



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS



CARRERA DE AGRONOMÍA

**Evaluación del hidrolato de cola de caballo para la producción de plántulas de
pimiento (*Capsicum annuum*).**

**DOCUMENTO FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN COMO
REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE INGENIERO AGRÓNOMO**

AUTOR:

Kerly Yadira Malla Rodriguez

TUTOR:

ING. José Hernán Zurita Vásquez

CEVALLOS, 2024

**Evaluación del hidrolato de cola de caballo para la producción de
plántulas de pimiento (*Capsicum annuum*).**

REVISADO POR:



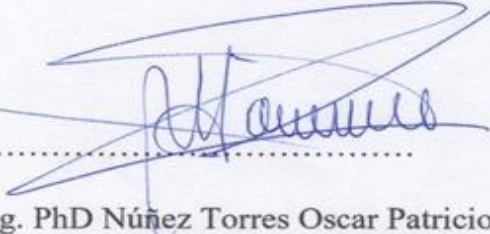
TUTOR:

Ing. Mg. Zurita Vásquez José Hernán

APROBADO POR LOS MIEMBROS DE CALIFICACIÓN:

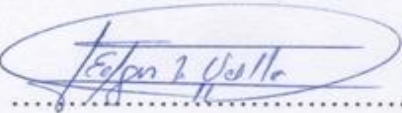
Fecha:

30 - 07 - 2024



Ing. PhD Núñez Torres Oscar Patricio

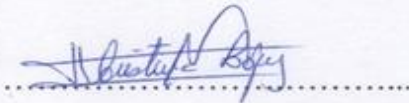
PRESIDENTE DE TRIBUNAL



30 - 07 - 2024

Ing. Mg. Valle Velastegui Edgar Luciano

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN



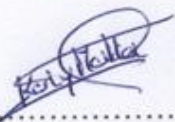
30 - 07 - 2024

BQF. Mg. López Villacis Isabel Cristina

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

El suscrito, **KERLY YADIRA MALLA RODRIGUEZ**, portador de cédula de ciudadanía número: **1805777396**, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de investigación titulado: "Evaluación del hidrolato de cola de caballo para la producción de plántulas de pimiento (*Capsicum annuum*)" es original, auténtico y personal. En tal virtud, declaro que el contenido es de mi sola responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas.



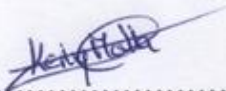
Kerly Yadira Malla Rodriguez

DERECHO DE AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “**Evaluación del hidrolato de cola de caballo para la producción de plántulas de pimiento (*Capsicum annuum*)**” como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniero Agrónomo, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este Informe Final, o de parte de él.



Kerly Yadira Malla Rodriguez

DEDICATORIA

A Dios por darme sabiduría y fortaleza para saber afrontar la vida, por ser mi guía espiritual en esta vida por estar a mi lado a cada momento y no dejarme sola jamás.

Con todo mi cariño y amor para mis amados padres Rosa Rodríguez y Jayro Malla, quienes han sido el pilar fundamental para cumplir cada uno de mis objetivos, por el amor, la paciencia, comprensión, por saberme guiar por el camino del bien, por cada uno de los valores inculcados, me siento orgullosa que ustedes sean mis padres a ustedes siempre mi agradecimiento infinito y todo mi amor. Los amo con toda mi vida.

A mis hermanos Jhon y Didier por todo el amor y apoyo que me han brindado, gracias por ser los mejores hermanos que la vida me pudo dar.

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la sabiduría y valentía para seguir adelante.

A mis amados padres por estar siempre en cada momento por más pequeño que sea, por su amor y apoyo incondicional.

A la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias por acogerme y ser como mi segundo hogar e inculcarme valores y el aprendizaje que será fundamental para mi trayectoria profesional.

Al Ing. Hernán Zurita por su amistad, por el apoyo brindado, por ser un docente con vocación y ayudar en cualquier momento, un Dios le pague por los conocimientos impartidos durante toda la carrera.

A todos los docentes de la Facultad de Ciencias Agropecuarias por impartir de sus enseñanzas y forjarnos a ser unos excelentes profesionales.

A mis segundos padres Hugo y Nora, siempre han estado presentes, brindándome su amor, sus enseñanzas, sus valores, no tengo palabras suficientes para agradecerles todo lo que han hecho por mí. Son parte fundamental de mi vida y los amo con todo mi corazón. Gracias por ser mis segundos padres.

A mis tíos Fabiola y Jimmy, gracias por estar conmigo en cada momento por quererme como una hija más, por su amor incondicional, su apoyo, su confianza puesta en mí, su confianza me ha dado la fuerza para seguir adelante y perseguir mis metas. Gracias simplemente por estar presentes en mi vida, por ser parte de mi familia y por quererme tanto.

A mis primas por ser la mejor compañía en todo momento y apoyarme a cada instante no tengo palabras suficientes para agradecerles todo lo que han hecho por mí. Son mis primas, mis amigas, mis confidentes, mis hermanas. Las quiero mucho y sé que puedo contar con ustedes siempre.

A mis amigos de la infancia, adolescencia que han sido mi apoyo fundamental, por estar conmigo en las buenas y las malas, gracias por ser parte de mi vida, por quererme y por apoyarme en todo momento.

A toda mi familia Malla Rodríguez por el amor y el apoyo que me han brindado a todo momento.

