}\right) = 4,7 * 10^{-4} \frac{\text{m}^3}{\text{seg}}$$

$$Vm = \left(\frac{Q}{A}\right) = \left(\frac{4,7 * 10^{-4} \frac{m^3}{seg}}{1,33 * 10^{-4} m^2}\right) = 3,53 \frac{m}{seg}$$

Se tomó el tiempo de llenado del tanque de 15 litros para conocer el caudal luego de haber hecho las respectivas adecuaciones para mejorar la recolección

$$Q = Vm * A$$

$$Q = \frac{Volumen}{Tiempo} = \frac{15 \text{ lt}}{108 \text{ seg}} = 0,14 \frac{\text{lt}}{\text{seg}}$$

El diámetro de la tubería es de 1,3 cm

$$A = \pi r^2$$

$$A = (3,1416) * (0,65\text{cm})^2 = 1,33\text{cm}^2$$

$$A = 1,33\text{cm}^2 * \left(\frac{1\text{m}^2}{10000\text{cm}^2}\right) = 1,33 * 10^{-4}\text{m}^2$$

$$Q = 0,14 \frac{\text{lt}}{\text{seg}} * \left(\frac{1,0\text{m}^3}{1000 \text{ lt}}\right) = 1,4 * 10^{-4} \frac{\text{m}^3}{\text{seg}}$$

$$Vm = \left(\frac{Q}{A}\right) = \left(\frac{1,4 * 10^{-4} \frac{\text{m}^3}{\text{seg}}}{1,33 * 10^{-4} \text{m}^2}\right) = 1,05 \frac{\text{m}}{\text{seg}}$$

Como se pudo observar el caudal inicial del manantial, sin realizar intervenciones para su mejora es de 0,11 l/S y luego de la limpieza que se realizó y la mejora del manantial, el caudal aumento a 0,14l/s lo cual se evidencio que fue oportuna realizar la limpieza al manantial

para obtener un caudal mayor que facilitó la captación de agua para garantizar que se obtenía lo necesario para hacer esta investigación.

Las intervenciones que se le hizo al manantial fueron: ampliación del área de captación, limpieza de malezas y remoción de hojas secas. Esta mejora se realizó superficialmente debido a que el dueño nos enfatizó que si se intervenía a fondo el manantial se secaba.

- **Pendiente del terreno**

Se tomó dos medidas en todo el centro del cultivo del maíz, donde se determinó la pendiente de esa área tomada teniendo como base una cota mayor de 925,00 msnm y una cota menor de 916,00 msnm para una distancia de 27,30 metros. Teniendo estos datos se obtuvo los siguientes resultados:

$$\% \left( \frac{Cota Mayor - Cota Menor}{Distancia} \right) * 100$$

$$\% pendiente = \frac{925 - 916}{27,30} * 100$$

$$\% pendiente = 0,32967033 * 100$$

$$pendiente = 32,97\%$$

## Anexo L

Registro fotográfico.





