

**Implementación de un cultivo hidropónico de pimiento (*Capsicum annuum L.*) utilizando tres fuentes diferentes de agua en el Municipio de Saboyá, Boyacá**

Dumar Ávila Rodríguez

Director

Manuel Torres Torres

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas Pecuarias y del Medio Ambiente - ECAPMA

Agronomía

2024

## **Dedicatoria**

Principalmente a DIOS por darnos la vida, para culminar cada proyecto que tenemos idealizados para nuestro futuro y poder terminar con éxito cada logro que deseemos. También, se dedica este trabajo a mi familia y profesores, que guían y motivan para continuar con el proceso, ya que es la base fundamental de acompañamiento desde el primer día, hasta vernos triunfar con lo que nos gusta y ser los profesionales que siempre soñamos desde pequeños.

### **Agradecimientos**

Agradecer a DIOS y a la santísima Virgen, por darnos la oportunidad y la sabiduría para tomar la decisión y vocación para nuestro futuro, a mis padres y hermanos que son la fuente principal de apoyo, motivación y energía para continuar con cada proceso y dificultad que es donde más se necesita, agradezco a la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD por presentar este programa y brindarnos la oportunidad de poder formarnos a distancia ya que nos facilita la organización del tiempo y el espacio para culminar lo que deseamos, agradezco también a cada tutor y profesores que están pendientes de nuestras actividades con el fin de corregirnos cuantas veces sea necesario y sacar nuestros mejores resultados como futuros profesionales

## Resumen

El agua es un recurso vital para el desarrollo de los seres vivos, después de los efectos de cambio climático este recurso se ha agotado, lo que pone en una encrucijada al sector agrícola del país. Por tanto, en esta investigación busco analizar tres fuentes de agua y evaluar su calidad para utilizarla en un cultivo hidropónico. El primer paso realizado es el análisis comparativo de las tres fuentes de agua a trabajar como son lluvias, potable y de minas, en donde se evalúa pH, conductividad eléctrica y análisis microbiológico. El segundo paso, es la implementación del sistema hidropónico para el cultivo de pimentón, en esta ocasión seleccionamos el sistema de mecha o pabito, en donde se utiliza material reciclable, en este caso botellas de gaseosa de tres litros, esto con el fin de ayudar al medio ambiente. El tercer paso es la realización de tres bloques de 15 plantas cada uno con diferente tratamiento de agua, el primer tratamiento es el de agua lluvias, el segundo y tratamiento es de agua potable y en el tercer tratamiento es el de agua de minas. Se realizo el seguimiento durante un mes del crecimiento y comportamiento de las plantas de pimentón en los diferentes tratamientos de agua, en donde se deja la evidencia en tablas de cómo se comportó el cultivo. Como resultado el mejor tratamiento es el de agua lluvias ya que en él se presentó un mejor desarrollo, en cuanto altura, vigor y capacidad radicular de las plantas de pimentón. Cabe resaltar que durante la investigación se pudo evidenciar que los tres tratamientos son viables, para tener un sustento en nuestros hogares y comunidad en general.

**Palabras clave:** Hidroponía; sistema hidropónico; análisis físico-químicos y microbiológicos; solución nutritiva.

## Abstract

Water is a vital resource for the development of living beings, after the effects of climate change this resource has been exhausted, which puts the country's agricultural sector at a crossroads. Therefore, in this research I seek to analyze three water sources and evaluate their quality to use it in hydroponic cultivation. The first step carried out is the comparative analysis of the three sources of water to be worked on, such as rain, drinking and mines, where pH, electrical conductivity and microbiological analysis are evaluated. The second step is the implementation of the hydroponic system for growing paprika. On this occasion we selected the wick or wick system, where recyclable material is used, in this case three-liter soda bottles, this in order to help to the environment. The third step is the creation of three blocks of 15 floors each with different water treatment, the first treatment is rainwater, the second treatment is drinking water and the third treatment is mine water. The growth and behavior of the paprika plants in the different water treatments was monitored for one month, where evidence is left in tables of how the crop behaved. As a result, the best treatment is rainwater since it showed better development in terms of height, vigor and root capacity of the paprika plants. It should be noted that during the investigation it was evident that the three treatments are viable, to have a livelihood in our homes and community in general.

**Keywords:** Hydroponics; hydroponic system; physical, chemical and microbiological analyses; nutrient solution.

## Tabla de Contenido

Introducción .....	9
Justificación .....	10
Objetivos .....	11
Objetivo General .....	11
Objetivos específicos.....	11
Marco Teorico.....	12
El Agua .....	12
Pimiento.....	12
pH .....	12
Conductividad.....	12
Microbiológico .....	13
Hidroponía.....	13
Sistema Hidropónico de mecha o pabilo .....	13
Marco Metodológico.....	15
Localización .....	15
Análisis Físico Químico Aguas Utilizadas.....	15
Determinación de Variables Agronómicas en Pimentó .....	17
Construcción Invernadero .....	17
Sustrato para sembrar .....	17
Siembra.....	20
Resultados y Discusión.....	21
Conclusiones.....	31
Recomendaciones .....	31
Referencias Bibliográficas .....	33