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO 1	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes investigativos.....	2
1.2 Origen	3
1.2.1 Taxonomía y morfología.....	3
1.2.2 Requerimientos edafoclimáticos.....	6
1.2.3 Variedades de semillas de pimiento	6
1.2.4 Sustrato y bandeja de semillas.....	7
1.2.5 Germinación de semillas de pimiento.....	8
1.2.6 Plagas y enfermedades.....	9
1.2.7 Fases fenológicas del cultivo del pimiento.....	10
1.2.8 Requerimiento nutricional	10
1.2.9 Hidrolato	10
1.2.10 Destilación por arrastre de vapor	11
1.2.11 Cola de caballo (<i>Equisetum arvense</i>).....	12
1.3 Objetivos.....	13
1.3.1 Objetivo General.....	13
1.3.2 Objetivos específicos	13
CAPÍTULO II	14
METODOLOGÍA	14
2.1 Ubicación del estudio.....	14
2.2 Caracterización del lugar	14
2.3 Equipos y materiales.....	15
2.3.1 Equipos	15
2.3.2 Materiales:.....	15
2.3.3 Material de oficina	15
2.4 Factores de estudio.....	16
2.4.1 Factor 1	16

2.4.2 Factor 2	16
2.4.3 Tratamientos.....	17
2.5 Manejo del experimento	17
2.5.1 Preparación del hidrolato	17
2.5.2 Identificación de tratamientos.....	17
2.5.3 Siembra	18
2.5.4 Aplicación de tratamientos.....	18
2.5.5 Riegos	18
2.5.6 Control de plagas y enfermedades	18
2.7 Variables respuesta.....	18
2.7.1 Porcentaje de germinación.....	18
2.7.3 Diámetro del tallo	18
2.7.4 Número de hojas	18
2.7.5 Volumen de raíz	19
2.7.6 Longitud de raíz	19
2.7.7 Contenido de Clorofila Y N	19
2.8 Diseño experimental	19
2.8.1 Distribución de las unidades experimentales	20
CAPÍTULO III.....	21
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
3. Análisis estadísticos y discusión de los resultados	21
3.1 Porcentaje de germinación.....	21
3.2 Número de hojas	23
3.3 Altura de planta	25
3.4 Diámetro del tallo	27
3.5 Longitud de la raíz	28
3.6 Volumen radicular	30
3.7 Contenido de clorofila.....	32
3.8 Contenido de N	33
CAPÍTULO IV.....	35
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	35

4.1	Conclusiones	35
4.2	Recomendaciones	36
ANEXOS.		40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía del pimiento	3
Tabla 2. Fenología del pimiento	10
Tabla 3. Requerimiento nutricional del pimiento.....	10
Tabla 4. Tratamientos a realizarse	17
Tabla 5. Características del ensayo	19
Tabla 6. Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable porcentaje de germinación	21
Tabla 7. Prueba de Tukey al 5% para dosis en la variable porcentaje de germinación.	22
Tabla 8. Prueba de Tukey al 5% para la interacción dosis por frecuencia en la variable porcentaje de germinación.....	22
Tabla 9. Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable número de hojas.	23
Tabla 10. Prueba de Tukey al 5% para dosis en la variable número de hojas.....	24
Tabla 11. Prueba de Tukey al 5% para la interacción dosis por frecuencia en la variable número de hojas.	24
Tabla 12. Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable altura de planta.	25
Tabla 13. Prueba de Tukey al 5% para dosis en la variable altura de planta.	26
Tabla 14. Prueba de Tukey al 5% para frecuencias en la variable altura de planta.	26
Tabla 15. Prueba de Tukey al 5% para la interacción dosis por frecuencias en la variable altura de planta.	27
Tabla 16. Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable longitud de la raíz.....	28
Tabla 17. Prueba de Tukey al 5% para dosis en la variable longitud de la raíz.	28
Tabla 18. Prueba de Tukey al 5% para frecuencias en la variable longitud de la raíz.	29
Tabla 19. Prueba de Tukey al 5% para la interacción dosis por frecuencias en la variable longitud de la raíz.....	29
Tabla 20. Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable volumen radicular.....	30
Tabla 21. Prueba de Tukey al 5% para dosis en la variable volumen radicular.	31
Tabla 22. Prueba de Tukey al 5% para la interacción dosis por frecuencia en la variable volumen radicular.....	31
Tabla 23. Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable contenido de clorofila.....	32
Tabla 24. Prueba de Tukey al 5% para las frecuencias en la variable contenido de clorofila.....	32
Tabla 25. Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable contenido de N.	33
Tabla 26. Prueba de Tukey al 5% para las frecuencias en la variable contenido de N.	33

ÍNDICE DE FIGURAS

Gráfico 2. <i>Cotalo San José Las Queseras</i>	14
Gráfico 3. <i>Parcela neta</i>	20
Gráfico 4. <i>Distribución de las unidades experimentales</i>	20

RESUMEN

El pimiento (*Capsicum annuum*) se ha convertido en una hortaliza sumamente apreciada a nivel global, debido a su alto contenido de nutrientes y vitaminas que brindan grandes beneficios para la salud humana. En nuestro país, este cultivo goza de una elevada demanda, lo que hace esencial optimizar su productividad y rentabilidad, con esta investigación se obtuvo plántulas vigorosas, fuertes y resistentes a plagas y enfermedades.

Por lo tanto, con estos antecedentes, se evaluó el hidrolato de cola de caballo en tres dosis 0,5cc/L, 1cc/L, 1,5cc/L y dos frecuencias de ocho y quince días, en la etapa de germinación y crecimiento vegetativo de pimiento (*Capsicum annuum*). Se utilizó una parcela neta de cada unidad experimental, conformada por 10 plántulas se realizó 3 repeticiones con un diseño experimental de bloques al azar en arreglo factorial 3x2+1. Las variables evaluadas fueron: porcentaje de germinación, número de hojas, altura de planta, diámetro del tallo, longitud de raíz, volumen radicular, contenido de clorofila; la toma de datos se tomó cuarenta días después de la germinación, se realizó la comparación mediante las pruebas de Tukey al 5% en el programa Infostad. Al concluir el análisis, se determinó que el tratamiento adecuado fue la de D3F1 (Dosis de 1,5cc/L y frecuencia de 8 días) generando mejores resultados en las variables de número de hojas, altura de planta, volumen radicular, longitud de raíz y contenido de clorofila, la D2F2 (Dosis de 1cc/L y frecuencia de 15 días) mostro mejor resultado en la variable porcentaje de germinación. Sin embargo, ninguno de los tratamientos influyo en el diámetro de tallo, por considerar que esto depende muchos factores como ambientales, genéticos; por lo consiguiente se manifiesta que el uso de hidrolato de cola de caballo causa efectos positivos en cuanto a la vigorosidad y desarrollo vegetativo del pimiento.

