



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ  
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

**CARRERA DE AGRÍCOLA**

**INFORME FINAL DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR  
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGRÍCOLA**

**MECANISMO: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**TEMA:**

**EFFECTO DEL HIDROGEL Y VERMICOMPOST EN EL CULTIVO  
DE PIMIENTO (*Capsicum annuum L.*), HIBRIDO QUETZAL,  
BAJO CONDICIONES DE RIEGO.**

**AUTORES:**

**SALTOS ALCIVAR EMILIO ARMANDO  
ZAMBRANO LOOR JONATHAN JOSÉ**

**TUTOR:**

**ING. JOSÉ MENDOZA VARGAS, MG.**

**CALCETA, FEBRERO DE 2023**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

**SALTOS ALCÍVAR EMILIO ARMANDO** con cédula de ciudadanía 1315098622 y **ZAMBRANO LOOR JONATHAN JOSÉ** con cédula de ciudadanía 1315628865, declaramos bajo juramento que el Trabajo de Integración Curricular titulado: **EFFECTO DEL HIDROGEL Y VERMICOMPOST EN EL CULTIVO DE PIMIENTO (*Capsicum annum L.*), HIBRIDO QUETZAL, BAJO CONDICIONES DE RIEGO** es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, concedemos a favor de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, conservando a nuestro favor todos los derechos patrimoniales de autor sobre la obra, en conformidad con el Artículo 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los conocimientos, Creatividad e Innovación.



SALTOS ALCIVAR EMILIO ARMANDO

**CC:** 1315098622

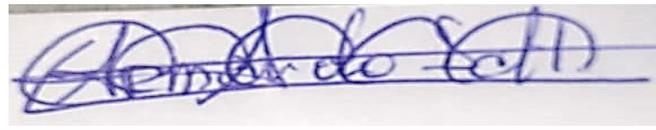


ZAMBRANO LOOR JONATHAN JOSÉ

**CC:** 1315628865

## AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

**SALTOS ALCÍVAR EMILIO ARMANDO** con cédula de ciudadanía 1315098622 y **ZAMBRANO LOOR JONATHAN JOSÉ** con cédula de ciudadanía 1315628865,, autorizo a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Integración Curricular titulado: **EFFECTO DEL HIDROGEL Y VERMICOMPOST EN EL CULTIVO DE PIMIENTO (*Capsicum annuum L.*), HIBRIDO QUETZAL, BAJO CONDICIONES DE RIEGO**, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.



SALTOS ALCÍVAR EMILIO ARMANDO

**CC:** 1315098622



ZAMBRANO LOOR JONATHAN JOSÉ

**CC:** 1315628865

## CERTIFICACIÓN DE TUTOR

**ING. JOSÉ JAVIER MENDOZA VARGAS**, certifica haber tutelado el Trabajo de Integración Curricular titulado: **EFFECTO DEL HIDROGEL Y VERMICOMPOST EN EL CULTIVO DE PIMIENTO (*Capsicum annuum L.*), HIBRIDO QUETZAL, BAJO CONDICIONES DE RIEGO**, que ha sido desarrollado por **SALTOS ALCÍVAR EMILIO ARMANDO** y **ZAMBRANO LOOR JONATHAN JOSÉ**, previo la obtención del título de Ingeniero Agrícola, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

---

ING. JOSÉ JAVIER MENDOZA VARGAS.

**CC: 1306650043**

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL**

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el Trabajo de Integración Curricular titulado: **EFFECTO DEL HIDROGEL Y VERMICOMPOST EN EL CULTIVO DE PIMIENTO (*Capsicum annuum L.*)**, **HIBRIDO QUETZAL, BAJO CONDICIONES DE RIEGO**, que ha sido desarrollado por **SALTOS ALCÍVAR EMILIO ARMANDO** y **ZAMBRANO LOOR JONATHAN JOSÉ**, previa la obtención del título de Ingeniero Agrícola, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

---

ING. GONZALO CONSTANTE TUBAY. M. Sc

CC: 130457998-8

**PRESIDENTE TRIBUNAL**

---

ING. LUIS ENRRIQUE PÁRRAGA. M. Sc

CC: 130353055-2

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

ING. FREDY MESIAS GALLO. M. Sc

CC: 120202849-2

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos inmensamente a Dios que nos ha cuidado y bendecido con salud y vida, sobre todo en esta difícil situación, por habernos hecho nacer en la familia en la que estamos, por su ayuda en todo este proceso educativo y por llenarnos de sabiduría siempre.

A nuestros padres por su apoyo incondicional en toda nuestra etapa educativa, ya que sin su esfuerzo incalculable no había sido posible este logro para nosotros y han sido nuestro motor y soporte en este camino a través de sus enseñanzas, consejos y valores impartidos.

A los docentes que impartieron sus conocimientos desde el inicio de la carrera profesional, puliéndonos y siendo fundamentales en nuestra formación.

**Salto Alcívar Emilio Armando**

**Zambrano Loor Jonathan José**

## **DEDICATORIA**

Dedico todo el esfuerzo con el que realice este trabajo a mis padres que siempre me apoyaron durante cada uno de los semestres recorridos, como no mencionar a Dios, ya que sin su ayuda y dirección no hubiera sido posible avanzar hasta este punto, gracias a cada ingeniero que compartió cada uno de sus conocimientos de manera desinteresada y noble, y a quienes nunca dudaron en brindarme una directriz o sugerencia, a todo el personal por facilitar siempre los medios necesarios y a cada uno de mis amigos, compañeros que fueron fundamental durante este proceso.

### **Salto Alcívar Emilio Armando**

Este trabajo se lo dedico en primer lugar a Dios, porque sin su bendición no sería lo que soy hoy. Por consiguiente, a mis padres que han sido mi apoyo y respaldo del día a día, que han sabido forjar en mi aptitudes para poder lidiar con las diversas dificultades que superamos en este trayecto universitario. A mis amigos y compañeros de carrera que muy fraternalmente han sido parte de este gran recorrido, que en conjunto ellos se adquirieron un sin número de recuerdos, experiencias y enseñanzas importantes para la vida personal y laboral. También se les dedica este trabajo a los docentes, quienes han sabido ser buenos guías y amigos para impartir los conocimientos necesarios para la vida laboral y personal, que sin su guía este camino que se recorrió no sería el mismo, que a pesar de todas las dificultades y adversidades ellos han sido fundamental.

### **Zambrano Loor Jonathan José**

# TABLA DE CONTENIDO

CARATULA .....	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	ii
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN .....	iii
CERTIFICACIÓN DE TUTOR .....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
CONTENIDO DE TABLAS Y GRAFICOS .....	xi
RESUMEN .....	xii
ABSTRACT .....	xiii
1 CAPÍTULO I. ....	1
1.1 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	1
1.2 JUSTIFICACIÓN .....	2
1.3 OBJETIVO GENERAL .....	3
1.3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	3
1.4 HIPÓTESIS A DEFENDER .....	3
2 CAPITULO II. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1 EL PIMIENTO .....	4
2.1.1 REQUERIMIENTO HÍDRICO .....	4
2.1.2 CONDICIONES AGROCLIMÁTICAS .....	4
2.1.3 MECANISMO DE ABSORCIÓN DE AGUA Y NUTRIENTES.....	5
2.2 ÉPOCAS DE SIEMBRA .....	6
2.2.1 SIEMBRA EN ÉPOCA DE LLUVIAS .....	6
2.2.2 SIEMBRA BAJO CONDICIONES DE RIEGO.....	6
2.3 SISTEMAS DE RIEGO.....	6
2.3.1 RIEGO POR GOTEO .....	6

2.3.2	GRAVEDAD.....	7
2.4	RETENEDORES DE HUMEDAD .....	7
2.4.1	HIDROGEL.....	8
2.4.2	VERMICOMPOST .....	8
2.4.3	USOS EN LA AGRICULTURA.....	9
2.4.4	COMBINACIÒN ENTRE HIDROGEL Y VERMICOMPOST .....	10
3	CAPITULO III. DISEÑO METODOLÒGICO .....	11
3.1	UBICACIÒN .....	11
3.2	DURACIÒN .....	11
3.3	DELINEAMIENTO EXPERIMENTAL .....	11
3.1.1	DISEÑO EXPERIMENTAL .....	11
3.1.2	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	11
3.1.3	FACTORES EN ESTUDIO.....	12
3.1.4	NIVELES.....	12
3.1.5	TRATAMIENTOS.....	12
3.4	UNIDAD EXPERIMENTAL.....	13
3.4.1	DIMENSIÒN TOTAL DEL ENSAYO .....	13
3.4.2	DIMENSIÒN DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL.....	13
3.4.3	PARCELA ÚTIL .....	13
3.4.4	NÚMERO DE UNIDADES EXPERIMENTALES .....	13
3.4.5	MATERIAL EXPERIMENTAL .....	13
3.5	VARIABLES A MEDIR .....	14
3.6	MANEJO DEL EXPERIMENTO .....	15
3.6.1	OBTENCIÒN DEL MATERIAL DE SIEMBRA .....	15
3.6.2	SIEMBRA .....	15
3.6.3	TRANSPLANTE.....	15
3.6.4	APLICACIÒN DE RETENEDORES.....	15

3.6.5	RIEGO .....	15
3.6.6	CONTROL DE MALEZAS .....	16
3.6.7	CONTROL DE PLAGAS.....	16
3.6.8	COSECHA.....	16
4	CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	17
4.1	INCREMENTACION DE LA EFICACIA DEL USO DEL AGUA EN LA PRODUCCIÓN DE PIMIENTO.....	17
4.1.1	CONTENIDO VOLUMÉTRICO DE AGUA (%) .....	17
4.1.2	BIOMASA (g).....	17
4.2	DETERMINACION DEL EFECTO DE HIDROGEL CON EL VERMICOMPOST PARA DISMINUIR EL TIEMPO DE RIEGO EN EL CULTIVO DE PIMIENTO.....	19
4.2.1	NÚMERO DE FRUTOS POR PLANTA .....	19
4.2.2	LONGITUD DE FRUTOS (cm) .....	19
4.2.3	DIÁMETRO DE FRUTO (cm) .....	20
4.2.4	PESO DE FRUTOS (g).....	21
4.3	COSTO DE PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE PIMIENTO CON LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS RETENEDORES DE HUMEDAD. ....	22
4.3.1	ANÁLISIS ECONÓMICO .....	22
	CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	23
5	BIBLIOGRAFÍAS.....	24
6	ANEXOS.....	31

## CONTENIDO DE TABLAS Y GRAFICOS

<b>Tabla 3.1:</b> Análisis estadístico .....	11
<b>Tabla 3.2:</b> Tratamientos .....	12
<b>Tabla 3.3:</b> Variables a medir .....	14
<b>Tabla 4.1:</b> Promedios de la variable biomasa foliar .....	18
<b>Tabla 4.2:</b> Promedios de la variable Longitud de fruto segunda cosecha.....	20
<b>Tabla 4.3:</b> Promedios de la variable Peso de fruto (g) .....	21
<b>Tabla 4.4:</b> Análisis económico .....	22
<b>Grafico 4.1:</b> Promedios de biomasa (g).....	18
<b>Grafico 4.2:</b> Promedios del Peso de fruto (g) .....	<b>22</b>

## RESUMEN

El pimiento es un cultivo altamente demandante en el riego, por lo cual en una producción pimentera, los requerimientos hídricos son solventados generalmente por la implementación de un sistema de riego, esto, a su vez, representa una limitante para ciertos agricultores que no disponen de los medios para implementar tecnologías que optimicen el uso del agua en esta plantación. Con la finalidad de evaluar el efecto del hidrogel con el vermicompost en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.), híbrido quetzal, bajo condiciones de riego se desarrolló este ensayo, manejado bajo un diseño de bloques completos al azar (DBCA) en arreglo factorial A x B + 3 con 12 tratamientos, tres réplicas y 36 unidades experimentales. El tratamiento que contenía solamente hidrogel, se lo sometió a tres riegos durante el ciclo. Se efectuó un análisis de varianza (ADEVA), pruebas de significación de Tukey al 5%, para diferenciar entre los tratamientos y factores en estudio, se evaluaron siete variables de respuestas, las cuales fueron, el contenido volumétrico de agua, la biomasa, el número, la longitud, el diámetro y peso de frutos. En las variables contenido volumétrico de agua y biomasa no se encontraron diferencias significativas. Las variables de producción como el número de frutos por planta tampoco presentaron diferencia estadística al igual que el diámetro de fruto, sin embargo, la longitud y el peso de fruto si registraron diferencias en el tratamiento seis (2 g/planta de hidrogel + 220 g/planta de vermicompost) con la dosis media de hidrogel más la dosis máxima de vermicompost.