### Lista de Tablas

<b>Tabla 1</b> <i>Análisis de PH y conductividad de las tres fuentes de agua.....</i>	21
<b>Tabla 2</b> <i>Resultados del análisis microbiológico .....</i>	22
<b>Tabla 3</b> <i>Promedio de crecimiento de cada 8 días del pimiento en los tres tratamientos de aguas .....</i>	23
<b>Tabla 4</b> <i>Promedio de parte aérea, longitud radicular, ancho de raíz y peso.....</i>	25
<b>Tabla 5</b> <i>Total, frutos.....</i>	27
<b>Tabla 6</b> <i>Total de frutos de primera y segunda calidad por tratamiento .....</i>	28

## Lista de Figuras

<b>Figura 1</b> <i>Sistema hidropónico de mecha o pabito</i> .....	13
<b>Figura 2</b> <i>Vista satelital de la finca en el año 2022</i> .....	15
<b>Figura 3</b> <i>Proceso para el análisis microbiológico</i> .....	16
<b>Figura 4</b> <i>Construcción invernadero</i> .....	17
<b>Figura 5</b> <i>Tipo de sustratos</i> .....	18
<b>Figura 6</b> <i>Baño de Maria</i> .....	19
<b>Figura 7</b> <i>Proceso de implementación de sistema hidropónico</i> .....	19
<b>Figura 8</b> <i>Siembra</i> .....	20
<b>Figura 9</b> <i>Crecimiento del pimiento en cada tratamiento utilizado</i> .....	24
<b>Figura 10</b> <i>Promedio de peso fresco, parte aérea, longitud de raíz, ancho de raíz y Ph</i> .....	26
<b>Figura 11</b> <i>Total, frutos</i> .....	27
<b>Figura 12</b> <i>Producto cosechado por tratamiento</i> .....	29
<b>Figura 13</b> <i>Total, frutos de primera calidad, segunda calidad por tratamiento</i> .....	29

## Introducción

Teniendo en cuenta los últimos estudios centrados en el cambio climático y su influencia en la escasez hídrica que ha venido enfrentado el planeta, el país y la región, es de vital importancia desde las distintas áreas del conocimiento contribuir con alternativas para contrarrestar los problemas de sequía y contaminación de aguas; por esta razón se busca crear una estrategia dirigida al análisis comparativo y aprovechamiento de aguas.

Partiendo de la situación presentada se dará a conocer los análisis de tres fuentes de agua como son: agua lluvia, potable y de mina, con el fin de implementar un cultivo hidropónico de pimiento en la vereda Velandía del Municipio de Saboya. Cabe resaltar que por medio de estos cultivos hidropónicos se reduce el consumo de agua y de insumos para sacar productos saludables tanto para una familia como para una comunidad determinada.

Dando a conocer a los agricultores que se puede cambiar la metodología de cultivo tradicional y con buenas prácticas culturales con el fin de reducir el uso de agroquímicos e insecticidas que afectan la salud de las personas. se muestran resultados en el aprovechamiento del espacio, buen uso del suelo y aprovechamiento del agua en sistemas hidropónicos. (Bojacá & Monsalve, 2012).

### **Justificación**

Este proyecto busca el aprovechamiento del sistema hidropónico, para ello se realizó un análisis comparativo de diferentes fuentes de agua (lluvias, potables y de minas), como alternativa de suministro de agua para la producción en las épocas de sequías o verano en el municipio, como una alternativa de posibles soluciones a la problemática del cambio climático.

El proyecto generó oportunidades para la generación de un nuevo conocimiento y nuevas alternativas de producción agrícola en la región ya que este método de producción no es común, lo que también generó un desarrollo social y económico para la comunidad que observó este proyecto y adoptó estas técnicas para mejorar su producción y aprovechar de una mejor manera el recurso hídrico.

## Objetivos

### Objetivo General

Implementar un cultivo hidropónico de pimentón (*Capsicum annuum L.*) utilizando tres fuentes diferentes de agua (lluvias, potables y de minas) en el Municipio de Saboyá.

### Objetivos específicos

Implementar un sistema hidropónico para el cultivo de pimiento con diferentes fuentes de agua (lluvias, potables y de minas).

Analizar características fisicoquímicas y microbiológica propias de cada tipo de agua.

Obtener datos estadísticos de crecimiento y desarrollo del cultivo.

## Marco de Teórico

### El Agua

El agua es un líquido incoloro e inoloro, que está compuesta por dos átomos de hidrogeno y uno de oxígeno, es vital para el desarrollo de los seres vivos (plantas, humanos, animales) esto gracias a sus propiedades físicas y químicas. Cuando se relaciona este líquido con la agricultura las cifras de su uso se encuentran entre el 68% de utilidad para la producción agrícola, el agua se caracteriza por ser una de la más importantes para el desarrollo y cuidado de sector agropecuario (Martínez-Luna et al, 2021).

### Pimiento

Es una clase de plantas perennes de ciclo anual, pertenece a familia de las Solanáceas, del género: *Capsicum annuum* L. Se encuentran diferentes especias que se conocen por el nombre común en español de pimiento, ají o chile. Los frutos vienen de color verde, rojos, amarillos y negros (Siguas, 2020).

### pH

Es el potencial de hidrogeno que se mide para determinar el grado de acidez o alcalinidad de cualquier muestra de agua o disolución (Cremona, & Enriquez,.2020, p 8).