Palabras clave: Hidrolato de cola de caballo, *Capsicum annuum*, germinacion, crecimiento vegetativo, cultivo de pimiento.

ABSTRACT

Pepper (*Capsicum annuum*) has become a highly appreciated vegetable globally, due to its high content of nutrients and vitamins that provide great benefits for human health. In our country, this crop is in high demand, which makes it essential to optimize its productivity and profitability. With this research, vigorous, strong and resistant seedlings to pests and diseases are obtained.

Therefore, with this background, horsetail hydrosol was evaluated in three doses 0.5cc/L, 1cc/L, 1.5cc/L and two frequencies of eight and fifteen days, in the germination and growth stage. . pepper vegetable (*Capsicum annum*). A net plot of each experimental unit is used, made up of 10 seedlings, 3 repetitions are carried out with a randomized block experimental design in a 3x2+1 factorial arrangement. The variables evaluated were: germination percentage, number of leaves, plant height, stem diameter, root length, root volume, chlorophyll content; Data collection was taken forty days after germination, the comparison was carried out using Tukey's tests at 5% in the Infostad program. At the end of the analysis, it was determined that the appropriate treatment was D3F1 (Dose of 1.5cc/L and frequency of 8 days), generating better results in the variables of number of leaves, plant height, root volume, and root length. . and chlorophyll content, D2F2 (Dose of 1cc/L and frequency of 15 days) showed the best result in the germination percentage variable. However, none of the treatments influence the stem diameter, considering that this depends on many factors such as environmental and genetic; Therefore, it appears that the use of horsetail hydrolate causes positive effects in terms of the vigor and vegetative development of the pepper.

Keywords: Horsetail hydrolate, *Capsicum annum*, germination, vegetative growth, pepper cultivat.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

En Ecuador, el cultivo del pimiento (*Capsicum annuum*) es altamente demandado debido a su papel en la alimentación humana. Este vegetal es rico en vitamina C y con niveles significativos de calcio, fósforo y fibra, se considera esencial en la dieta. Las variedades más destacadas incluyen el pimiento verde, amarillo y rojo (Buñay, 2017).

De acuerdo con los datos del III Censo Nacional Agropecuario, en Ecuador se cultiva pimiento en una extensión aproximada de 956 hectáreas. Las regiones principales en producción de pimiento son Chimborazo, Loja y la Península de Santa Elena. Sin embargo, las estadísticas de producción de pimiento muestran cifras muy bajas, lo cual se atribuye a desórdenes fisiológicos como la falta de crecimiento vegetativo, la caída de flores y frutos, así como la vulnerabilidad a enfermedades y estrés. Por consiguiente, es crucial asegurar la salud de las plántulas para que puedan desarrollarse adecuadamente y garantizar una alta calidad y rendimiento en la producción (Bracho, 2019).

La aplicación de bioestimulantes en el cultivo de pimiento morrón resultó en un aumento significativo tanto en la germinación de las semillas como en la emergencia de plántulas. Además, estos productos también contribuyeron a un incremento en la altura y el diámetro del tallo y del fruto, así como en el número y peso de los frutos por planta (Barregüi, Rosendo, 2011).

Equisetum arvense funciona como un agente fungicida y un bioestimulante, activando las defensas naturales de la planta y promoviendo el incremento del grosor de los tejidos vegetales (*Vademecum española*, 2021).

La aplicación de hidrolatos se considera beneficiosa ya que permite a los agricultores reducir el uso de productos químicos en el cultivo de pimientos. Esto es especialmente relevante dado el creciente interés en la agricultura orgánica, que ofrece ventajas ambientales y económicas. Esta tendencia refleja la creciente conciencia sobre la importancia de consumir alimentos saludables y libres de residuos químicos. En este contexto, la investigación se llevó a cabo con el objetivo de evaluar el efecto del hidrolato de cola de

caballo como una alternativa ecológica para la producción de plántulas de pimiento (*Capsicum annuum*).

1.1 Antecedentes investigativos

Equisetum arvense es una planta vascular sin semilla, rico en silicio y potasio, también actúa como elicitor activando los mecanismos de defensa de la planta y se manifiesta tanto en los vasos conductores del xilema como entre las paredes celulares primaria y secundaria (Gallardo Pérez & Gómez Campos, 2006). De igual forma (Carneiro *et al.*, 2021) mencionan que *Equisetum arvense* se destaca por el alto contenido de Si en forma SiO₂. Además, contiene: potasio, calcio, fósforo, iones de sodio, magnesio, zinc, aluminio y manganeso, aunque en menores proporciones, también contiene metabolitos secundarios como: flavonoides, triterpenoides, glucósidos fenólicos, alcaloides y minerales. Por lo tanto, los extractos obtenidos de plantas medicinales contienen metabolitos secundarios (flavonoides, taninos, fenoles), los cuales han sido considerados como bioestimulantes para un mejor crecimiento, rendimiento y buena calidad de un fruto (Ricco *et al.*, 2011). Así mismo el uso de bioestimulantes en pimiento morrón, la germinación de semilla y emergencia de plántulas, mostraron mayor germinación y emergencia en comparación al control, sobresaliendo el ácido húmico. Además de que estos últimos también promovieron mayor altura, diámetro de tallo y de fruto, así como, número y peso de frutos por planta (Barregüi, Rosendo, 2011).

De tal manera, mencionan que en una investigación, se ha observado que existe un grupo de moléculas reguladoras del crecimiento que se llaman citocininas las mismas participan en la citocinesis durante la división celular, las mismas han sido distinguidas en *Equisetum arvense*, son de gran importancia en los métodos de cultivos de tejidos y son extremadamente útiles en la biotecnología ya que favorecen el crecimiento de los primordios laterales (León, 2012). Al hacer referencia en la agricultura biológica se emplea la maceración, la decocción o el polvo de la planta seca, es utilizada como control de las plagas agrícolas, especialmente el pulgón y algunos parásitos de las plantas de huerta (Berdonces, 1985).

(*Vademecum España*, 2021) nos hace relación que *Equisetum arvense* actúa como fungicida y acción bioestimulante, estimulando las defensas naturales de la planta y favorece el aumento del grosor de los tejidos vegetales.