Palabras clave: Pimiento, hidrogel, vermicompost, quetzal.

## ABSTRACT

Pepper is a highly demanding crop in irrigation, therefore, in pepper production, the water requirements are generally solved by the implementation of an irrigation system, this, in turn, represents a limitation for certain farmers who do not have the means to implement technologies that optimize the use of water in this plantation. In order to evaluate the effect of the hydrogel with the vermicompost in the pepper crop (*Capsicum annuum L.*), quetzal hybrid, under irrigation conditions, this trial was developed, managed under a randomized complete block design (DBCA) in arrangement factorial A x B + 3 with 12 treatments, three replicates and 36 experimental units. The treatment that contained only hydrogel was subjected to three irrigations during the cycle. An analysis of variance (ADEVA) was carried out, Tukey's significance tests at 5%, to differentiate between the treatments and factors under study, seven response variables were evaluated, which were: the volumetric water content, the biomass, the number, length, diameter and weight of fruits. No significant differences were found in the volumetric water content and biomass variables. The production variables, such as the number of fruits per plant, did not show statistical differences either, as did the diameter of the fruit; however, the length and weight of the fruit registered differences in the six treatment (2 g/plant of hydrogel + 220 g /vermicompost plant) with the average dose of hydrogel plus the maximum dose of vermicompost.

Keywords: Pepper, hydrogel, vermicompost, quetzal.

# CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

## 1.1 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El pimiento es una de las hortalizas de mayor importancia en el comercio alimenticio mundial y el mayor productor de este cultivo es China con 44,5 por ciento del total mundial, y una producción anual de alrededor de 18 millones ton. (Aenverde, 2019) El Comercio, 2011 sostiene que, en el Ecuador se siembran más de 500 hectáreas del pimiento, de las cuales 150 ha se dan en la provincia de Santa Elena. En cuanto a Manabí para el año 2005, registró una producción estimada de 10,85 toneladas por hectárea, lo cual la ubica como uno de los principales contribuyentes a la producción nacional de este cultivo (Borbor y Suárez, 2007).

El cultivo de pimiento es muy exigente en cuanto al riego, según afirma Saavedra 2020, en la gestión del riego del pimiento, es recomendable realizarlo de forma más abundante en el momento del trasplante y volver a regar a los pocos días para favorecer el desarrollo radicular de las plantas.

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) 2018, menciona que las precipitaciones irregulares en el territorio ecuatoriano conllevan a la utilización de los diferentes sistemas de riego para alcanzar la madurez comercial de los cultivos, lo cual incrementa los costos de producción en época seca.

En este sentido surge la implementación de los retenedores de humedad que, según Yáñez, *et al.* (2018), son una tecnología que ayudan a disminuir considerablemente la alta tasa de evaporación y a la vez prolonga la disponibilidad de agua para las plantas.

El hidrogel tiene la capacidad de absorber el agua transformándose en un gel granuloso que tiene la funcionalidad de conservar el líquido disponible cuantas veces sea necesario, por un lapso de cinco a siete años, el mismo que tiene la capacidad de absorber incluso 500 veces su peso en agua y mantener la

humedad y los nutrientes hasta por un espacio de nueve meses en función de la calidad del agua y del suelo (Toctaguano, 2019).

Por su parte al vermicompost se lo considera como un producto biotecnológico que permite biodegradar y hacer uso de residuos orgánicos, sometidos a un proceso de descomposición bajo condiciones aeróbicas y mesofílicas, y mediante la intervención de las lombrices como principales actrices de dicha transformación (Camiletti, 2016).

De lo anterior surge la siguiente pregunta de investigación: ¿El hidrogel combinado con el vermicompost tendrán la capacidad de satisfacer los requerimientos hídricos del pimiento disminuyendo en 50% la lámina de riego?

## **1.2 JUSTIFICACIÓN**

Para garantizar la producción agrícola del país y el abastecimiento de los mercados es importante utilizar adecuadamente los recursos hídricos, ya que así se logra optimizar los recursos. De tal manera los retenedores de humedad son una excelente alternativa para usar eficazmente el agua en la agricultura (Salazar *et al.*, 2014 citado en Rivera, 2020).

Por las características mencionadas, es recomendable probar este polímero (hidrogel) en cultivos que se manejan usualmente bajo condiciones de riego, lo cual coincide con las condiciones de la provincia, especialmente cuando las explotaciones agropecuarias se hacen en época seca, por ello se presenta como una alternativa, ya que la humedad del suelo incrementa en el 1.5 % y disminuye en un 12 %, el volumen de agua necesario (López *et al.*, 2013, citado en Caizapato, 2019).

A su vez el vermicompost es considerado un mejorador de suelo, debido a sus altas propiedades nutritivas, procedentes de su origen orgánico, obtenido a partir de la descomposición de residuos. Su principal aporte se da en la disponibilidad de nutrientes para las plantas en el lugar donde es aplicado, ejerciendo una función de abono, además es importante mencionar que debido a su estructura también posee características retentivas de humedad.

Esto último da paso a la investigación de cuál es el efecto al combinar el hidrogel y el vermicompost, en una aplicación al momento del trasplante, tomando como dirección investigaciones similares realizadas en otros cultivos. Esperando se cumpla este efecto de retención de agua suficiente para suplir las necesidades hídricas del cultivo, disminuyendo el tiempo de riego. Con lo cual se busca brindar una alternativa ante la problemática del riego para los productores pimenteros de la zona de influencia.

El presente trabajo de integración curricular se integra al objetivo 12 Plan del desarrollo sostenible, donde en la meta 2 que menciona: "de aquí a 2030, lograr la gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales".

## **1.3 OBJETIVO**

### **1.3.1 OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el efecto productivo y económico de la aplicación del hidrogel con el vermicompost en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum L.*), híbrido quetzal, bajo condiciones de riego.

### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Incrementar la eficacia del uso del agua en la producción de pimiento.
- Determinar el efecto de hidrogel con el vermicompost para disminuir el tiempo de riego en el cultivo de pimiento.
- Calcular el costo de producción del cultivo de pimiento con la implementación de los retenedores de humedad.

## **1.4 HIPÓTESIS A DEFENDER**

La aplicación de los retenedores de humedad ayudara a disminuir el tiempo de riego en el cultivo de pimiento quetzal en épocas secas manteniendo una producción normal sin aumentar drásticamente la inversión.

## **CAPITULO II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1 EL PIMIENTO**

#### **2.1.1 REQUERIMIENTO HÍDRICO**

Herrera (2016), sostiene que, para una óptima producción del pimiento, los requerimientos a suplir son de 600 y 1250 mm anuales. Teniendo en cuenta la alta susceptibilidad de este cultivo al stress hídrico ya sea por déficit o exceso de agua, lo cual como consecuencia se observa la caída de flores y frutos cuajados recientemente.

#### **2.1.2 CONDICIONES AGROCLIMÁTICAS**

Los requerimientos agroclimáticos del cultivo de pimiento van variando de acuerdo al periodo vegetativo en el cual se encuentran, por lo tanto, sus exigencias van variando. No obstante, en cuanto a la temperatura se refiere, este cultivo presenta un excelente comportamiento bajo 28°C y por encima de los 18°C, caso contrario puede derivar en el descenso de las flores, enanismo y endurecimiento de las plantas trayendo con si frutos pequeños y de mala calidad (Saraguay, 2020).

Otro de los factores considerados importantes dentro del manejo del cultivo es la humedad relativa (HR), por lo consiguiente para un crecimiento adecuado este valor debe estar por encima del 70%, mientras que para la etapa de floración la HR adecuada esta entre los 50 y 70%. Además, se debe considerar el hecho que la HR es demasiada elevada trae consigo la presencia de hongos y bacterias que afectan la producción, por lo contrario, si esta es baja los frutos tienden a dañarse por quemaduras o soleado (Mendoza, 2020).

El suelo, siendo un ente vivo donde se desarrolla toda la parte radicular de la planta cumple un rol fundamental, ya que este ayuda al anclaje de la planta y es donde se encuentra la fuente nutricional de la cual se provee la planta. Es por ello que para el cultivo de pimiento tenga un buen desenvolvimiento es necesario un suelo franco-arenoso profundo, que posea un buen drenaje, MO del 3 al 4%, un pH neutro levemente inclinado hacia los acido (6.5-7) (Sánchez, 2021).

Las horas luz son captadas y utilizadas por la clorofila, quien se encarga de transformar la luz solar en energía necesaria para la fotosíntesis, derivando en azúcares lo cual ayudara a soportar una mayor carga florar en la planta. Por lo cual las plantas de pimiento tienden a requerir de 6-8 horas/sol/día (Saraguayo, 2020).

### **2.1.3 MECANISMO DE ABSORCION DE AGUA Y NUTRIENTES**

El pimiento posee un sistema radicular pivotante y profundo, la cual varía de acuerdo a la textura de suelo en el cual se desarrolle la planta. La raíz se identifica por contar con un número considerable de raíces adventicias que pueden extenderse entre 0.5 y 1 m (Álvarez y Pino, 2018), brindando una buena captación de agua y minerales establecidos presentes o introducidos en el suelo.

Teniendo en cuenta el hecho de que, en su gran mayoría, los sistemas agrícolas realizan la fertilización de forma edáfica, debido a que las raíces son la principal fuente de absorción de los nutrientes esenciales para su ciclo vital, sin embargo, la eficiencia del fertilizante incorporado dependerá de las condiciones del suelo, la estructura del fertilizante y la facilidad de la planta para trasportarlo internamente hasta sus órganos y tejidos (Murillo *et al.*, 2013).

El suelo está conformado por partículas pequeñas rocas y materia orgánica generando pequeñas galerías de aire y agua, siendo este la fuente de agua y minerales para la planta por medio de las raíces, las raíces poseen células especializadas denominadas pelos absorbentes. Los pelos absorbentes captan el agua y únicamente los nutrientes que se encuentran disueltos en la molécula H<sub>2</sub>O (Margulis y Sagan, 2008).