### Conductividad Eléctrica

Es la capacidad que tiene el suelo para trasportar e intercambiar la función en contenido de sales (Cremona, & Enríquez,.2020, p 8). En cuanto soluciones nutritivas con 3dS m-1 permite una calidad nutracéutica, disminuyendo a su vez el rendimiento según lo observado en pimiento morrón evidenciado por Pérez-Vázquez et al, (2021).

## **Microbiológico**

Los análisis microbiológicos del agua se realizan para conocer los diferentes microorganismos que están presentes y pueden ser bacterias, virus u otros elementos que son dañinos o que transmiten enfermedades. Briones-García et al, (2022).

## **Hidroponía**

Se entiende como el arte de cultivar sin suelo o en sustratos adecuados para cada cultivo tal como lo mencionan Beltrano & Giménez (2015), es de gran importancia porque se deben manejar bien las cantidades nutritivas y así obtener los mejores resultados. A nivel mundial están implementando estos sistemas hidropónicos porque reduce la mano de obra y se aumenta la productividad, hoy en día la hidroponía según Barbado (2005), se ha vuelto una realidad en donde podemos plantar cualquier cultivo teniendo grandes beneficios para región de Boyacá. También cabe resaltar que por medio de estos sistemas hidropónicos se reduce el espacio, esto siendo cada vez más importante para la comunidad de Saboyá ya que es fácil el manejo, así mismo se propende por la seguridad alimentaria de cada familia.

### ***Sistema Hidropónico de mecha o pabilo***

#### **Figura 1**

*Sistema Hidropónico de mecha o pabilo*



*Fuente.* Generación verde.

Es uno de los 6 sistemas de riego, siendo este el más versátil según Siñani (2021), que no necesita el consumo de energía, utilizado para plantas que requieren de poca agua y se puede utilizar con diferentes sustratos y soluciones nutritivas que dan rendimiento y eficacia, como se observa en la figura 1 Generación verde, (s.f.).

## Marco Metodológico

### Localización

Este proyecto se desarrollará en la vereda Velandia sector centro del municipio de Saboya Boyacá en la finca la Acacia la cual está ubicada a  $5^{\circ}41'49''N$   $73^{\circ}45'47''O$

### Figura 2

*Vista satelital de la finca en el año 2022*



*Fuente.* Google Earth 2022

### Análisis Físico-químico Aguas Utilizadas

Para el desarrollo de los análisis realizados al agua, se tomaron muestras del agua lluvia captada en la finca la Acacia de la vereda Velandia del municipio de Saboyá, agua potable tomada del acueducto de la misma vereda y agua de mina la cuál fue llevada del municipio de Ráquira vereda Firita Peña Arriba de la mina el consuelo. Estas muestras fueron llevadas al

laboratorio de microbiología de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), del municipio de Tunja, Boyacá, donde se midió conductividad eléctrica, pH, y se realizó análisis microbiológico. Para medir la conductividad eléctrica de cada tratamiento, se realizó por medio del conductímetro. Para hallar el pH de las aguas a tratar se utiliza un potenciómetro donde indica su grado de acidez o alcalinidad expresada como pH. siguiendo la metodología propuesta por Chacón (2016), se realizaron las pruebas antes de montar el ensayo.

### Figura 3

*Proceso para el análisis microbiológico.*



*Nota:* Fotografías tomadas en desarrollo de laboratorio. *Fuente.* Autor.

En la figura 3 se determinó los indicadores microbiológicos, con la metodología de recuento por dilución de tubo y se utilizó la determinación del número más probable y coliformes totales. Se inocularon en un matraz de 10 ml, 1,0 ml, 0,1 ml de la muestra de aguas a tratar en tres tubos por cada dilución, con doble concentración con el medio de agar de *MacConkey* y provistos de una campana de recogida de gases (campana Durham). Se realiza una mezcla homogenizada en las cajas de Petri y se llevan a incubar durante 24 horas a 37°C. para determinar la presencia de bacterias (Bou et al, 2010).

### **Determinación de Variables Agronómicas en Pimiento.**

Se determinaron las siguientes variables, días después de siembra, altura, número de frutos, peso fresco, longitud de raíz, ancho de raíz, y pH.

### **Construcción Invernadero.**

En la figura 4. Se llevó a cabo la construcción de una estructura en madera en forma de capilla, este cuenta con 16 repisas de 4 m 12 postas de 3.20m de altos 10 listones de 4m; para de impedir el paso de aguas lluvia, se dispone de una cubierta plástica de 60m., tensionada con guaya y amarrada a templetes que están enterrados a 80cm de profundidad para evitar ser arrancados y dejar un buen sostenimiento del invernadero.

### **Figura 4**

*Construcción del invernadero*



*Nota:* fotografías tomadas en construcción del invernadero. *Fuente.* Autor.