(Danilčenko et al., 2017) en su investigación realizada nos indica que la solución de extracto de cola de caballo estimuló significativamente la acumulación de catequinas en tres de las cuatro especies de semillas analizadas las cuales fueron (quinua, alfalfa y frejol), también estimuló la síntesis de vitamina C en el frejol.

Otras investigaciones señalan que ha sido aplicado el extracto de cola de caballo para la activación de genes de defensa en las plantas de tomate riñón de mesa (*Lycopersicum Esculentum*) (Malo et al., 2015).

1.2 Origen

El pimiento tiene sus raíces botánicas en América del Sur, específicamente en la región de Perú-Bolivia, desde donde se propagó hacia el resto de América Central y del Sur. Su introducción en España se atribuye a Colón en 1493, y durante el siglo XVI se difundió por otros países europeos, así como por regiones de Asia y África (Bartolomé Garcia et al., 2015).

El pimiento es una planta de tipo herbáceo que se cultiva principalmente en regiones de clima templado, aunque también puede ser cultivada en áreas tropicales. Es importante tener en cuenta su sensibilidad a las temperaturas bajas, según señala (M. Del Pinto, 2022).

1.2.1 Taxonomía y morfología.

Según (García, 2008) la taxonomía del pimiento es la siguiente:

Tabla 1.

Taxonomía del pimiento

Reino	Vegetal
Clase	Angiospermae
Subclase	Dicotyledoneae
Orden	Tubiflorae
Familia	Solanaceae
Genero	Capsicum
Especie	Annuum

Fuente:(García, 2008).

La morfología del pimiento esta consignado de la siguiente forma:

Planta:

El pimiento es una planta con un tallo herbáceo que puede ser anual o perenne, y su altura varía entre 0.50 y 1 metro en variedades cultivadas al aire libre. En condiciones de invernadero, las variedades pueden alcanzar alturas de hasta 2 metros, dependiendo del manejo y las condiciones ambientales del cultivo (Morán, 2021).

Sistema radicular:

La raíz principal del pimiento es de tipo axonomorfo, se ramifica formando un conjunto de raíces laterales. Inicialmente, esta ramificación tiene una forma triangular similar a una punta de flecha, con el ápice ubicado en el extremo del eje de crecimiento. Estas raíces están dentro del suelo hasta una profundidad de aproximadamente 30 a 60 cm, y su crecimiento horizontal se extiende hasta unos 30 a 50 cm del eje central (Buñay, 2017).

Tallo:

El crecimiento del tallo principal se inicia a partir de la plúmula del embrión. Esta parte incluye un eje conocido como epicótilo, que presenta en su extremo superior una zona de rápida división celular llamada meristemo apical. Por debajo del meristemo apical, en dirección del exterior hacia el interior, se encuentran estructuras similares a otras dicotiledóneas, según indican (Bracho, 2019).

Hojas:

Presenta hojas simples, que pueden tener forma lanceolada u ovalada, compuestas por un pecíolo largo que conecta la hoja al tallo y una parte expandida llamada lámina o limbo. El borde de estas hojas puede ser completo o ligeramente dentado en la base. Las necesidades de luz para el pimiento son relativamente bajas, ya que sus hojas alcanzan la máxima actividad fotosintética con una intensidad luminosa de aproximadamente 0,4 calorías por centímetro cuadrado por minuto.

Flor:

Las flores del pimiento se conectan al tallo mediante un pedúnculo o pedicelo que mide entre 10 y 20 mm de larga, la estructura es similar a la de un tallo vegetativo. Estas flores son pequeñas, con una sola corola de color blanco, y se polinizan de forma autógena (Álvarez & Pino, 2018).

Fruto:

La fruta del pimiento suele desarrollarse de manera individual, colgada o erguida. Se clasifica como una baya, con dos a cinco lóbulos o compartimentos que están separados por paredes internas entrecruzadas. Estas paredes son incompletas, lo que resulta en la formación de una cavidad interna a medida que la fruta crece. Además de las variaciones en su nivel de picante, sabor o aplicaciones culinarias, entre las frutas de los diferentes tipos de pimiento de la especie *C. annuum* se observa una considerable diversidad en tamaño, forma y color (DANE, 2015).

Semillas:

Las semillas se encuentran insertas en una placenta cónica de disposición central. Son redondeadas, ligeramente reniformes, de color amarillo pálido y longitud variable entre 3 y 5 cm (Gramaccioli & Agostini, s/f).

Riego:

Es indispensable en el cultivo de pimiento, es sensible a la falta de humedad, la falta del mismo afecta el rendimiento y más en la etapa de floración hasta la maduración de frutos se realiza un riego moderado y constante en todas las fases del cultivo, entre el 50 – 70 % de humedad (M. Del Pinto, 2022).

Según (Lalama, 2009) recomienda realizar el riego por las mañanas, para permitir que las hojas tengan tiempo de secarse, previniendo así daños físicos por efecto de rayos solares en el transcurso del día o al anochecer para prevenir los problemas de enfermedades; además se debe evitar el encharcamiento sobre el sustrato para impedir problemas de pudrición en la raíz o tallo.

Germinación:

La germinación de una semilla requiere condiciones ambientales favorables, incluyendo humedad en el sustrato, oxígeno disponible para la respiración y una temperatura óptima para el desarrollo metabólico y el crecimiento de la plántula.

Una vez que la semilla ha germinado, el crecimiento persiste y las reservas almacenadas en los cotiledones o el endospermo son trasladadas a las nuevas partes de la plántula. Estas partes están experimentando una activa reproducción y elongación celular. Este proceso continúa hasta que la plántula comienza a absorber agua y nutrientes del suelo,

y empieza la fotosíntesis, convirtiéndose en una planta joven, establecida e independiente. Este desarrollo sigue su curso sin interrupción, a menos que la planta muera (Collaguazo & Mancheno, 2022).