Estos mismos autores, menciona que las dos vías por las cuales incursionan los minerales hasta llegar a la xilema pueden ser simplástica o apoplástica, por la vía simplástica el agua pasa a través de célula a célula por medio de transporte activo ejercido por una proteína transportadora que supone un gasto energético (ATP). Por la otra vía denominada extracelular, que es cuando el agua aprovecha los espacios existentes entre las células parenquimáticas del córtex de la raíz, sin embargo, al llegar a la endodermis ambos caminos se encuentran.

Una de las problemáticas que experimentan los sistemas radiculares para la obtención de nutrientes es la ausencia del agua, para lo cual existen polímeros hidrófilicos como una corrección alternativa ante este problema. Ya que los hidrogeles están formados por una red tridimensional que le otorga la capacidad de absorber una gran cantidad de agua, hinchándose y aumentando considerablemente su volumen sin perder su forma, permitiéndose alcanzar su máxima capacidad (Ramírez *et al.*, 2016).

## **2.2 ÉPOCAS DE SIEMBRA**

### **2.2.1 SIEMBRA EN ÉPOCA DE LLUVIAS**

Para la siembra en época de lluvia existen muy pocos materiales que presentan ciertas resistencias a las enfermedades a las cuales son sometidos los cultivos por la elevada humedad relativa y la proliferación de enfermedades, sin embargo y por lo consiguiente es en esta etapa donde se encuentra un bajo índice de producción y un precio considerable. Además, que esta etapa es aprovechada por los productores que carecen de una fuente agua constante en la etapa de secano (Cañarte *et al.*, 2018).

### **2.2.2 SIEMBRA BAJO CONDICIONES DE RIEGO**

Sembrar en secano nos presenta rubros extras necesarios en la implementación del cultivo de pimiento, sin embargo, tiene sus ventajas, una de ellas es la posibilidad de controlar la incorporación del agua al cultivo, disminuyendo así las pérdidas tanto de plantas como de fruto, por enfermedades bacterianas y fúngicas. Además de es una de las etapas donde la producción de pimiento aumenta considerablemente, es en principio por los diferentes canales por los cuales se es posible incorporar el agua a la planta, ya sea riego por goteo, gravedad o aspersión. Siendo este último el menos idóneo por las características fisiológicas del cultivo (Vaca, 2021).

## **2.3 SISTEMAS DE RIEGO**

### **2.3.1 Riego por goteo**

Este es un riego el cual se enfatiza la utilización de líneas de riego, ya que consiste en dirigir en agua a través de esta red de tuberías que las conducen hasta unos emisores que le brinda a la planta pequeñas cantidades de agua constantemente, este sistema de riego es presurizado y necesita presión para

su funcionamiento, desde la perspectiva agronómica se identifican como sistema de riego localizado ya que estos emisores humedecen solo el área donde está la planta evitando el desperdicio de este recurso y cubriendo las necesidades hídricas del cultivo (Liotta, 2015).

Por ende, el sistema de riego nos brinda el beneficio de un mejor uso de agua y fertilizantes de forma eficiente, derivando en productos excelentes, de calidad y cantidad, además este sistema de riego ayuda a disminuir la mano de obra, costo de producción y ahorro de energía en este aspecto, aunque el uso de las líneas de riego utilizadas en este sistema de riego condicionan mucho su utilización (Ríos, 2022).

### **2.3.2 Gravedad**

Según AGROPINOS (2019), el sistema de riego por gravedad es uno de los más utilizados en las actividades agrícolas ya que permite regar los cultivos en cualquier lugar y sin la necesidad obligatoria de la electricidad por lo que básicamente funciona aprovechando la capacidad del agua de desplazarse por un lugar que no le ofrezca resistencia.

La página Cenicaña (2015), menciona que este riego también se llama riego por surco es el cual se hace llegar el agua por medio de tubos, generalmente hasta las cabeceras de los surcos y luego por efecto de la gravedad el agua recorre el surco hasta el final y al mismo tiempo se da la infiltración del agua, aunque es mayor en la cabecera. Dentro de este sistema las labores como adecuación del terreno, nivelación y aporque son fundamentales para el correcto funcionamiento del sistema.

## **2.4 RETENEDORES DE HUMEDAD**

La función de los retenedores de humedad es almacenar agua y permitir que la humedad se prolongue en el sustrato. De esta manera, las raíces de las plantas pueden llegar a estos “depósitos” y tener su supervivencia asegurada (DIGEBIS, 2018). Estos componentes se encuentran entrecruzados de tal forma que permiten que este compuesto presente una flexibilidad muy característica, además cuando este se hidrata correctamente se expande mostrando en sí la capacidad de captar el fluido permisible del producto (Piza, 2021).

### **2.4.1 HIDROGEL**

Según Diaz (2022) el hidrogel se define como un polímero hecho a base de poliacrilato de potasio, que presenta una alta capacidad de absorción, 100 veces su propio volumen y su vida productiva es de ocho años. La dosis de esta en función del tipo de suelo donde se desarrollará el cultivo así mismo como el clima del lugar. Menciona también que las ventajas de este retenedor de humedad no se limitan solo a la retención de agua, sino que también ayuda en la aireación del suelo y a mantener una temperatura favorable para el desarrollo de las plantas.

Además es característica su retención de 108 ml de agua por cada gramo de producto, cantidad que va en aumento en función del tiempo, llegando a su punto máximo a los 60 minutos, a partir de este punto ya no se da un aumento significativo de la absorción (Rivera y Mesías, 2016).

La intervención de estos polímeros está cobrando mayor énfasis actualmente en la agricultura, medio en el cual se desenvuelve beneficiando a las plantas y el suelo donde se los incorpora. Proporciona mayor humedad al suelo, siendo este hidratado pro medio de lluvias o por sistemas de riego, por otro lado, también favorece a la estructura, aireación, actividad microbiana y propiedades físico químicas en suelos con condiciones adversas (Pozo, 2021).

### **2.4.2 VERMICOMPOST**

De acuerdo con FAO (2009) citado por boletín agrario.com sf, el vermicompost se denomina como el resultado de las excreciones de las lombrices, naturalmente evacuado por su tracto digestivo, es mucho más rico en N, P y K, que la tierra común, además de esto ayuda a mejorar la estructura del suelo.

Se lo considera como una serie biotecnológico que posee un valor mínimo en comparación de los beneficios que este productos nos puede llegar a brindar, el vermicompostaje nos deja biodegradar y hacer uso de residuos orgánicos sometidas en condiciones aeróbicas y mesofilicas, para lo cual es fundamental la intervención de algunas especies de lombrices que le transmiten características distintivas al producto final (Camiletti, 2016).

Además, Héctor *et al.* (2019) menciona que este producto se posiciona entre uno de los mejores ya posee una vasta rentabilidad económica y es socialmente

beneficioso, además es un compuesto de alta calidad y no se ha registrado que posea efectos nocivos dentro de los distintos cultivos implementados para su fertilización.

### **2.4.3 USOS DEL HIDROGEL Y VERMICOMPOST EN LA AGRICULTURA**

La implementación de retenedores de humedad en la agricultura se la realizo con el fin de mitigar la pérdida de agua por lixiviación o lavado, y ayudar a disminuir las frecuencias de riego, ya que uno de los principios de los polímeros es hidratarse y proveer a la planta de agua de forma lenta y cuando esta lo requiera. Sin embargo, la capacidad de retener agua va a variar de acuerdo a la estructura de suelo. De acuerdo a la investigación de absorción de agua de hidrogel de uso agrícola y su humedecimiento en tres tipos de suelo, realizada por Rivera y Mesías (2018) quienes afirman lo siguiente:

Los hidroretenedores deben tener la capacidad de una fácil absorción de agua, pero también de facilidad para entregar agua. Esta entrega de agua al parecer tiene relación directa con el tipo de suelo o sustrato, puesto que no sería lo mismo proveer de agua en un suelo arenoso que un suelo arcilloso y con cualquier otro tipo de suelo, debido a las diferencias de las propiedades físicas. El hidrogel se comporta diferente dependiendo de la textura del suelo. En suelos de característica arenosa aumenta un 14,7% la humedad, en suelo con textura limosa 17,4% y en suelos pesados o arcillosos un 14,5%. (p 19).

Según el trabajo realizado por Pozo (2021), el cual consistió en realizar un estudio del efecto del hidrogel en diferentes tipos de cultivos de importancia económica, en el cual alega lo siguiente:

Mediante los estudios realizados en las universidades de Guayaquil, Imbabura y México sobre el efecto del hidrogel se pudo determinar que la utilización del polímero en diversos tipos de cultivos mediante la aplicación de diferentes tratamientos en conjunto con diversos abonos orgánicos dan como resultado que el suelo mejora en un 95% en calidad y retención de humedad, además los cultivos tiene un 99% de

prendimiento y desarrollo vegetativo que no influye en el rendimiento y productividad de las hortalizas , gramíneas y los cultivos perennes. (p16).

Según el trabajo realizado por Figueroa *et al.* (2020) quien evaluó diferentes niveles de hidrogel en el cultivo de pimiento para prolongar los periodos de riego obtuvo la siguiente conclusión:

Considerando las dosificaciones de hidrogel sobresalió la aplicación de 40 .kg/ha y la frecuencia de riego por gravedad cada 16 días, se indica que el riego por gravedad en pimiento se lo aplica cada 8 días y de acuerdo a los resultados obtenidos se reduce el volumen total de agua utilizada en riego por gravedad a un 50%, considerándose un ahorro de agua significativamente importante para el ambiente además baja el costo de producción en el rubro riego, se recomienda realizar más investigación sobre aplicación de diferentes dosis de hidrogel en diversos cultivos. (p 62).

#### **2.4.4 COMBINACIÓN ENTRE HIDROGEL Y VERMICOMPOST**

Pedroza *et al.* (2015) realizo una interacción entre hidrogel y vermicomposta en el cultivo de maíz, en el cual atribuye al hidrogel el aumento de la productividad y al desarrollo del cultivo, esto debido en parte por el aumento de la humedad edáfica. Mientras que en el caso del vermicompost menciona que este no influyo estadísticamente en este cultivo.

En el caso de Loor y Bravo (2021) quienes probaron esta interacción el cultivo de pasto cuba OM-22. Quienes encontraron significancia estadística en la variable de biomasa fresca y seca en cuando al hidrogel, mientras que por parte del vermicompost se le atribuye la influencia solo a los 60 días después del corte inicial. Pero en cuanto a la interacción no presento diferencias estadísticas a los 60 días después del corte.

## CAPITULO III. DISEÑO METODOLÓGICO

### 3.1 UBICACIÓN

El presente trabajo se realizó en la Unidad de Docencia, Investigación y Vinculación de la Carrera de Ingeniería Agrícola de la ESPAM MFL. 1/

### 3.2 DURACIÓN

La investigación tuvo una duración de 20 semanas, entre los meses de junio a noviembre del 2021, contemplando tanto la fase de campo como el análisis y procesamiento de datos.

### 3.3 DELINEAMIENTO EXPERIMENTAL

#### 3.1.1 DISEÑO EXPERIMENTAL

El ensayo se manejó con un diseño de bloques completamente al azar con arreglo factorial  $A \times B + 3$ . Con 12 tratamientos, replicados 3 veces representa un total de 36 unidades experimentales.