### **Sustrato para sembrar**

En la figura 5 se selecciona cuatro tipos de sustratos con el fin de sacar uno solo ideal el cultivo hidropónico, en los cuales encontramos 4 kilos de aserrín fino, 4 kilos de materia orgánica de monte, 8 kilos de tierra del lote y 3 kilos turba para sembrar. Se realiza una mezcla para homogenizar el sustrato y después ser llevado a esterilización por el método de baño María figura 6. Esterilización de sustratos se utiliza para esterilizar el sustrato de manera artesanal, se utiliza en fogón de leña, olla grande se incorporan 6 litros de agua, se le agregan trozos de

madera y una tapa de olla pequeña con el finde aislar el agua del sustrato que esta empacado en la lona. Se tapa y se le coloca una pesa y se deja cocinar a fuego lento durante tres horas continuas ya pasando las tres horas se baja la olla del fogón y se deja enfriar para repetir de nuevo el proceso. Según Puerta(2012), los sustratos de fibra de coco son más versátiles para implementación del cultivo hidropónico.

### **Figura 5**

#### *Tipos de sustrato*



Aserrín fino

Materia orgánica de monte

Tierra del lote

Turba para sembrar

*Nota:* Diferentes materiales para sustratos. *Fuente.* Autor.

**Figura 6***Esterilización de sustratos**Nota: Proceso de esterilización y baño María. Fuente. Autor***Figura 7***Proceso de implementación de sistema hidropónico**Nota: Proceso de implantación del sistema hidropónico. Fuente. Autor*

En la figura 7 se puede evidenciar como es el proceso para el sistema hidropónico, primero se consigue el trapero se separan las mechas, después se consigue las botellas de gaseosa de tres litros se lavan bien y se desinfectan con hipoclorito de sodio. Se parten un poco más debajo de la mitad, en la parte inferior se deja para el agua y la parte superior se coloca de inversa haciendo

un hueco en la tapa con el fin de colocarle dos mechas del trapero, después se llena la parte de la botella con el sustrato anteriormente mencionado.

### **Siembra**

Se procede a sembrar las plántulas de pimentón en cada botella haciendo tres surcos, en cada uno de ellos un tratamiento con distancia de siembra de 40 cm entre plantas y de surco se deja a 1 metro, después de sembradas se aplica micorrizas un agente microbiológico que ayuda a enraizar con mayor facilidad las plantas (Valles et al, 2009).

### **Figura 8**

#### *Siembra*



*Nota:* Proceso de establecimiento del cultivo. *Fuente.* Autor

## Resultados y Discusión

### pH y Conductividad Eléctrica

**Tabla 1**

*Análisis de PH y conductividad de las tres fuentes de agua*

Tratamiento de Agua Lluvias			
pH	6.0	6.1	6.3
Conductividad eléctrica	0.33	0.33	0.33
Tratamiento de Agua Potable			
pH	5.5	5.5	5.5
Conductividad eléctrica	0.01	0.01	0.01
Tratamiento de Agua de Mina			
pH	6.2	6.2	6.5
Conductividad eléctrica	0.35	0.34	0.35

*Nota.* Comparaciones del PH y conductividad eléctrica en los tratamientos. *Fuente.* Autor

En la tabla 1 pueden evidenciar los tres tratamientos de agua a utilizar con los datos de las tres replicas. En donde cabe resaltar que el tratamiento de agua lluvias tiene un pH entre 6.0 y 6.3 y conductividad eléctrica de 0,33, el tratamiento de agua potable tiene un pH de 5.5 y conductividad eléctrica de 0,01, y el tratamiento de agua de mina tiene un pH entre 6,2 y 6.5 , con conductividad eléctrica entre 0,34 y 0,35. (Standard Methods, 2007).

**Tabla 2***Resultados del análisis microbiológico*

Ausencia /Presencia de bacterias: <i>Gram</i> <i>enterobacterias</i>	Tratamiento de agua lluvia	Tratamiento de agua Potable	Tratamiento de agua de Mina
Ausente / presente	Ausente	Ausente	Presencia

*Nota.* Resultados obtenidos en los tres tratamientos de agua. *Fuente.* Autor

En la tabla 2: Se ven reflejados los resultados de análisis de los tres tratamientos en dónde podemos decir que en el tratamiento de agua de mina hay presencia de *Gram enterobacterias*. En los que se destacan la *Escherichia coli*, cuyo hábitad natural es intestinos de humanos y animales también se encuentra en alimentos y agua sin tratar (Ríos-Muñiz et al, 2019). La mayoría de ellos causan enfermedades intestinales. La *salmonella* es otra de las bacterias *Gran negativa*, más representativas de este grupo en donde se pueden encontrar en alimentos procesados, carnes y frutas. Son bacterias que afectan el tracto digestivo, para ello se deben de tener precaución al consumir los alimentos, frutas y aguas según Ibarra et al, (2021).

**Tabla 3**

*Promedio del crecimiento de cada 8 días del pimiento en los tres tratamientos de aguas utilizados.*