1.2.2 Requerimientos edafoclimáticos.

Temperatura:

La temperatura diurna debe ser en un rango de 20 °C y 25 °C y nocturna entre 16 °C y 18°C. la germinación necesita una temperatura mínima de 15 °C para la floración y la fructificación de 18 °C

Humedad relativa:

La humedad relativa óptima para este cultivo oscila entre los 50 a 70%.

Suelo:

El pimiento requiere de suelos preferiblemente de textura media, profundos, ricos en nitrógeno y fosforo, el cultivo de pimiento no tolera los suelos salinos y a la presencia de este el rendimiento decae a partir de los .5 dS/m (Pino, 2022).

Luminosidad:

Es una planta exigente en luminosidad, sobre todo en el estado de floración y fructificación, la falta de luminosidad provoca ahilamiento, entrenudos largos y tallos débiles.

1.2.3 Variedades de semillas de pimiento

Existen diversas variedades de semillas de pimiento, cada una con sus características únicas en cuanto a sabor, color, forma y tamaño. Algunas de las variedades más populares incluyen:

California Wonder:

Un pimiento clásico de forma alargada y color rojo intenso, con una pared gruesa y un sabor dulce y suave. Ideal para rellenar, asar o consumir crudo en ensaladas.

Jalapeño:

Un pimiento pequeño y picante de color verde intenso, que se vuelve rojo a medida que madura. Se utiliza principalmente fresco en salsas, guacamole y otros platos mexicanos.

Poblano:

Un pimiento ancho y plano de color verde oscuro, que se vuelve rojo a medida que madura. Tiene un sabor ahumado y picante, y se utiliza principalmente para rellenar y asar.

Pimiento de Padrón:

Un pimiento pequeño y fino de color verde intenso, con un sabor ligeramente picante. Se consume principalmente frito o en escabeche.

Carolina Reaper:

Considerado el pimiento más picante del mundo, de color rojo intenso. Se utiliza principalmente en concursos de comer pimientos picantes.

Es importante tener en cuenta las condiciones climáticas de su región.

Finalmente, leer las etiquetas de las semillas cuidadosamente antes de comprarlas. Las etiquetas indican el tipo de pimiento, el color, el tamaño, el nivel de picor y los requisitos de crecimiento (Milla, 2006).

1.2.4 Sustrato y bandeja de semillas.

Es fundamental contar con semillas de alta calidad que tengan una tasa de germinación del 90% y utilizar un sustrato apropiado para garantizar un óptimo desarrollo inicial de las plántulas. Es importante fomentar esta práctica entre los productores para reducir las pérdidas durante la producción (PROPA, 2010).

Por lo general, los sustratos óptimos para la germinación y el crecimiento inicial de plántulas son aquellos que combinan componentes orgánicos y minerales. Ejemplos comunes incluyen la turba mezclada con perlita, fibra de coco, corteza de pino y otros materiales vegetales (INTA, 2003).

La bandeja es un recipiente con compartimentos utilizado para la reproducción de plantas mediante semillas o esquejes, como en el caso de hortalizas, flores y plantas ornamentales. Las bandejas de germinación pueden fabricarse con poliestireno expandido

(EPS) y constan de una serie de celdas, siendo ideales para el cultivo inicial de diversas especies vegetales durante su fase inicial de crecimiento.

1.2.5 Germinación de semillas de pimiento

Germinar semillas de pimiento puede ser una experiencia gratificante y llena de satisfacciones. Cultivar las propias plantas de pimiento desde cero nos permite disfrutar de productos frescos, orgánicos y adaptados a tus preferencias. Además, es una actividad entretenida y educativa que puede ser disfrutada por personas de todas las edades.

En los siguientes ítems, se explica un proceso paso a paso para la germinación de semillas de pimiento de manera exitosa, con consejos y recomendaciones para optimizar el proceso.

Materiales necesarios:

- Semillas de pimiento. Escoge alguna variedad que te guste.
- Sustrato para semilleros. Se puede utilizar turba, humus de lombriz o sustrato comercial.
- Recipientes para semilleros: Puedes utilizar bandejas de plástico, vasos de plástico.

Preparación del sustrato:

- Se humedece el sustrato para semilleros hasta que esté húmedo, pero no empapado.
- Rellenar los recipientes para semilleros con el sustrato humedecido.
- Siembra de las semillas:
- Se realiza un pequeño hoyo en el sustrato de cada recipiente, de aproximadamente 0,5 cm de profundidad.
- Coloque una semilla en cada hoyo.
- Cubra las semillas con una fina capa de sustrato.

Se cubre los recipientes con una bolsa de plástico transparente. Esto crea una atmósfera húmeda, coloca los recipientes en un lugar templado y con iluminación indirecta. La temperatura óptima para la germinación de los pimientos es entre 20°C y 25°C (Martínez, 2014).

Control del cultivo

- Verificar los recipientes a diario para asegurarte que el sustrato esté húmedo. Si es necesario, rocíelo con agua mediante atomizador o botella con rociador.
- Retirar la bolsa de plástico una vez que las semillas hayan germinado y las plántulas hayan emergido del sustrato.
- Continuar regando las plántulas regularmente, teniendo cuidado de no ahogarlas.
- Cuando las plántulas tengan dos pares de hojas verdaderas, puedes trasplantarlas a macetas individuales o a su lugar definitivo.

Consejos para optimizar la germinación:

- Utilizar semillas de calidad de una fuente confiable.
- Asegurarse que el sustrato para semilleros tenga un buen drenaje.
- No regar en exceso las semillas, pues puedes hacer que se pudran.
- Proporcionar a las plántulas luz solar adecuada después de germinar (M. B. Pinto, 2013).

1.2.6 Plagas y enfermedades.

Las principales plagas que pueden atacar al cultivo del pimiento son las siguientes:

- Mosca blanca (*Bemisia tabaco*): causa amarillamiento y debilitamiento de la planta al alimentarse de la savia de las hojas tanto las larvas como los adultos.
- Araña roja (*Tetranychus urticae*): provoca defoliación al dejar las hojas descoloridas con pequeñas manchas y telarañas.
- Mosca minadora (*Liriomiza sp.*) produce galería en las hojas.
- Pulgones (*Myzus persicae*) produce enrollamiento y arrugado en las hojas (Patricia; & Sepúlveda, 2010).