#### 3.1.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

En la tabla 3.1 se representan las fuentes de variación y sus respectivos grados de libertad

**Tabla 3.1:** Análisis estadístico.

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>
Tratamientos ( $A \times B$ ) + 3	11
FACTOR A	2
FACTOR B	2
INTERACIONES $A \times B$	3
Testigo	2
Repeticiones/Bloques	2
Error	24
Total	35

- **Prueba de medias**

La comparación de medias entre tratamientos se realizó mediante la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

### 3.1.3 FACTORES EN ESTUDIO

- (FACTOR A) Hidrogel
- (FACTOR B) Vermicompost

### 3.1.4 NIVELES

#### 3.1.4.1 DOSIS DE RETENEDORES

- Vermicompost

120 g/planta

180 g/planta

220 g/planta

- Hidrogel

1 g/planta

2 g/planta

3 g/planta

### 3.1.5 TRATAMIENTOS

**Tabla 3.2:** Tratamientos

Número	Código	Descripción
1	H1V1	1 g/planta de hidrogel + 120 g/planta de vermicompost
2	H1V2	1 g/planta de hidrogel + 180 g/planta de vermicompost
3	H1V3	1 g/planta de hidrogel + 220 g/planta de vermicompost
4	H2V1	2 g/planta de hidrogel + 120 g/planta de vermicompost
5	H2V2	2 g/planta de hidrogel + 180 g/planta de vermicompost
6	H2V3	2 g/planta de hidrogel + 220 g/planta de vermicompost
7	H3V1	3 g/planta de hidrogel + 120 g/planta de vermicompost
8	H3V2	3 g/planta de hidrogel + 180 g/planta de vermicompost
9	H3V3	3 g/planta de hidrogel + 220 g/planta de vermicompost
10	H2V0	2 g/planta de hidrogel
11	V2H0	180 g/planta de vermicompost
12	H0V0	Testigo (sin retenedores de humedad)

## **3.4 UNIDAD EXPERIMENTAL**

### **3.4.1 DIMENSIÓN TOTAL DEL ENSAYO**

El ensayo contó con un área total de 562,6 m<sup>2</sup>, con 29 m de largo y 19.4 m de ancho, contabilizando las unidades experimentales y el espacio de 1 m, entre estas y entre réplicas.

### **3.4.2 DIMENSIÓN DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL**

Cada unidad experimental tendrá un área de 9.6 m<sup>2</sup>, 4 m de largo y 2,4 m de ancho. Donde se sembraron 32 plantas de pimiento.

### **3.4.3 PARCELA ÚTIL**

La parcela útil en cada unidad experimental fué de 8 plantas, lo cual se obtuvo al eliminar una hilera a cada lado, y en las dos centrales se eliminaron 0,5 metros a cada lado.

### **3.4.4 NÚMERO DE UNIDADES EXPERIMENTALES**

Para alcanzar los objetivos de la investigación y obtener datos representativos en ensayo constó de 36 unidades experimentales divididos en tres réplicas.

### **3.4.5 MATERIAL EXPERIMENTAL**

Para el desarrollo del experimento se emplearon semillas del híbrido Quetzal, conocido por su alta productividad y debido a que es el más usado por los agricultores de la localidad.

### 3.5 VARIABLES A MEDIR

Tabla 3.3: Variables a medir

Variable	Tipo	Conceptualización	Definiciones operacionales	Instrumentos	Unidad de medida
Contenido volumétrico de agua	Cuantitativo	Según Obregón <i>et al.</i> (2018) El contenido volumétrico de agua del suelo, se expresa en términos de volumen de agua (Vw) por volumen de suelo (Vt). Puede ser calculado a partir del contenido gravimétrico de agua y la densidad aparente (Da) del suelo. Para lo cual se tomaron a dos profundidades en cada parcela del ensayo (10 y 20 cm), esto se realizará cada 8 días durante todo el lapso de crecimiento del cultivo de pimiento.	Se evaluó cada ocho días, a dos profundidades distintas de 10 y 20 cm. (ver anexo 11)	Medidor de humedad	Porcentaje
Biomasa	Cuantitativo	La biomasa fresca y seca de parte aérea (tallos + hojas) y de radícula se determina utilizando una balanza analítica, una vez obtenido el peso fresco de la planta, se coloca en bolsas de papel y se la lleva a una estufa de secado a una temperatura de 80°C durante 72 horas hasta obtener su Deshidratación completa. Posteriormente se pesaron en balanza analítica, expresando el peso en gramos de materia vegetal seca (Aliaga, 2019).	Se pesó una planta por unidad experimental (ver anexo 11)	Balanza	Gramos
Frutos por planta	Cuantitativa	Se contabiliza el número de total de frutos cosechados por planta en cada tratamiento para posteriormente promediar el dato (Buñay, 2017).	Se contaron todos los frutos que alcancen la madurez comercial mediante la observación pertinente en campo en la primer y segunda cosecha, se expresa en promedio por cada tratamiento. (ver anexo 11)	Manual	Unidades
Longitud de frutos	Cuantitativa	Promedio de longitud, expresados en centímetros de todos los frutos de todas las cosechas tomadas del área útil, de cada tratamiento y repetición (Borbor y Suárez 2007).	A la vez que se contabilizaron los frutos, se evaluó también la longitud de estos dentro de la parcela útil.(ver anexo 11)	Flexómetro/cinta métrica	Centímetros
Diámetro de frutos	Cuantitativa	A cada fruto se le mide sus dimensiones en la zona ecuatorial con un calibrador milimétrico, se anota el dato en centímetros, y se obtiene el promedio (Endara 2017).	Se midió también en dos pases de cosecha, considerando la parte central de los frutos.(ver anexo 11)	Calibrador	Centímetros
Peso de frutos	Cuantitativa	Gauto (2017) Menciona que para el peso de frutos se evalúan con todos los frutos comerciales cosechados, de los cuales se obtuvo un promedio de rendimiento en peso por cada parcela útil de cada tratamiento y de sus respectivas repeticiones.	Se valoró en dos oportunidades al igual que al anterior ítem. Se pesaron todos los frutos de madurez comercial que estén en las plantas contenidas en la parcela útil. (ver anexo 11)	Balanza	gramos

## **3.6 MANEJO DEL EXPERIMENTO**

### **3.6.1 OBTENCIÓN DEL MATERIAL DE SIEMBRA**

Las semillas del pimiento híbrido quetzal se adquirieron en una casa comercial de confianza y excelentes credenciales.

### **3.6.2 SIEMBRA**

En el manejo del cultivo de pimiento es necesaria una fase antes de la siembra en el terreno definitivo, es decir las semillas no son sembradas directamente en la parcela, esto para garantizar la germinación de un buen número de plántulas. Por ello se sembraron en bandejas de germinación con espacio para 50 plantas cada una, las cuales se llenaron con un sustrato preparado con tierra de monte, arena y compost (Anexo 6).

### **3.6.3 TRANSPLANTE**

El trasplante a la parcela se realizó cuando las plántulas tuvieron de 10 a 13 cm de altura, con el primer par de hojas definidas, lo cual se presentó a los 28 días después de la siembra, en campo definitivo se sembraron a una distancia de 0,5 m entre planta y 0,8 m entre hileras (Anexo 7).

### **3.6.4 APLICACIÓN DE RETENEDORES**

El hidrogel y vermicompost fueron mezclados y aplicados durante el trasplante, ubicado en la zona radicular de las plantas para que ejerzan su acción. Las aplicaciones fueron hechas de acuerdo con las dosis especificadas en la tabla 3.2. Cabe señalar que el hidrogel fue previamente hidratado por el lapso de una hora, acorde a las recomendaciones del fabricante (Anexo 7).

### **3.6.5 RIEGO**

Este proyecto se manejó bajo un sistema de goteo, que se habilitó de acuerdo con una programación de riego, calculada en base a los datos meteorológicos de la zona. Según la evaluación del coeficiente de uniformidad con la metodología de Keller y Karmeli 1974, donde la fórmula es:  $CU = 100 * ((Q \text{ med } 25\% \text{ más bajo}) / Q \text{ med total})$ , cada planta contó con 2, 5 emisores con un caudal propuesto de 1,1 litro/hora, y un caudal real de 0,7 litros/hora. Cabe señalar que al ser parte de la investigación se aplicó la mitad del requerimiento hídrico, que

corresponde a 132 mm de agua al cultivo, acorde a la programación de riego (Anexo 9).

### **3.6.6 CONTROL DE MALEZAS**

El control de malezas se manejó de forma tradicional, con un control químico, empleando productos de contacto y de baja residualidad (debido a la susceptibilidad del pimiento) como el paraquat. Considerando el nivel de daño económico (Anexo 8).

### **3.6.7 CONTROL DE PLAGAS**

El control de plagas, se hizo mediante el método químico, posterior a la determinación del umbral de daño económico, el cual evidencio la presencia de insectos chupadores como trips (*Tisanòpteros*), áfidos, y acaros (*Tetranychidae*), los cuales fueron controlados con aplicaciones de los insecticidas: Abamectin, Thiamethoxam, y Diazinon (Anexo 8).

### **3.6.8 COSECHA**

En este proyecto se consideraron dos pases de cosecha, el primero en los 120 días después del trasplante (ddt), tiempo en el cual se comprende la madurez fisiológica de los primeros frutos según Zambrano y Zambrano (2019). Y el segundo realizado a los 145 días después del trasplante, considerando que la etapa de producción estable tiene una duración estimada de 30 días según el mismo autor (Anexo 11).

## **CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES**

### **4.1 INCREMENTACION DE LA EFICACIA DEL USO DEL AGUA EN LA PRODUCCIÓN DE PIMIENTO.**

#### **4.1.1 CONTENIDO VOLUMÉTRICO DE AGUA (%)**

Para esta variable no se identificaron diferencias significativas en ninguna de las profundidades evaluadas (10 – 20 cm), sin embargo, en la profundidad uno, se destacó el tratamiento cinco (2 g/planta de hidrogel + 180 g/planta de vermicompost) como el más alto con un valor de 30,79 %, y el valor más bajo lo obtuvo el tratamiento cuatro (2 g/planta de hidrogel + 120 g/planta de vermicompost) con 25,44%. En la profundidad dos el tratamiento siete (3 g/planta de hidrogel + 120 g/planta de vermicompost) fue el mejor con 30,79 % y el valor más bajo coincidió nuevamente en el tratamiento cuatro con 26,47 por ciento. Estos resultados difieren con Aguilera, *et al.*, 2021, quienes estudiaron el efecto de polímeros sobre la productividad de uva y consideraron un riego normal y otro deficitario, midiendo esta variable a 20 cm de profundidad obtuvieron como resultado que el riego deficitario (Etc 67%) combinado con la aplicación del polímero, disminuyó el contenido volumétrico de agua en el suelo en 42,7 %, mientras que en el riego deficitario sin polímero disminuyó el contenido de agua en 55,7%, lo cual arroja un 13 % de diferencia entre los tratamientos , esto significa que los suelos con polímero retuvieron 32,63 litros de agua más por metro cubico de suelo.