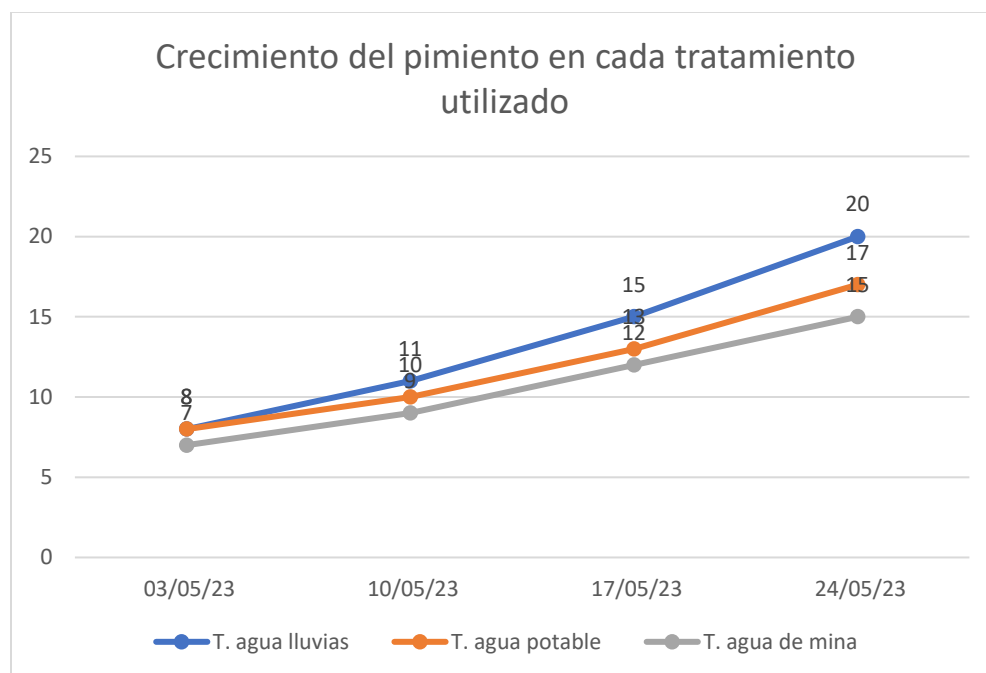
Promedio del crecimiento de cada 8 días de los tratamientos después del trasplante			
Fecha	T.	T.	T.
	agua lluvias	agua potable	agua de mina
03/05/23	8	8	7
10/05/23	11	10	9
17/05/23	15	13	12
24/05/23	20	17	15

*Nota:* Promedio de crecimiento después del trasplante *Fuente.* Autor.

Se puede evidenciar el promedio del crecimiento del pimiento en cada tratamiento en las diferentes fechas, después del trasplante, en donde se puede evidenciar que el tratamiento de agua lluvias en su último registro tomado, presenta un crecimiento es de 5cm, el tratamiento de agua potable el crecimiento fue de 4cm, y por último el tratamiento de agua de mina con un crecimiento de 3cm. El tratamiento que mejor presenta crecimiento en las plantas es el de aguas lluvia.

**Figura 9**

*Crecimiento del pimiento en cada tratamiento utilizado*



*Nota:* Trazabilidad del crecimiento del pimiento *Fuente.* Autor.

Se evidencia la altura en centímetros a los 8 días después de trasplante, en donde el crecimiento del pimiento en el tratamiento de agua lluvias, siendo el mejor resultado frente a los otros tratamientos se obtuvo un promedio para la segunda semana de 3cm, en la tercera semana tiene un promedio de 4cm y en la cuarta semana tiene un promedio de 5cm. Por su parte el segundo tratamiento, fue el correspondiente a agua potable se tiene un promedio en la segunda semana de 2cm en la tercera semana un promedio de 3cm y en la cuarta semana un promedio de 4cm. Finalmente: En el tratamiento de agua de minas se tiene un promedio en la segunda semana de 2 cm en la tercera semana un promedio de 3 cm, y en la cuarta semana un promedio de 3 cm, siendo este, el que presenta resultados menos favorables según Reyes-Pérez et al, (2021). El crecimiento del pimiento es más favorable en las soluciones nutritivas de humos de lombriz y bioestimulantes.

**Tabla 4**

*Promedio de peso fresco, parte aérea, longitud raíz, ancho de raíz y pH.*

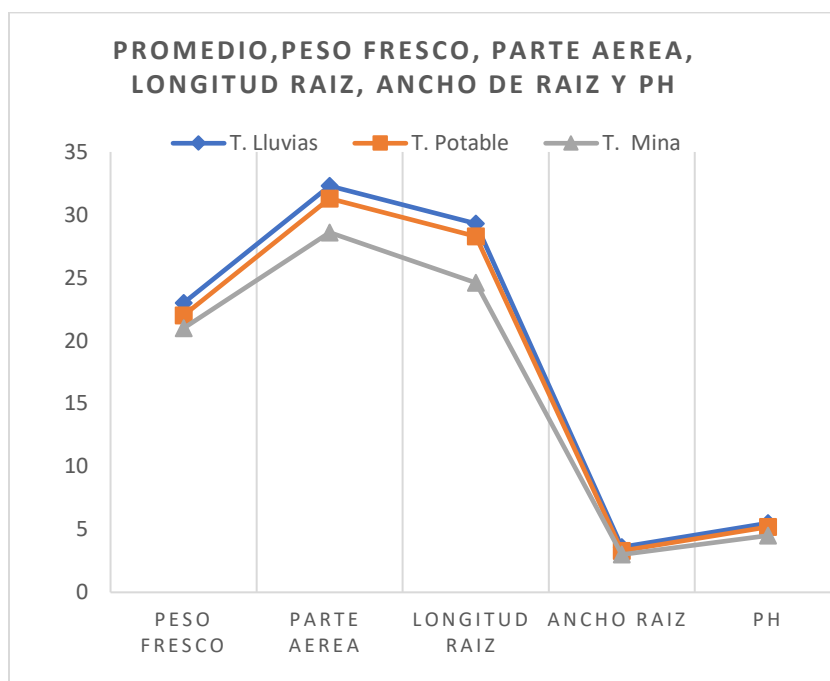
Promedio, peso fresco, parte aérea, longitud raíz, ancho de raíz y pH					
Tratamiento	Peso fresco	Parte Aérea	Longitud raíz	Diámetro de raíz	pH
T. Lluvias	23	32,3	29,3	3,6	5,5
T. Potable	22	31,3	28,3	3,3	5,2
T. Mina	21	28,6	24,6	3	4,5

*Nota.* Valores obtenidos después de realizar un promedio de cada factor. *Fuente.* Autor.