Las principales enfermedades que atacan al cultivo de pimiento son las siguiente:

- Phytium: Genera la descomposición de las semillas, su virus se hace evidente en las puntas de las raíces y en la extremidad de la radícula durante la fase de germinación

- Podredumbre gris (*Botrytis cinerea*): Esta enfermedad puede manifestarse en cualquier fase del cultivo, pero se propaga con mayor frecuencia durante períodos lluviosos y temperaturas que oscilan entre 15°C y 20°C.
- Sarna bacteriana (*Xanthomonas campestris*): Surgen en las hojas causando pequeñas manchas con bordes amarillos, mientras que en el tallo se desarrollan pústulas negras, y se propaga a través de las semillas. (Díaz, 2015).

1.2.7 Fases fenológicas del cultivo del pimiento.

Tabla 2.

Fenología del pimiento

Cultivo	Inicio	Desarrollo	Intermedia	Final	Total	Region
Pimiento	25	45	38	Sn	108	Ecuador

Fuente: (Buñay, 2017).

1.2.8 Requerimiento nutricional

Tabla 3.

Requerimiento nutricional del pimiento

Nutriente	Dosis
Nitrógeno	120 ppm
Fosforo (P_2O_5)	120 ppm
Potasio (K_2O)	120 ppm
Calcio (CaO)	60 ppm
Magnesio (MgO)	30 ppm

Fuente: (Erizo, 2016).

1.2.9 Hidrolato

(Lydia, 2020) nos indica que un hidrolato es la destilación de una planta, se obtiene por una parte el aceite esencial y por otra el vapor de agua cuando se enfría se convierte en agua. Esta agua impregnada con las moléculas del aceite esencial.

¿Cómo se realiza un hidrolato?

La elaboración de hidrolatos requiere de un equipo básico de destilación, que puede ser casero o profesional. El proceso general consiste en los siguientes pasos:

- Preparación de la materia prima: Se seleccionan las partes de la planta que se desean utilizar (flores, hojas, tallos, raíces, etc.) y se limpian cuidadosamente para eliminar cualquier impureza.
- Carga del alambique: Se colocan las partes de la planta en el recipiente inferior del alambique. Se agrega agua en la cantidad suficiente para cubrir la materia prima.
- Destilación: Se calienta el agua del recipiente inferior, lo que genera vapor que asciende y atraviesa la materia vegetal. Los compuestos hidrosolubles se evaporan junto con el vapor y se condensan en el serpentín refrigerante del alambique.
- Separación de fases: El líquido condensado se deposita en el colector del alambique, donde se separan en dos fases: el hidrolato en la parte superior y el aceite esencial en la parte inferior.
- Envasado y almacenamiento: El hidrolato se filtra para eliminar cualquier residuo sólido y se almacena en envases de vidrio herméticos, preferiblemente en un lugar fresco y oscuro.

Lejos de ser una única especie, la cola de caballo (*Equisetum*) es en realidad una familia botánica completa, compuesta por diversas especies con características similares. En nuestro país, las dos especies más comunes son el equiseto mayor (*Equisetum telmateia*) y el equiseto menor (*Equisetum arvense*).

Diversos estudios han profundizado en la composición mineral de estas plantas, revelando un perfil nutricional notablemente rico. Aparte de su elevado contenido en silicio, los equisetos destacan por ser fuentes significativas de potasio, calcio y fósforo.

En contraste, presentan bajas concentraciones de manganeso en comparación con los niveles habituales en el reino vegetal. Esta particularidad los diferencia de otras plantas y podría estar relacionada con sus mecanismos de adaptación al medio ambiente (Berdonces, 1985).

1.2.10 Destilación por arrastre de vapor

La destilación por arrastre de vapor es el método más utilizado para la obtención de aceites esenciales, es un proceso de separación, el procedimiento se realiza por un flujo de vapor a través de la materia prima, lo que se consigue los aceites esenciales, posteriormente

estos vapores se enfrían y se condensan, formando así dos fases la acuosa y la orgánica (Casado, 2018).

La destilación por arrastre de vapor emerge como una técnica indispensable en una amplia gama de sectores, incluyendo la industria química, farmacéutica y de productos naturales. Su excepcional capacidad para separar compuestos sensibles a temperaturas moderadas, su sencillez de operación y su elevada selectividad la convierten en una herramienta incomparable para la obtención de productos de máxima calidad (Dominguez, 2009).

1.2.11 Cola de caballo (*Equisetum arvense*)

La cola de caballo (*Equisetum arvense*), una planta silvestre de amplia distribución global ha sido valorada durante siglos por sus propiedades medicinales. En la actualidad, también está ganando reconocimiento como un biopesticida, fungicida y bioestimulante natural de gran utilidad en la agricultura (Berdonces, 1985).

Fortaleciendo tus cultivos:

- **Rico en silicio:** La cola de caballo aporta silicio, un mineral esencial para la salud de las plantas. Este elemento fortalece las paredes celulares, haciéndolas más resistentes a enfermedades y plagas.
- **Barrera contra hongos y enfermedades:** Sus propiedades antifúngicas y antibacterianas combaten eficazmente enfermedades fúngicas comunes como el mildiu y la roya.
- **Repelente natural de plagas:** Actúa como repelente contra insectos como pulgones, moscas blancas y caracoles, protegiendo tus cultivos de estos molestos visitantes.
- **Estimula el crecimiento:** Estudios indican que la cola de caballo puede potenciar el crecimiento de las plantas y aumentar el rendimiento de los cultivos (Huerto, 2024).

Consideraciones importantes:

- La cola de caballo no reemplaza a los pesticidas y fungicidas convencionales.
- Su uso debe ser moderado, ya que en altas concentraciones puede ser tóxico para las plantas.

- Es recomendable realizar pruebas en un área pequeña antes de aplicarla en todo el jardín (Agrobeta, 2024).

La cola de caballo (*Equisetum arvense*), una planta milenaria conocida por sus tallos articulados y sus propiedades medicinales ha encontrado un nuevo protagonismo en el ámbito agrícola. Lejos de ser una simple hierba silvestre, la cola de caballo se posiciona como una alternativa natural y sostenible a los pesticidas químicos, ofreciendo una gama de beneficios para la salud de los cultivos.