#### **4.1.2 BIOMASA (g)**

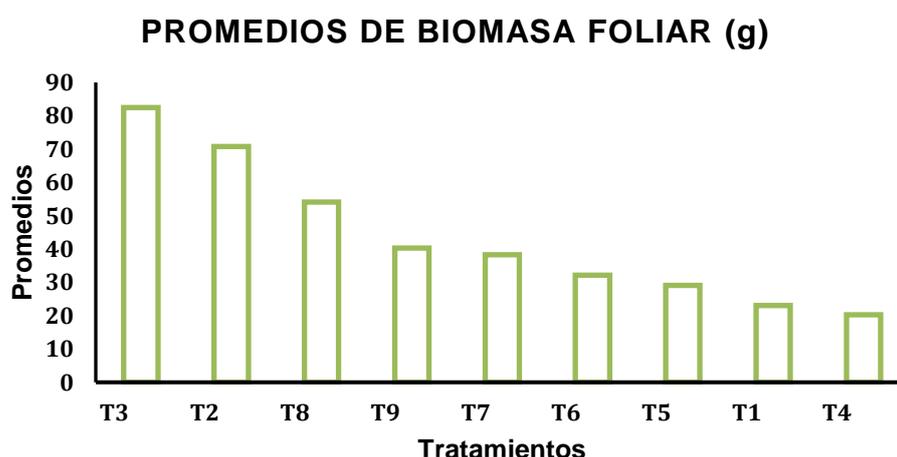
En análisis de varianza registró diferencia significativa en la biomasa del área foliar (tabla 4.1), arrojó tres categorías de tratamientos, la primera compuesta únicamente por el tratamiento tres. En la segunda se encuentran los tratamientos, dos, ocho, nueve, siete, seis y cinco, y en la última categoría están los tratamientos cuatro y uno.

**Tabla 4.1.** Promedios de la variable biomasa foliar

TRATAMIENTOS		PROMEDIOS	
T3	1 g/planta de hidrogel + 220 g/planta de vermicompost	82,48	A
T2	1 g/planta de hidrogel + 180 g/planta de vermicompost	70,78	AB
T8	3 g/planta de hidrogel + 180 g/planta de vermicompost	54,1	AB
T9	3 g/planta de hidrogel + 220 g/planta de vermicompost	40,31	AB
T7	3 g/planta de hidrogel + 120 g/planta de vermicompost	38,28	AB
T6	2 g/planta de hidrogel + 220 g/planta de vermicompost	32,2	AB
T5	2 g/planta de hidrogel + 180 g/planta de vermicompost	29,09	AB
T1	1 g/planta de hidrogel + 120 g/planta de vermicompost	23,07	B
T4	2 g/planta de hidrogel + 120 g/planta de vermicompost	20,27	B
P-Valor ANOVA		0,0003	
P-Valor Interacción		0,0146*	
CV		31,82	

NS No significativo al 0.05; \* Significativo al 0.05 1/ Medias dentro de columnas con letras distintas, difieren significativamente de acuerdo al test de Tukey al 5% de probabilidad de error

Destacándose el tratamiento tres (1 g/planta de hidrogel + 220 g/planta de vermicompost) (Gráfico 4.1). lo cual concuerda con Tittonell *et al.* (2002) quien observó que aunque los polímeros no favorecieron directamente el área foliar, si presentaron mayor superficie fotosintética Héctor *et al.* (2019), también obtuvo diferencias estadísticas en variables fisiológicas, entre ellas el número de hojas, al probar tres dosis de vermicompost, en comparación a la fertilización química y un testigo, siendo la dosis de 3 ton por ha, la que presento mejores resultados.

**Gráfico 4.1.** Promedios de biomasa área foliar (g).

En cuanto a la biomasa de la raíz no se presentó ninguna diferencia estadística, por ende, todos los tratamientos pertenecen a la misma categoría. Sin embargo, también el tratamiento tres destacó como el mejor con un valor de 9,31 g y el menor valor fue de 2,51 registrado por el tratamiento diez (2 g/planta de hidrogel)

Borda (2013, citado por Gómez, 2021) sostiene que la disponibilidad de agua y nutrientes influye directamente a las raíces de la planta, por lo cual si tiene abundancia de estos recursos no estimulará notoriamente el crecimiento de este órgano.

## **4.2 DETERMINACION DEL EFECTO DE HIDROGEL CON EL VERMICOMPOST PARA DISMINUIR EL TIEMPO DE RIEGO EN EL CULTIVO DE PIMIENTO.**

### **4.2.1 NÚMERO DE FRUTOS POR PLANTA**

Se realizaron dos pases de cosecha en los que no se encontró diferencia estadística para esta variable. En la primera cosecha la diferencia fue de un fruto, entre el máximo y mínimo, siendo los tratamientos cinco (2 g/planta de hidrogel + 180 g/planta de vermicompost), y seis (2 g/planta de hidrogel + 220 g/planta de vermicompost) los más destacados. Similar situación a la segunda cosecha donde todos los tratamientos presentaron un promedio de cuatro frutos por planta. Esto difiere con los resultados obtenidos por (Rodríguez, 2017) quien obtuvo diferencia significativa en esta misma variable, al aplicar un déficit de riego de solo el 20 por ciento, sin embargo al disminuir el riego en 50% coincide con el resultado de este trabajo, por lo cual menciona que la disminución del riego afecta el número de frutos por planta y la calidad.

### **4.2.2 LONGITUD DE FRUTOS (cm)**

En la primera cosecha no se registraron diferencias estadísticas en esta variable, sin embargo, destaca el tratamiento seis, con un promedio general de 10,7 cm. En comparación al tratamiento dos (1 g/planta de hidrogel + 180 g/planta de vermicompost) con el promedio más bajo de 9,5 cm.

En la segunda cosecha si se obtuvo diferencia estadística, con el tratamiento seis (2 g/planta de hidrogel + 220 g/planta de vermicompost), como el más destacado con un promedio de 11,9 cm, mientras que el tratamiento uno (1 g/planta de hidrogel + 120 g/planta de vermicompost), registro 9,3 cm en promedio siendo el valor más bajo (Tabla 4.2), coincidiendo con Figueroa *et al.* (2020) quienes en su trabajo de evaluación de dosis de hidrogel obtuvieron diferencia estadística con 13,3 cm como valor más bajo y 14,2 cm como máximo valor. Cedeño *et al.* (2020), también obtuvieron resultados positivos al comparar tres dosis de vermicompost con la fertilización química donde si bien el manejo

químico arrojó resultados más altos, la dosis de 1:30 de disolución de vermicompost estuvo a la par de esta, evidenciando que el efecto del vermicompost en desarrollo y producción de pimiento es importante.

**Tabla 4.2:** Promedios de la variable Longitud de fruto segunda cosecha.

TRATAMIENTOS		PROMEDIOS	
T6	2 g/planta de hidrogel + 220 g/planta de vermicompost	11,9	A
T3	1 g/planta de hidrogel + 220 g/planta de vermicompost	10,16	AB
T7	3 g/planta de hidrogel + 120 g/planta de vermicompost	10,04	AB
T8	3 g/planta de hidrogel + 180 g/planta de vermicompost	9,9	B
T5	2 g/planta de hidrogel + 180 g/planta de vermicompost	9,89	B
T9	3 g/planta de hidrogel + 220 g/planta de vermicompost	9,87	B
T2	1 g/planta de hidrogel + 180 g/planta de vermicompost	9,86	B
T4	2 g/planta de hidrogel + 120 g/planta de vermicompost	9,76	B
T1	1 g/planta de hidrogel + 120 g/planta de vermicompost	9,3	B
P- Valor ANOVA		0,0046	
P-Valor Interacción		0,0479*	
CV		6,57	

NS No significativo al 0.05; \* Significativo al 0.05 1/ Medias dentro de columnas con letras distintas, difieren significativamente de acuerdo al test de Tukey al 5% de probabilidad de error

#### 4.2.3 DIÁMETRO DE FRUTO (cm)

Como resultado para esta variable, no se registraron diferencias estadísticas en la primera cosecha. Misma situación para la segunda cosecha donde ninguno de los tratamientos destacó, con lo cual todos pertenecen a la misma categoría. Diferenciándose con el criterio emitido por Figuero *et al.* (2020) quienes señalan diferencias estadísticas para esta variable en su trabajo con 5,4 cm como mínimo y 5,9 cm como valor máximo.

En la primera evaluación, el valor más alto fue registrado por el tratamiento dos (1 g/planta de hidrogel + 180 g/planta de vermicompost) y seis (2 g/planta de hidrogel + 220 g/planta de vermicompost) con 5,5 cm y el valor más bajo fue 4,6 cm en el tratamiento nueve (3 g/planta de hidrogel + 220 g/planta de vermicompost). Esta situación se adjudica al efecto del vermicompost ya que, es un estimulante en el desarrollo vegetal y rendimiento de un buen número de cultivos, especialmente de las de ciclo corto, además influye en el incremento de la microbiota del suelo y aporta fitohormonas (sustancias estimuladoras del desarrollo vegetativo), mejorando la fertilidad del suelo, a pesar de que estos estén afectados. Reyes, *et al.* (2017) y Quiñonez, *et al.* (2020), quienes probaron

cuatro fuentes de fertilización orgánicas entre ellas vermicompost, con la cual obtuvieron como resultado el aumento de 7,96 mm en el diámetro de los frutos.

#### 4.2.4 PESO DE FRUTOS (g)

El peso de frutos no presentó diferencia estadística en su primera evaluación. No obstante, el tratamiento seis (2 g/planta de hidrogel + 220 g/planta de vermicompost) obtuvo el valor más alto con un promedio de 85,38 gramos, mientras que el tratamiento dos (1 g/planta de hidrogel + 180 g/planta de vermicompost) fue el valor más bajo con 58,42 gramos en promedio.

En la segunda cosecha se obtuvo diferencia estadística, identificándose dos categorías de tratamientos (tabla 4.3) siendo el tratamiento seis el único perteneciente a la categoría A, Y los tratamientos tres, cinco, uno, dos, siete, ocho, cuatro y nueve son de la categoría B.

**Tabla 4.3:** Promedios de la variable Peso de fruto (g).

TRATAMIENTOS		PROMEDIOS	
T6	2 g/planta de hidrogel + 220 g/planta de vermicompost	114,88	A
T5	2 g/planta de hidrogel + 180 g/planta de vermicompost	97,15	B
T3	1 g/planta de hidrogel + 220 g/planta de vermicompost	96,32	B
T1	1 g/planta de hidrogel + 120 g/planta de vermicompost	93,67	B
T2	1 g/planta de hidrogel + 180 g/planta de vermicompost	91,97	B
T7	3 g/planta de hidrogel + 120 g/planta de vermicompost	91,69	B
T8	3 g/planta de hidrogel + 180 g/planta de vermicompost	91,55	B
T4	2 g/planta de hidrogel + 120 g/planta de vermicompost	90,96	B
T9	3 g/planta de hidrogel + 220 g/planta de vermicompost	89,55	B
P-Valor ANOVA		0,0003	
P-Valor Interacción		0,0013*	
CV		4,74	

NS No significativo al 0.05; \* Significativo al 0.05 1/ Medias dentro de columnas con letras distintas, difieren significativamente de acuerdo al test de Tukey al 5% de probabilidad de error

En el Gráfico 4.2, se observa al tratamiento seis, como el mejor con un promedio de 114,9 gramos, lo cual concuerda con lo afirmado por Figueroa; Soliz *et al.* (2020) quienes en su estudio obtuvieron rangos de  $94 \pm 8,26$  g siendo el valor más bajo y como valor más alto  $106 \pm 3,74$  g, representando una diferencia estadística ( $p > 0.05$ ). Cedeño, et al. (2020), probaron tres dosis de lixiviados de vermicompost comparados con fertilización química y un testigo donde obtuvieron que la dosis de 1:30 (dilución), incremento el rendimiento en 1, 28 ton/ha por encima de la fertilización química. Confirmando así la influencia del vermicompost en los resultados de esta investigación.