En la tabla 4: Se realizó el promedio de peso en fresco, parte aérea, longitud raíz, ancho de raíz y pH de cada tratamiento utilizado. En donde cabe resaltar el tratamiento de aguas lluvia marcado de color azul nos da los mejores resultados en las variables analizadas frente a los demás tratamientos.

**Figura 10**

*Promedio de peso fresco, parte aérea, longitud raíz, ancho de raíz y pH.*



*Nota.* Valores obtenidos después de realizar un promedio de cada factor. *Fuente.* Autor.

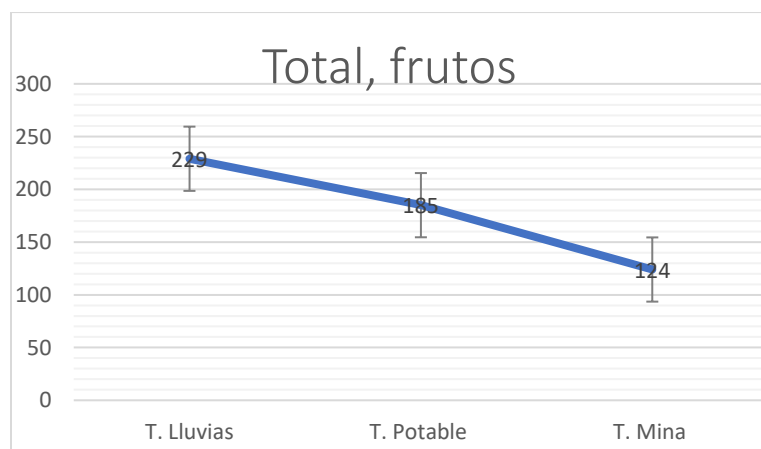
Los resultados promedio del tratamiento de agua lluvias son los siguientes. Para el peso en fresco 23 gramos, parte aérea 32,3 cm, longitud raíz 29,3 cm, ancho de raíz 3,6 cm y 5,5 pH. Los resultados promedio del tratamiento de agua potable son los siguientes. Para el peso en fresco 22 gramos, parte aérea 31,3 cm, longitud raíz 28,3 cm, ancho de raíz 3,3 cm y 5,2 pH. Los resultados promedio del tratamiento de agua mina son los siguientes. Para el peso en fresco 21 gramos, parte aérea 28,6 cm, longitud raíz 24,6 cm, ancho de raíz 3 cm y 5,5 pH. Según Eguez-Enríquez (2022) la solución nutritiva que beneficia al pimiento es muy importante para la determinación de parte aérea. Ancho de raíz y peso fresco.

**Tabla 5***Total, frutos*

Tratamientos de agua	Total, frutos
T. Lluvias	229
T. Potable	185
T. Mina	124

*Nota.* Tratamiento de agua con total, frutos.

En la tabla 5: Encontramos que el tratamiento de agua lluvias tiene más número de frutos, con un valor de 229 frutas frente a los dos tratamientos

**Figura 11***Total, frutos*

*Nota:* Total de frutos cosechados de cada tratamiento. *Fuente.* Autor

## Figura 12

### *Producto cosechado por tratamiento*



T. Lluvia

T. Potable

T. Mina

*Nota:* Tamaños frutos según tratamiento. *Fuente.* Autor

Se expresan los resultados obtenidos del número total de frutos por tratamiento, en donde encontramos que el tratamiento de agua lluvias tiene un promedio de 229 frutos, el tratamiento de agua potable tiene un promedio de 185 frutos y el tratamiento de agua de minas tiene un promedio de 124 frutos. Según Ambicho & Noel (2023), el rendimiento de frutos por planta es más alto en los sustratos de humus de lombriz