Un enfoque sostenible para la agricultura

A diferencia de los pesticidas químicos que pueden dañar el medio ambiente y la salud humana, la cola de caballo se presenta como una alternativa ecológica:

- **Biodegradable:** No deja residuos nocivos en el suelo ni en las plantas.
- **No tóxico para humanos y animales:** Su uso no representa un riesgo para la salud de quienes manipulan o consumen los cultivos.
- **Fomenta la biodiversidad:** Atrae insectos polinizadores beneficiosos para el ecosistema.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

- Evaluar el efecto del hidrolato de cola de caballo (*Equisetum arvense*) para la producción de plántulas de pimiento (*Capsicum annuum*).

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar la dosis adecuada de hidrolatos para la producción de plántulas de pimiento.
- Establecer la frecuencia de aplicación de hidrolatos.
- Desarrollar una alternativa ecológica para la producción de plántulas de pimiento mediante el hidrolato de cola de caballo.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1 Ubicación del estudio

El estudio se realizó en la parroquia de Cotalo, se ubica al sur del cantón de Pelileo a una altura de 2500 msnm.

Gráfico 1. *Cotalo San José Las Queseras*



2.2 Caracterización del lugar

El clima según (Paredes et al., 2021) tiene una temperatura que oscila entre los 8 °C a 18 °C de promedio 15 °C. La precipitación pluvial anual media es de 1400 m.m. según (Moya, 2013).

2.3 Equipos y materiales

2.3.1 Equipos

Equipos

Estufa

Bomba Manual

Computador

Cámara fotográfica

Clorophyll Meter GYJ-B.

2.3.2 Materiales:

Materiales

Material vegetal (Cola de caballo)

Semillas de pimienta

Semilleros

Etiquetas

Jeringa

Flexómetro

Vasos capacidad 1 L

Calibrador vierner

2.3.3 Material de oficina

Materiales

Regla

Libreta

Esferos

Marcadores

2.4 Factores de estudio

2.4.1 Factor 1

Dosis del hidrolato de cola de caballo

0.5 cc/L D1

1 cc/L D2

1.5 cc/L D3

2.4.2 Factor 2

Frecuencia de aplicación

Cada 8 días F1

Cada 15 días F2

2.4.3 Tratamientos

Tabla 4.

Tratamientos a realizarse

Tratamiento	Simbología	Descripción
1	D1F1	Dosis 0.5cc/L- Frecuencia cada 8 días
2	D1F2	Dosis 0.5cc/L- Frecuencia cada 15 días
3	D2F1	Dosis 1cc/L- Frecuencia cada 8 días
4	D2F2	Dosis 1cc/L- Frecuencia cada 15 días
5	D3F1	Dosis 1.5cc/L- Frecuencia cada 8 días
6	D3F2	Dosis 1.5cc/L- Frecuencia cada 15 días
7	Testigo	Sin aplicación

2.5 Manejo del experimento

2.5.1 Preparación del hidrolato

Se recolecto material vegetal de cola de caballo, se necesitó 12.5, picamos la muestra procediendo a introducir en el equipo de destilación por arrastre de vapor (alambique), se sometió a un calentamiento con una temperatura de 100 °C, durante el proceso se controló la temperatura y la presión, una vez que llego a 100 °C comenzó a destilar, colocamos en un recipiente, se dejó destilar aproximadamente una hora, finalmente colocamos en un envase de plástico.

2.5.2 Identificación de tratamientos

Se procedió a la etiquetación de los vasos con capacidad para 1L según los tratamientos utilizamos 210 vasos, facilitando así la recolección de datos.

2.5.3 Siembra

Se realizó la respectiva siembra en los vasos de 1 L, se colocó una semilla de pimiento de la variedad SC321, utilizamos una proporción 50/50 de humus de lombriz y sustrato comercial.

2.5.4 Aplicación de tratamientos

Los tratamientos descritos en la (tabla 4), se aplicó por un periodo de 8 semanas.

2.5.5 Riegos

Se realizó los respectivos riegos con ayuda de una regadera con agua de acequia, de acuerdo con los factores climáticos que se presentaban.

2.5.6 Control de plagas y enfermedades

El control de plagas y enfermedades se llevó a cabo de manera orgánica con el hidrolato de cola de caballo por sus propiedades antifúngicas que el mismo presenta.

2.7 Variables respuesta

2.7.1 Porcentaje de germinación

Para esta variable los datos se tomaron a los 20 días transcurridos desde la siembra.

2.7.2 Altura de planta

Para esta variable se tomaron al azar cinco plántulas de cada tratamiento, con la ayuda de un flexómetro se midió la altura de la planta desde el ápice hasta la base del tallo a los cuarenta días después de la germinación, se expresará en cm.

2.7.3 Diámetro del tallo

Para esta variable se tomaron al azar cinco plántulas de cada tratamiento a las mismas con la ayuda de un calibrador vernier se midió el diámetro de la planta a dos centímetros de la base a los cuarenta días después de la germinación.

2.7.4 Número de hojas

Para esta variable se tomaron al azar cinco plantas de cada tratamiento, en la cual se determinó el número de hojas de la plántula, cuarenta días después de la germinación.

2.7.5 *Volumen de raíz*

Para esta variable se tomaron al azar cinco plantas de cada tratamiento, con el uso de una probeta colocamos 20 ml de agua e introducimos la raíz, los datos se tomaron cuarenta días después de la germinación.

2.7.6 *Longitud de raíz*

Para esta variable se tomaron al azar cinco plántulas de cada tratamiento a las mismas con la ayuda de un flexómetro se midió la longitud de la raíz, cuarenta días después de la germinación.

2.7.7 *Contenido de Clorofila Y N*

Para determinar la clorofila y el nitrógeno se tomaron 5 plántulas utilizamos la hoja media de la planta y procedimos a colocar en el equipo de Clorophyll Meter GYJ-B.