**Gráfico 4.2.** Promedios del peso de frutos (g)



### 4.3 COSTO DE PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE PIMIENTO CON LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS RETENEDORES DE HUMEDAD.

#### 4.3.1 ANÁLISIS ECONÓMICO

El análisis económico se realizó evaluando los nueve tratamientos en comparación al testigo absoluto, bajo la metodología del Centro Internacional de Mejoramiento Maíz y Trigo (CIMMYT, 1988), misma que considera indicadores como beneficios bruto y neto, costo del agua y ganancias. Del cual se obtuvo un beneficio neto de 37416,81 USD/ha en el tratamiento seis y 14681,70USD/ha en el testigo absoluto.

**Tabla 4.4.** Análisis económico

Tratamientos	Rendimiento (kg/ha)	Rendimiento ajustado al 10%	Beneficio bruto (USD)	Costo del agua	Beneficio neto (USD/ha)
Tratamiento 6	41720,8	37548,8	23280,23	132	37416,81
Testigo absoluto	18659,7	16793,7	10412,09	2112,0	14681,70
Tratamiento 1	32718,8	29446,9	18257,06	132	29314,94
Tratamiento 2	31331,3	28198,1	17482,84	132	28066,19
Tratamiento 3	35114,6	31603,1	19593,94	132	31471,19
Tratamiento 4	33077,1	29769,4	18457,01	132	29637,44
Tratamiento 5	35760,4	32184,4	19954,31	132	32052,44
Tratamiento 7	33012,5	29711,3	18420,98	132	29579,31
Tratamiento 8	33195,8	29876,3	18523,28	132	29744,31
Tratamiento 9	31670,8	28503,8	17672,33	132	28371,81

Valor del Kg. de pimiento \$0,62
Valor del m3 de agua \$1

## **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

- Se incrementó la eficacia del uso del agua en la producción de pimiento, al disminuir al 50 % el tiempo de riego, que corresponde a 132 mm de agua acorde a la programación, sin afectar su rendimiento.
- Se determinó que el efecto del hidrogel con el vermicompost en dosis de 2 g/planta de hidrogel + 220 g/planta de vermicompost (tratamiento seis) logró mantener los estándares de producción, disminuyendo el tiempo de riego en el cultivo de pimiento.
- Al calcular el costo de producción con la implementación de los retenedores de humedad, se determinó que no se incrementó drásticamente, en relación al manejo tradicional de esta plantación.

### **RECOMENDACIONES**

- Se recomienda realizar más investigaciones al respecto del uso del hidrogel en cultivos de importancia económica de la zona, probando diferentes frecuencias de riego, aplicaciones del polímero en diferentes etapas climatológicas y bajo condiciones geográficas de pendientes.

La implementación del retenedor de humedad combinado con el vermicompost, presentan mejores resultados que en acción individual por lo que esta metodología de aplicación resulta conveniente para agricultores de la zona.

## BIBLIOGRAFÍAS

- Aenverde. (2019). El mercado del pimiento en el mundo. <https://www.aenverde.es/el-mercado-del-pimiento-en-el-mundo/#:~:text=China%20es%20el%20mayor%20productor,tercer%20mayor%20exportador%20del%20mundo.>
- AGROPINOS. (2019). Sistemas de riego por gravedad para jardines. <https://www.agropinos.com/sistemas-de-riego-por-gravedad>
- Aguilera, E., Chandía, N., Needham, P. y Álvarez C. (2021). Efecto de polímeros algales sobre la productividad de uva de mesa bajo condiciones de riego deficitario. Chile. Información Tecnológica – Vol. 32(5), 29-36 <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642021000500029>
- Aliaga, C. (2019). Tratamiento convencional de fungosis del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) en Salaverry – La Libertad. Universidad Nacional de Cajamarca, facultad de ciencias agrarias. p 83
- Álvarez. F y Pino. M. (2018). Aspectos generales del manejo del cultivo de pimiento en Chile. Instituto de investigación agropecuaria (INIA).
- Borbor. A y Suárez. G. (2007). Producción de tres híbridos de pimiento (*Capsicum annuum* L.) a partir de semillas sometidas a imbibición e imbibición más campo magnético en el campo experimental río verde, cantón Santa Elena. Ecuador. Tesis ingeniero agropecuario. Universidad Estatal Península de Santa Elena. Repositorio UPSE.
- Buñay, C. (2017). Etapas fenológicas del cultivo del pimiento (*Capsicum annuum*. L) var. Verde, bajo las condiciones climáticas del Cantón General Antonio Elizalde (Bucay) Provincia del Guayas. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25090/1/tesis%20024%20Ingenier%c3%ada%20Agropecuaria%20-%20Bu%c3%b1ay%20Christian%20-%20cd%20024.pdf>
- Caizapato, G. (2019). Evaluación del rendimiento del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad crespita salad con retenedores de agua en Tocachi –

- Pichincha y San José de Chaltura – Imbabura. Titulación de Ingeniero agropecuario. Universidad Técnica del Norte. Repositorio UTN. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/9780>
- Camiletti. J. (2016). Estudio del vermicompostaje de compost d residuos orgánicos de distinta naturaleza. Universidad Miguel Hernández. Elche, España. p 60 <http://dspace.umh.es/bitstream/11000/2820/1/TFM%20Camiletti%20Morales%2C%20Justin.pdf>
- Cedeño. C, Torres. A y Héctor. E. (2020). Respuestas de crecimiento, contenido de clorofila y rendimiento a la aplicación de lixiviado de vermicompost de estiércol bovino en el pimiento (*Capsicum annuum* L.) híbrido quetzal. Ecuador. La tecina: revista de agociencias. Edición especial. E – ISSN 2474 - 8982
- Cenicaña. (2015). Riego por surcos. Cenicaña.<https://www.cenicana.org/riego-por-surcos/>
- Díaz, P (2022). Uso de hidrogel en el cultivo de pachaco (*Schizolobium parahybum*). Universidad Técnica De Babahoyo Facultad De Ciencias Agropecuarias Carrera De Ingeniería Agronómica. Quito, Ecuador. Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/13159/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000432.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- DIGEBIS. (2018). Retenedores de agua para plantas y árboles. Disponible en <https://www.digebis.com/blog/retenedores-agua-plantas-arboles/>
- EL COMERCIO. (2011). Cuatro clases de pimientos se cosechan en esta época. Ecuador. EL comercio. Disponible en:<https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/cuatro-clases-de-pimientos-se.html>
- Endara, S. (2017). Evaluación del rendimiento del cultivo de pimiento (*Capsicum anuum* L.) bajo tres niveles de fertilización química y tres distanciamientos de siembra. (Tesis de grado). Universidad Técnica de Babahoyo. Repositorio UTB <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/3218>

- Figuroa Soliz, F. F., Andrade Almeida, J. A., Santana Sornoza, J. W y Mendéz Ceballos, C. Y. (2020) Evaluación de diferentes niveles de hidrogel en el cultivo de pimiento (*Capsicum annum L.*) para prolongar los periodos de riego. Revista Científica Sapientiae. 3(6) 52-64.
- Figuroa. F., Andrade. J., Santana. J y Menéndez. C. (2020). Evaluación de diferentes niveles de hidrogel en el cultivo de pimiento (*capsicum annum l.*) para prolongar los periodos de riego. Revista Científica Multidisciplinaria SAPIENTIAE. ISSN: 2600-6030., 3(6), 52-64
- Gómez, G. (2021). Efecto de dos enmiendas retentivas de humedad con dos frecuencias en riego por goteo para el cultivo pimiento en invernadero. Tesis para optar el título de ingeniero agrícola. 148. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/5098>
- Guato, M. (2017). Evaluación del rendimiento de tres híbridos de pimiento (*Capsicum annum L.*) a las condiciones agroclimáticas de la comunidad la clementina, Parroquia Pelileo, Cantón Pelileo, Provincia de Tungurahua. (Tesis de grado). Carrera De Ingeniería Agronómica. Universidad Técnica De Ambato. Repositorio uta. <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/24996>
- Héctor, E., Zambrano, D., Torres, A., Fosado, O., y León R. (2019). Influencia del vermicompost sobre variables fisiológicas y el rendimiento en pimiento (*Capsicum annum L*) híbrido Quetzal. Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad Técnica de Manabí, Ecuador. INTI. P 1533-1538 [https://www.researchgate.net/publication/334063686\\_Influencia\\_del\\_vermicompost\\_sobre\\_variables\\_fisiologicas\\_y\\_el\\_rendimiento\\_en\\_pimiento\\_Capsicum\\_annuum\\_L\\_hibrido\\_Quetzal](https://www.researchgate.net/publication/334063686_Influencia_del_vermicompost_sobre_variables_fisiologicas_y_el_rendimiento_en_pimiento_Capsicum_annuum_L_hibrido_Quetzal)
- Herrera, R. (2016). Incidencia en la producción del cultivo de pimiento (*Capsicum annum L.*) con la aplicación de diferentes láminas de riego por goteo en la zona de Quinsaloma 2015. (Tesis de pregrado). Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Ecuador. Repositorio Uteq. <http://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/1936>

- Instituto nacional de meteorología e hidrología. (2018). Boletín informático decadal. (PUB.2018-P).  
[http://www.serviciometeorologico.gob.ec/meteorologia/boletines/bol\\_dec.pdf](http://www.serviciometeorologico.gob.ec/meteorologia/boletines/bol_dec.pdf)
- Liotta, M., Carrión, R., Ciancaglini, N., y Olgúin, A. (2015). riego por goteo. Manual de capacitación. 1ra ed. Edición especial. INTA.  
[https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta\\_manual\\_riego\\_por\\_goteo.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_manual_riego_por_goteo.pdf)
- Loor, J., y Bravo, L. (2021) efecto del hidrogel y vermicompost sobre la productividad del pasto cuba om-22 (*Pennisetum purpureum x P. glaucum*) en época seca [Título de grado, Universidad Técnica Agropecuaria “Manuel Feliz López”].  
<http://190.15.136.145/bitstream/42000/1437/1/TTA15D.pdf>
- Margulis, L., y Sagan, D. (2008). El proceso de nutrición en las plantas. Fundamentos de fisiología vegetal, 242-258.
- Mendoza, M. (2020) Incidencia de la fertilización nitrogenada sobre el crecimiento y producción del pimiento (*Capsicum annum L.*) [Tesis de titulación, Universidad Técnica de Machala]  
<http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/16141/1/TTUACA-2020-IA-DE00024.pdf>
- Murillo, R., Piedra, G., y León, R. (2013). Absorción de agua através de la hoja. Revista Unicencia 12(1) 232-244.  
<https://www.redalyc.org/pdf/4759/475947762013.pdf>
- Obregón, V., Flores, C., Lafi, J., Balatti, P., y Wolcan, S. (2018). Manual técnico en tomate y pimiento. Bella vista. Syngenta. Colombia.  
[https://www.syngenta.com.ar/sites/g/files/zhg331/f/2020/07/03/manual\\_tecnico\\_miravis\\_top\\_en\\_tomate\\_y\\_pimiento2\\_folleto.pdf](https://www.syngenta.com.ar/sites/g/files/zhg331/f/2020/07/03/manual_tecnico_miravis_top_en_tomate_y_pimiento2_folleto.pdf)
- Pedroza, A., Yáñez, G., Sánchez, I., y Samaniego, G. (2015) Efecto del hidrogel y vermicompost en la producción de maíz. Revista Fitotecnia 38 (4) 375-381. <https://www.redalyc.org/pdf/610/61043041005.pdf>