### Tabla 6

#### *Total, frutos de primera y segunda calidad por tratamiento*

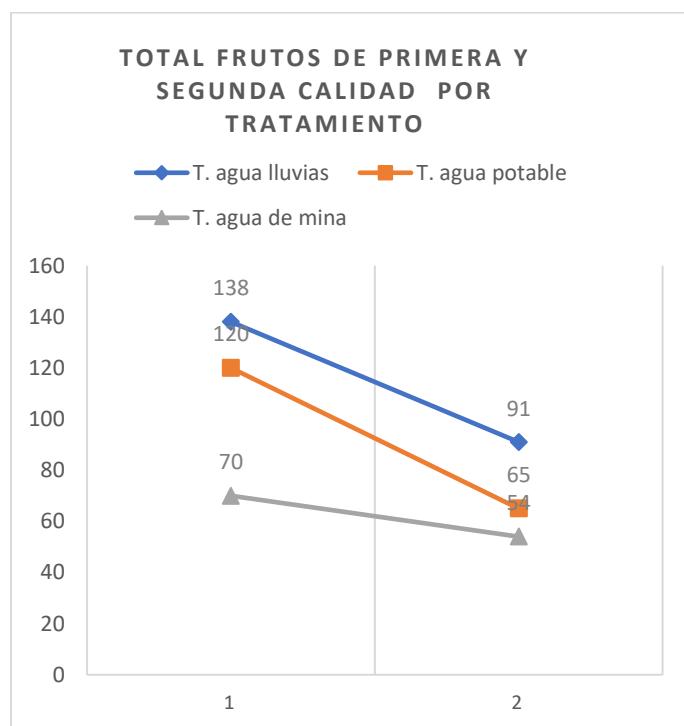
Tratamientos	Frutos de 1°	Frutos de 2°
T. agua lluvias	138	91
T. agua potable	120	65
T. agua de mina	70	54

*Nota:* Comparación frutos de primera y frutos de segunda. *Fuente:* Autor

En la tabla 6 el número de frutos de primera y segunda que se obtuvieron de cada tratamiento. Donde cabe resaltar el tratamiento de aguas lluvia que se encuentra marcado de azul, que obtuvimos más número de frutos, frente a los demás tratamientos.

### Figura 13

*Total, frutos de Primera calidad, Segunda calidad por tratamiento*



*Nota:* Resultados obtenidos del número total de frutos por tratamiento. *Fuente:* Autor.

En la tabla 6. El resultado obtenido del tratamiento de aguas lluvia tiene un total de frutas de primera de 138, con un promedio de peso que oscila entre 120 y 250 gramos por unidad. Seguido de los frutos de segunda recolectados, que fue de 91 unidades, con un promedio de peso entre 60 y 119 gramos por unidad. El tratamiento de agua potable tiene un total de frutas de primera de 120 y de segunda 65. El tratamiento de agua de mina tiene un total de frutas de primera de 70 y de segunda 5.

Bojaca & Monsalve (2012), mencionan que al utilizar una densidad de siembra entre 1,56 – 4,0 plantas/ m<sup>2</sup>, el número total de frutos de pimiento por planta puede variar entre 3,7 y 38,50, y el número de frutos comerciales por planta puede variar entre 9,67 y 53,0.

Cabe resaltar que la producción que se obtuvo es de buena calidad y sanidad, debido a que no se utilizaron insumos químicos tanto para cuidado de planta para el manejo de plagas y enfermedades como para la fertilización. Siendo este cultivo una estrategia de bajos costos de producción y asequibles para las familias donde se pueden aprovechar los diferentes tipos de aguas que hay en la región.

## Conclusiones

Con la implementación del sistema hidropónico de mecha o pabilo se pudo demostrar que se obtienen cultivos más sanos y con mayor ahorro de agua, y se puede impulsar al comercio regional y local.

Por medio de los resultados obtenidos de los análisis de las diferentes fuentes de aguas podemos implementar el cultivo hidropónico de pimiento, ya que cumple con las condiciones necesarias para su productividad.

Gracias al seguimiento realizado del proyecto se puede evidenciar que los resultados obtenidos son viables, vale la pena resaltar que el tratamiento de aguas lluvia presenta en las plantas una mejor calidad, vigor, altura y productividad. Pero de igual manera los otros tratamientos de aguas contribuyen a un desarrollo del cultivo hidropónico, lo cual a futuro puede determinar un aporte significativo para la agricultura.

### **Recomendaciones**

Implementar los sistemas de cosecha de aguas lluvia, con el fin de dar beneficios a una familia y comunidad, con el fin de garantizar la producción agropecuaria.

Incrementar los sistemas hidropónicos de mecha o pabilo que han generado una expectativa de rendimiento y productividad de hortalizas.

Seguir realizando investigaciones e implementación del manejo agronómico en sistemas hidropónicos para cultivos hortofrutícola

### Referencias Bibliográficas

- Ambicho E. & Noel D. (2023) *Efecto de los abonos orgánicos en las características químicas del suelo y el rendimiento del pimiento (Capsicum annuum) en condiciones de invernadero – Huánuco. UNHEVAL* Vicerrectorado de investigación.  
<https://hdl.handle.net/20.500.13080/8723>
- Barbado, J. L. (2005). Hidroponía. *Su empresa en cultivos en agua. Editorial Albatros SACI. 1a (Ed.). Buenos Aires.*
- Beltrano, J., & Giménez, D. O. (2015). *Cultivo en hidroponía.* Universidad Nacional de La Plata (EDULP). <https://doi.org/10.35537/10915/46752>
- Bojacá, C., Monsalve, O. (2012) *Manual de producción de pimentón bajo invernadero.* (pp, 23) Bogotá: Editorial U Tadeo. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/34356>
- Bou Arévalo G., Fernández Olmos A., García de la Fuente, C., Saéz Nieto J.A. Valdezate Ramos S. (2010) *Métodos de identificación bacteriana en el laboratorio de microbiología.* Seimec.  
<https://www.seimc.org/contenidos/documentoscientificos/procedimientosmicrobiologia/seimc-procedimientomicrobiologia37.pdf>
- Briones- García, J., Morillo- Robles, C-, Toledo Castillo, N., Segovia Cáceres. S (2022) *Evaluación fisicoquímica del agua potable en la ciudad de Macas, Ecuador.* Polo de conocimiento, 8 (8),1716,1735  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9152324>

Chacón Chaquea, M. (2016). *Análisis físico químico del agua*. Bogotá, Universidad Santo Tomas.