- Piza, E. (2021). Los polímeros como retenedores de agua en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*) bajo condiciones controladas. Universidad de Guayaquil, Facultad de ciencias agrarias. Guayaquil, Ecuador. p 51.
- Pozo, M. (2021) Estudio del efecto del hidrogel en diferentes tipos de cultivos de importancia económica [tesis de titulación, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/6304/1/UPSE-TIA-2021-0036.pdf>
- Quiñonez, J., Tandazo, J., y Arias, J. (2020). Producción de pimiento (*Capsicum annum L.*) mediante la aplicación de abonos orgánicos. Ecuador. Revista ciencia e investigación. E-ISSN: 2528 – 8083. Vol. 5, 3. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7527770>
- Ramírez, A., Benitez, J., Rojas de Astudillo, L., y Rojas de Gáscue, B. (2016) Materiales polímeros de tipo hidrogeles revisión sobre su caracterización mediante FTIR, DSC, MEB Y MET. Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales, 36 (2): 108-130 <http://ve.scielo.org/pdf/rlmm/v36n2/art02.pdf>
- Reyes, J., Ricardo, L., Murillo, M., Reyes, D., Zambrano, B., y Vázquez, V. (2017). Fertilización con abonos orgánicos en el pimiento (*Capsicum annum L.*) y su impacto en el rendimiento y sus componentes. Centro Agrícola, Ctro. Agr. vol.44 no. (4), 88-94.
- Ríos, E. (2022). Evaluación del efecto del riego por pulsación en el rendimiento de pimiento (*Capsicum annum L.*) en el CADET. Universidad Central del Ecuador. Quito. Ecuapoor. P 45.
- Rivera, J. (2020). Evaluación del comportamiento del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*) y eficiencia del uso de agua utilizando poliacrilato de potasio en la granja experimental la pradera, Imbabura. (Tesis previo a Titulación de Ingeniero agropecuario). Universidad Técnica del Norte.Repositorio unt. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/10465>
- Rivera, R., y Mesías, F. (2018) Absorción de agua de hidrogel de uso agrícola y su humedecimiento en tres tipos de suelo. Revista de la Facultad de

Ciencias Agrarias Uncuyo. 50(20) 15-21.  
<http://www.scielo.org.ar/pdf/refca/v50n2/v50n2a02.pdf>

Rodríguez, P. (2017). Ensayo de tres variedades de pimiento (*Capsicum annuum* L.) de tipo Lamuyo en dos tipos de invernaderos y en distintos sistemas de cultivo. (Tesis de grado). Escuela Politécnica Superior De Ingeniería Sección De Ingeniería Agrícola. Repositorio ull.  
<http://riull.ull.es/xmlui/handle/915/6348>

Sánchez, J. (2021) Comportamiento morfo-agroproductivo de diferentes cultivares de pimiento (*Capsicum annum* L.) en la parroquia de Victoria. [Tesis de titulación, Universidad Técnica de Machala]  
<http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/16568/1/TTUACA-2021-IA-DE00034.pdf>

Saraguay, S. (2020) Densidad de siembra y aplicación foliar en el cultivo de pimiento (*Capsicum anniim* L.) bajo dos sistemas de tutorio [tesis de titulación, Universidad Agraria del Ecuador].  
<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/SARAGUAYO%20ORMAZA%20STEEVEN%20BYRON.pdf>

Toctaguano, V. (2019). Evaluación del efecto del poliacrilato de potasio sobre la productividad del cultivo de papa chaucha, en suelos del CADER. (Trabajo de titulación previo a la obtención del Título de Ingeniero Agrónomo). Universidad Central del Ecuador. Repositorio uce.  
<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/17854>

TRAXCO. (2016). Cultivo de pimiento. TRAXCO, componente de riego por pivot. Disponible en <https://www.traxco.es/blog/produccion-agricola/cultivo-de-pimiento>

Vaca, J. (2021) Producción y comercialización del pimiento marrón (*Capsicum annuum* L.) en la provincia de Imbabura [tesis de titulación, Universidad técnica del norte]  
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/11122/2/03%20AGN%20079%20TRABAJO%20GRADO.pdf>

- Villegas, V y Iainés, J (2017). Vermicompostaje: I avances y estrategias en el tratamiento de residuos sólidos orgánicos. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. s Vol.8 Núm.2. p. 393-406: <https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v8n2/2007-0934-remexca-8-02-393-en.pdf>
- Yáñez, L., Pedroza, A., Martínez, M., Sánchez, I., Echavarría, F., Velásquez, M., y López, A. (2018). Uso de retenedores de humedad edáfica en la sobrevivencia y crecimiento de dos especies de pastos *Bouteloua curtipendula* [Michx.] Torr. y *Chloris gayana* Kunth. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias Volumen 9 Número 4. P 703-718.
- Zambrano, A y Zambrano, F. (2019). Efecto del riego deficitario en la etapa de desarrollo del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.). (Tesis de grado). Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, extensión Chone. Agropecuario. Repositorio uleam. <https://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/2298>

# ANEXOS

## ANEXO 1. Muestreo de suelo



## ANEXO 2. Análisis de suelo

Quevedo - Ecuador Telef: 052 783044 sus.los.retp@inmap.gob.ec

### REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO						DATOS DE LA PROPIEDAD						PARA USO DEL LABORATORIO			
Nombre : Valdivieso Lopez Cristian Sergio						Nombre : ESPAM						Cultivo Actual :			
Dirección :						Provincia : Manabi						N° de Reporte : 5707			
Ciudad : Calceta						Cantón : Calceta						Fecha de Muestreo : 03/06/2019			
Teléfono :						Parroquia :						Fecha de Ingreso : 03/06/2019			
Fax :						Ubicación :						Fecha de Salida : 17/06/2019			

N° Muest.	meq/100ml			dS/m	(%)	Ca	Mg	Ca+Mg	meq/100ml	(meq/l)½	ppm	Textura (%)			Clase Textural
	Al+H	Al	Na									Arena	Limo	Arcilla	
Laborat.				C.E.	M.O.	Mg	K	K	Σ Bases	RAS	Cl				
95260				6,2	A	9,5	2,20	23,08	21,91			24	37	39	Franco-Arcilloso

INTERPRETACION				ABREVIATURAS		METODOLOGIA USADA	
Al+H, Al y Na	C.E.		M.O. y Cl		C.E.	Conductimetro	
B = Bajo	NS = No Salino	S = Salino	B = Bajo	M.O.	Titulación de Weikley-Blaal		
M = Medio	LS = Lig. Salino	MS = Muy Salino	M = Medio	RAS	Titulación con NaOH		
T = Tóxico			A = Alto				

**RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUA**

**RESPONSABLE LABORATORIO**



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"  
 LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS  
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme, Apartado 24  
 Quevedo - Ecuador Telef: 052 783044 suelos@iniap.gob.ec

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

<b>DATOS DEL PROPIETARIO</b> Nombre : Valdivieso Lopez Cristian Sergio Dirección : Ciudad : Calceta Teléfono : Fax :		<b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b> Nombre : ESPAM Provincia : Manabi Cantón : Calceta Parroquia : Ubicación :		<b>PARA USO DEL LABORATORIO</b> Cultivo Actual : N° Reporte : 5707 Fecha de Muestras : 03/06/2019 Fecha de Ingreso : 03/06/2019 Fecha de Salida : 17/06/2019	
---	--	--	--	---	--

N° Muest.	Datos del Lote		pH	ppm		meq/100ml					ppm				
	Identificación	Area		NH4	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B	
95260	Muestra 1		6,7 <b>PN</b>	16 <b>B</b>	26 <b>A</b>	0,91 <b>A</b>	19 <b>A</b>	2,0 <b>M</b>	10 <b>M</b>	2,1 <b>M</b>	6,1 <b>A</b>	156 <b>A</b>	38,8 <b>A</b>	0,71 <b>M</b>	



INTERPRETACION					METODOLOGIA USADA	EXTRACTANTES
pH					pH = Suelo agua (1:2,5)	Clor. Modificado
Elementos: de N a B					N,P,B = Colorimetria	N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn
MAc = Muy Acido LAc = Liger. Acido LAI = Liger. Alcalino RC = Requiere Cal B = Bajo					S = Turbidimetria	Fosfato de Calcio Monobásico
Ac = Acido PN = Prat. Neutr. MeAl = Media Alcalino M = Medio					K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn = Absorción atómica	RS
MeAc = Media Acido N = Neutr. Al = Alcalino A = Alto						

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

### ANEXO 3. Limpieza del terreno



## ANEXO 4. Medición del terreno



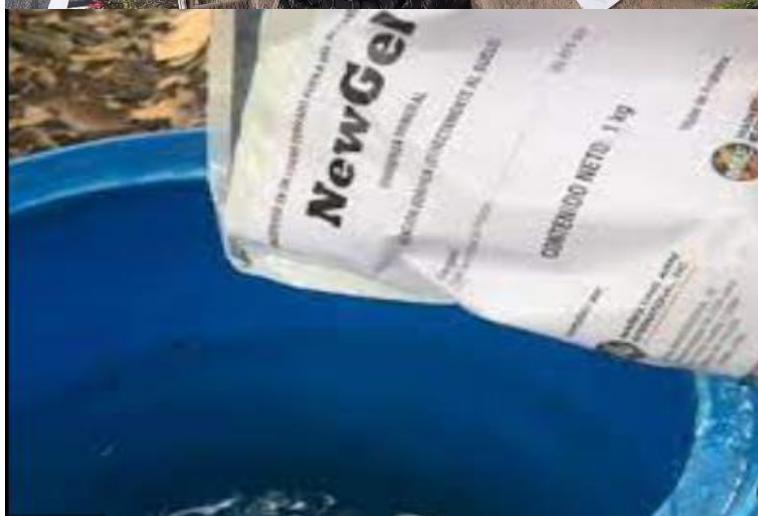
## ANEXO 5. Instalación del sistema de riego