[https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=0hJ\\_DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT5&dq=an%C3%A1lisis+f%C3%ADsico+qu%C3%ADmico+del+agua&ots=nUATYhvFXz&sig=LEyJRHi0shEeUHPAD7iwpvNbT8#v=onepage&q=an%C3%A1lisis%20f%C3%ADsico%20qu%C3%ADmico%20del%20agua&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=0hJ_DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT5&dq=an%C3%A1lisis+f%C3%ADsico+qu%C3%ADmico+del+agua&ots=nUATYhvFXz&sig=LEyJRHi0shEeUHPAD7iwpvNbT8#v=onepage&q=an%C3%A1lisis%20f%C3%ADsico%20qu%C3%ADmico%20del%20agua&f=false)

Cremona, M. V., & Enríquez, A. S. (2020). *Algunas propiedades del suelo que condicionan su comportamiento: El pH y la conductividad eléctrica*. EEA Bariloche. Revista.

Repositorio institucional CONICET Digital,

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/catart?codigo=7062682>

Eguez-Enriquez, E.A. León- Rodríguez, L. K. Pacheco-Barrera, L. P. Loor-Cedeño, J. M.

(2022) *Deficiencia nutricional de macronutrientes en plantas de pimiento (capsicum annum linneo) cultivadas en solución nutritiva*.

*Dialnet*. <https://doi.org/10.33789/talentos.9.1.162>

Generación verde, hidroponía. <https://generacionverde.com/blog/hidroponia/tipos-de-sistemas-hidroponicos/>

Ibarra-Rondón, A. J. Fragoso-Castilla P, J. Villero-Wolf, F.R. (2021) *Efecto del uso de aguas residuales urbanas sobre el rendimiento y la calidad microbiológica del pimentón*

(*Capsicum annun L.*) cultivado en hidroponía. *Revista Información Tecnológica*, [s. l.], v. 32, n. 6, p. 93–100, 2021. DOI 10.4067/S0718-07642021000600093.

[https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-](https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-07642021000600093&script=sci_arttext&tlng=pt)

[07642021000600093&script=sci\\_arttext&tlng=pt](https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-07642021000600093&script=sci_arttext&tlng=pt)

- Martínez-Luna, D., Mora-Flores, J. S., Exebio-García, A. A., Arana-Coronado, O. A., & Arjona-Suárez, E. (2021). *Economic value of water in the Alfajayucan (100) district of irrigation, Hidalgo. REVISTA TERRA LATINOAMERICANA, 39.*  
<https://doi.org/10.28940/terra.v39i0.544>
- Pérez-Vazquez, E L, Gaucín-Delgado, J. M., Ramírez-Rodríguez, S. C., Sariñana-Navarrete, M. Á., Zapata Sifuentes, G., & Zuñiga-Valenzuela, E. (2020). *Conductividad eléctrica de la solución nutritiva efecto en el rendimiento y la calidad nutraceutica de pimiento morrón.* Revista mexicana de ciencias agrícolas, 11(7), 1669-1675. Epub 29 de noviembre de 2021.<https://doi.org/10.29312/remexca.v11i7.2409>
- Puerta, César E. Russián, Tania. Ruiz, César A. (2012) *Producción de plántulas de pimentón (Capsicum annuum L.) en sustratos orgánicos a base de mezclas con fibra de coco.* Revista Científica UDO Agrícola.  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4688395>
- Reyes-Pérez, J.J. Rivero-Herrada, M. Solórzano-Cedeño, A. E. Carballo-Méndez, F. Lucero-Vega, G. Ruiz-Espinoza, F. I. (2021) *Application of humic acids, chitosan and mycorrhizal fungus influence pepper growth and development.* Terra Latinoamericana.  
<https://doi.org/10.28940/terra.v39i0.833>
- Ríos-Muñiz, D., Cerna-Cortés, J., Morán-García N., Meza-Segura, M., Estrada-García T. (2019) *Escherichia coli enterotoxigénica y enteroagregativa: prevalencia, patogénesis y modelos muridos.* Revista Gaceta médica de México. <https://doi.org/10.24875/gmm.19004716>
- Siguas Carmelino., I. S (2020). *Semi conserva del pimiento jalapeño.* Universidad Nacional SAN LUIS DE GONZAGA. <https://hdl.handle.net/20.500.13028/3860>

Siñani Flores, J. N. (2021) *Evaluación del riego por mecha en el cultivo de la papa (Solanum tuberosum L.) variedad waych´a bajo diferentes soluciones nutritivas en la zona de Callapa-La Paz*. Universidad Mayor de San Andrés.

<http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/4051254>

Valles Rigió, G.J. Lugo González, J.G. Rodríguez Z.F. & Díaz L.T (2009) *Efecto del sustrato y la distancia de siembra entre plantas sobre el crecimiento de plantas de pimentón (Capsicum annuum L.) en un sistema hidropónico* Revista de la Facultad de Agronomía. [https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0378-78182009000200002](https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182009000200002)