## ANEXO 6. Plántulas en vivero



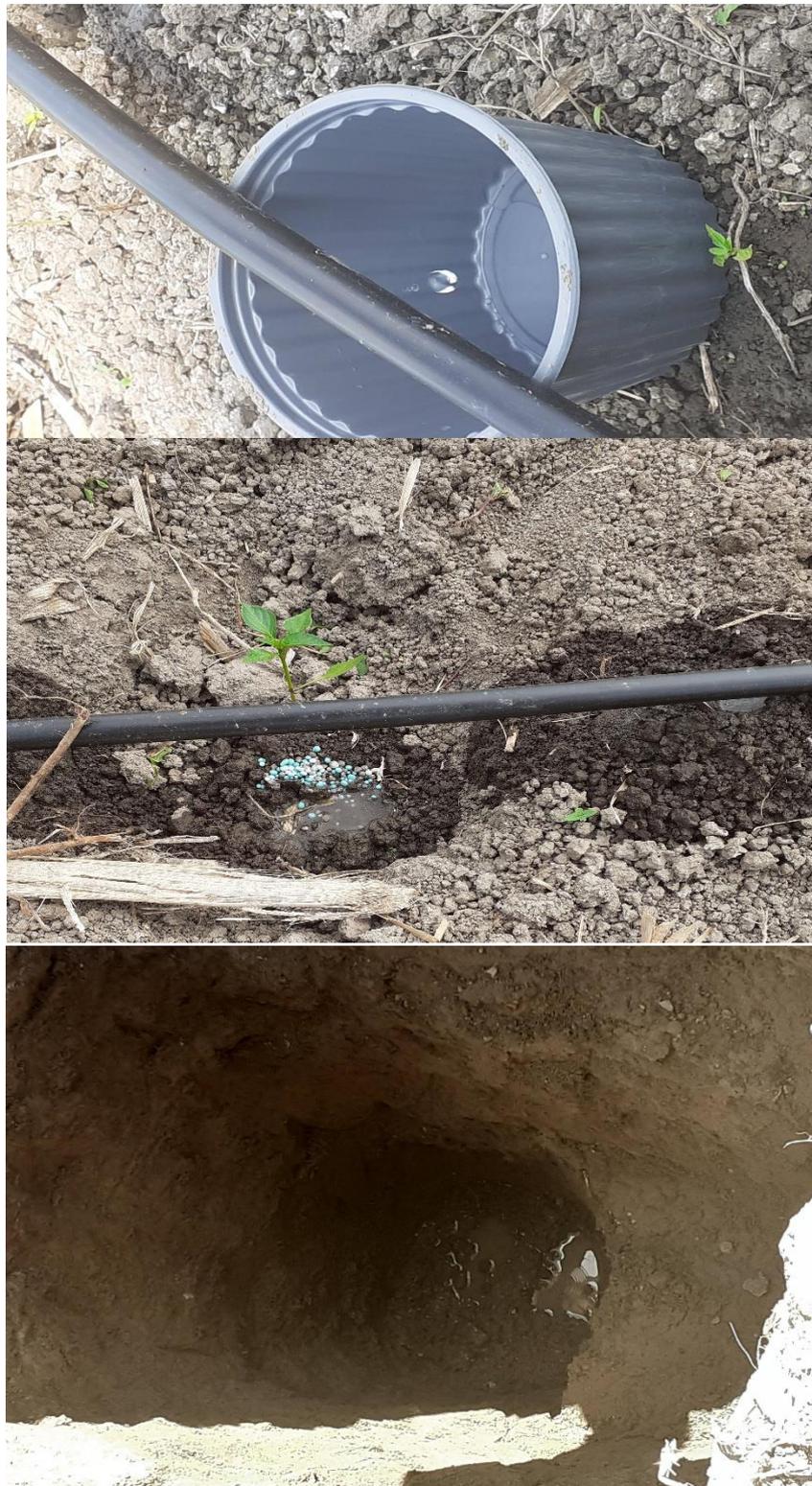
## ANEXO 7. Siembra, hidrogel y vermicompost



## ANEXO 8. Control de plagas, malezas y fertilización



## ANEXO 9. Evaluación del sistema de riego, riego y nivel freático



## ANEXO 10. Programación de riego

	PRECIPITACION	factor de presipitacion	presipitacion efectiva	Dr inicial	Dr final	Riego	100%		50%	
							NTr (necesidad total de riego)	TIEMPO DE RIEGO goteo (HORAS)	NTr (necesidad total de riego)	TIEMPO DE RIEGO goteo (HORAS)
16-jul	0,00	0,61	0,00	0	1,78	0	0	0,00	0	0
17-jul	0,05	0,61	0,03	2	3,58	0	0	0,00	0	0
18-jul	0,00	0,61	0,00	4	5,48	0	0	0,00	0	0
19-jul	0,28	0,61	0,17	5	6,86	0	0	0,00	0	0
20-jul	0,22	0,61	0,13	7	8,46	0	0	0,00	0	0
21-jul	0,15	0,61	0,09	8	10,08	0	0	0,00	0	0
22-jul	0,00	0,61	0,00	10	11,47	0	0	0,00	0	0
23-jul	0,03	0,61	0,02	11	13,23	12,5	13,888889	0,98	6,94444444	0,49887385
24-jul	0,00	0,61	0,00	1	2,30	0	0	0,00	0	0
25-jul	0,33	0,61	0,20	2	4,09	0	0	0,00	0	0
26-jul	0,00	0,61	0,00	4	5,70	0	0	0,00	0	0
27-jul	0,00	0,61	0,00	6	7,46	0	0	0,00	0	0
28-jul	0,00	0,61	0,00	7	9,14	0	0	0,00	0	0
29-jul	0,00	0,61	0,00	9	10,81	0	0	0,00	0	0
30-jul	0,00	0,61	0,00	11	12,60	12,5	13,888889	0,98	6,94444444	0,49887385
31-jul	0,07	0,61	0,04	0	1,91	0	0	0,00	0	0
1-ago	0,00	0,61	0,00	2	3,45	0	0	0,00	0	0
2-ago	0,00	0,61	0,00	3	5,49	0	0	0,00	0	0
3-ago	0,00	0,61	0,00	5	7,35	0	0	0,00	0	0
4-ago	0,27	0,61	0,16	7	9,05	0	0	0,00	0	0
5-ago	0,00	0,61	0,00	9	10,60	0	0	0,00	0	0
6-ago	0,00	0,61	0,00	11	12,47	0	0	0,00	0	0
7-ago	0,07	0,61	0,04	12	14,42	12,5	13,888889	0,98	6,94444444	0,49887385
8-ago	0,00	0,61	0,00	2	4,05	0	0	0,00	0	0
9-ago	0,00	0,61	0,00	4	5,79	0	0	0,00	0	0
10-ago	0,33	0,61	0,20	6	7,88	0	0	0,00	0	0
11-ago	0,00	0,61	0,00	8	9,67	0	0	0,00	0	0
12-ago	0,00	0,61	0,00	10	11,78	0	0	0,00	0	0
13-ago	0,03	0,61	0,02	12	13,74	12,5	13,888889	0,98	6,94444444	0,49887385
14-ago	0,00	0,61	0,00	1	3,58	0	0	0,00	0	0
15-ago	0,00	0,61	0,00	4	5,96	0	0	0,00	0	0
16-ago	0,00	0,61	0,00	6	8,53	0	0	0,00	0	0
17-ago	0,00	0,61	0,00	9	11,07	0	0	0,00	0	0
18-ago	0,00	0,61	0,00	11	13,94	12,5	13,888889	0,98	6,94444444	0,49887385
19-ago	0,18	0,61	0,11	1	4,60	0	0	0,00	0	0
20-ago	0,00	0,61	0,00	4	7,21	0	0	0,00	0	0
21-ago	0,12	0,61	0,07	7	9,87	0	0	0,00	0	0
22-ago	0,20	0,61	0,12	10	12,50	12,5	13,888889	0,98	6,94444444	0,49887385
23-ago	0,00	0,61	0,00	0	2,75	0	0	0,00	0	0
24-ago	0,00	0,61	0,00	3	5,92	0	0	0,00	0	0
25-ago	0,38	0,61	0,24	6	9,36	0	0	0,00	0	0
26-ago	0,25	0,61	0,15	9	12,50	12,5	13,888889	0,98	6,94444444	0,49887385
27-ago	0,00	0,61	0,00	0	3,12	0	0	0,00	0	0
28-ago	0,00	0,61	0,00	3	6,48	0	0	0,00	0	0
29-ago	0,00	0,61	0,00	6	10,16	0	0	0,00	0	0
30-ago	0,00	0,61	0,00	10	13,49	12,5	13,888889	0,98	6,94444444	0,49887385
31-ago	0,27	0,61	0,16	1	4,18	0	0	0,00	0	0
1-sep	0,00	0,61	0,00	4	7,90	0	0	0,00	0	0
2-sep	0,38	0,61	0,24	8	11,12	0	0	0,00	0	0
3-sep	0,25	0,61	0,15	11	14,41	12,5	13,888889	0,98	6,94444444	0,49887385
4-sep	0,00	0,61	0,00	2	5,22	0	0	0,00	0	0
5-sep	0,25	0,61	0,15	5	8,55	0	0	0,00	0	0
6-sep	0,00	0,61	0,00	8	11,98	0	0	0,00	0	0
7-sep	0,12	0,61	0,07	12	15,20	12,5	13,888889	0,98	6,94444444	0,49887385
8-sep	0,00	0,61	0,00	3	6,26	0	0	0,00	0	0
9-sep	0,00	0,61	0,00	6	9,39	0	0	0,00	0	0
10-sep	0,10	0,61	0,06	9	13,28	12,5	13,888889	0,98	6,94444444	0,49887385
11-sep	0,00	0,61	0,00	1	4,45	0	0	0,00	0	0
12-sep	0,00	0,61	0,00	4	7,28	0	0	0,00	0	0
13-sep	0,00	0,61	0,00	7	10,71	0	0	0,00	0	0
14-sep	0,00	0,61	0,00	11	14,20	12,5	13,888889	0,98	6,94444444	0,49887385
15-sep	0,05	0,61	0,03	2	5,54	0	0	0,00	0	0
16-sep	0,02	0,61	0,01	6	9,39	0	0	0,00	0	0
17-sep	0,00	0,61	0,00	9	13,36	12,5	13,888889	0,98	6,94444444	0,49887385
18-sep	0,07	0,61	0,04	1	4,29	0	0	0,00	0	0
19-sep	1,27	0,61	0,78	4	7,64	0	0	0,00	0	0
20-sep	0,02	0,61	0,01	7	9,82	0	0	0,00	0	0
21-sep	0,00	0,61	0,00	10	13,06	12,5	13,888889	0,98	6,94444444	0,49887385
22-sep	0,00	0,61	0,00	1	3,95	0	0	0,00	0	0
23-sep	0,00	0,61	0,00	4	7,19	0	0	0,00	0	0
24-sep	0,00	0,61	0,00	7	10,31	0	0	0,00	0	0
25-sep	0,07	0,61	0,04	10	13,84	12,5	13,888889	0,98	6,94444444	0,49887385
26-sep	0,00	0,61	0,00	1	4,89	0	0	0,00	0	0
27-sep	0,00	0,61	0,00	5	8,45	0	0	0,00	0	0
28-sep	0,00	0,61	0,00	8	12,66	12,5	13,888889	0,98	6,94444444	0,49887385
29-sep	0,03	0,61	0,02	0	3,57	0	0	0,00	0	0
30-sep	0,00	0,61	0,00	4	6,94	0	0	0,00	0	0
1-oct	0,00	0,61	0,00	7	10,06	0	0	0,00	0	0
2-oct	0,02	0,61	0,01	10	13,66	12,5	13,888889	0,98	6,94444444	0,49887385
3-oct	0,00	0,61	0,00	1	4,57	0	0	0,00	0	0
4-oct	0,00	0,61	0,00	5	7,71	0	0	0,00	0	0
5-oct	0,00	0,61	0,00	8	11,12	0	0	0,00	0	0
6-oct	0,00	0,61	0,00	11	14,45	12,5	13,888889	0,98	6,94444444	0,49887385
7-oct	0,00	0,61	0,00	2	5,61	0	0	0,00	0	0
8-oct	0,00	0,61	0,00	6	8,70	0	0	0,00	0	0
9-oct	0,06	0,61	0,04	9	12,04	0	0	0,00	0	0
10-oct	0,12	0,61	0,07	12	15,21	12,5	13,888889	0,98	6,94444444	0,49887385
11-oct	0,00	0,61	0,00	3	6,10	0	0	0,00	0	0
12-oct	0,10	0,61	0,06	6	8,98	0	0	0,00	0	0
13-oct	0,16	0,61	0,10	9	11,54	0	0	0,00	0	0

## ANEXO 11. Evaluación de las variables de respuesta