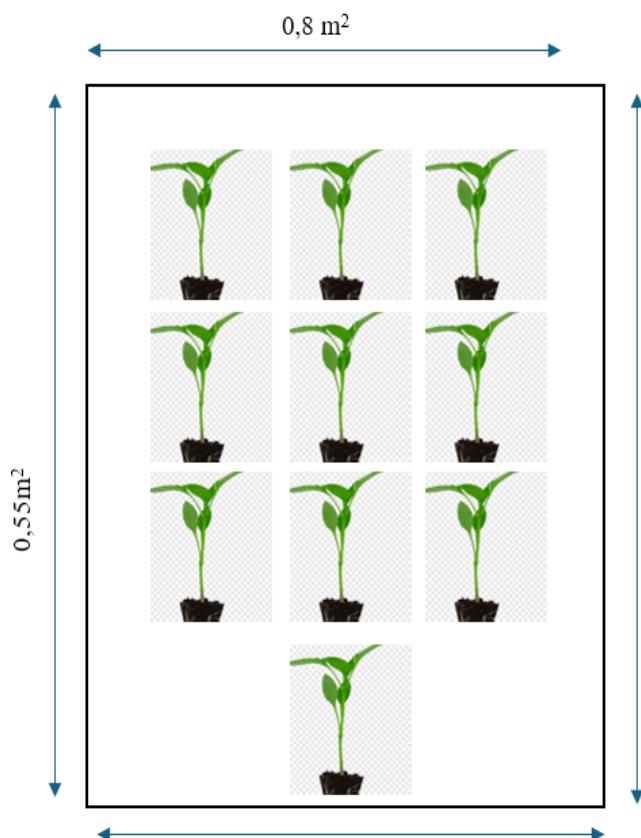
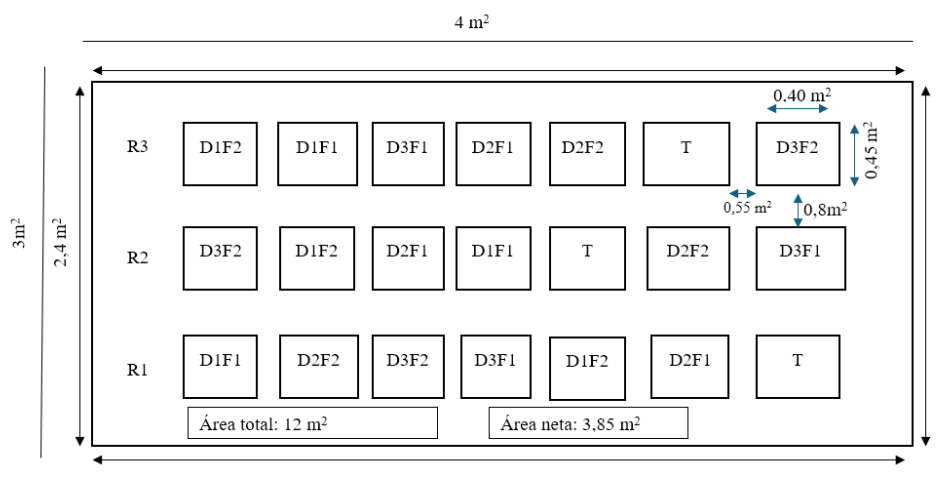
2.8 Diseño experimental

Para la presente investigación se utilizó un diseño de bloques completos al azar DBCA en arreglo factorial 3X2+1, con tres repeticiones.

Tabla 5.

Características del ensayo

	Dimensión
Área experimental total	12 m ²
Área experimental neta	3.85 m ²
Número de bloques(repeticiones)	3
Número de tratamientos	7
Número de áreas experimentales	21
Distancia entre parcelas	0.55 m ²
Distancia entre bloques	0.8 m ²

Gráfico 2.*Parcela neta***2.8.1 Distribución de las unidades experimentales****Gráfico 3.***Distribución de las unidades experimentales*

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3. Análisis estadísticos y discusión de los resultados

3.1 Porcentaje de germinación

Realizado el análisis de varianza a los cuarenta días después de la germinación para la variable porcentaje de germinación (Anexo 1), se determinó que existe una diferencia significativa con un (p-valor = 0.0002) entre tratamientos, para dosis un (p-valor = 0.0034), para la interacción dosis por frecuencia (un p-valor = 0.0002) y con un coeficiente de variación de 3.32%

En la tabla 6, se presenta la prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable porcentaje de germinación, ubicándose en primer lugar el tratamiento D2F2 (dosis de 1 cc/L con una frecuencia de 15 días) con un promedio de 100%, mientras que en último lugar se encuentra el testigo (sin aplicación de hidrolato) con un promedio de 83.33%.

Tabla 6.

Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable porcentaje de germinación

TRATAMIENTOS	Medias %	Rango
D2F2	100	A
D3F1	100	A
D2F1	100	A
D3F2	100	A
D1F2	100	A
D1F1	93.33	A
TESTIGO	83.33	B

En la tabla 7, se presenta la prueba de Tukey al 5% para dosis en la variable porcentaje de germinación, ubicándose en primer lugar la dosis D2 (dosis de 1cc/L), con un promedio de 100%, mientras que en último lugar se ubica D3 (dosis de 1.5cc/L), con un promedio de 91.67%.

Tabla 7.

Prueba de Tukey al 5% para dosis en la variable porcentaje de germinación.

<u>DOSIS</u>	<u>Medias %</u>	<u>Rango</u>
D2	100.00	A
D1	96.67	A B
<u>D3</u>	<u>91.67</u>	<u>B</u>

En la tabla 8, se presenta la prueba de Tukey al 5% para la interacción dosis por frecuencia en la variable porcentaje de germinación, ubicándose en primer lugar D3F1 (dosis de 1.5cc/L con una frecuencia de 8 días,) con un promedio de 100%, mientras que en último lugar se ubica D3F2 (dosis de 1.5cc/L con una frecuencia de 15 días) con un promedio de 83.33%.

Tabla 8.

Prueba de Tukey al 5% para la interacción dosis por frecuencia en la variable porcentaje de germinación.

<u>DOSIS</u>	<u>FRECUENCIA</u>	<u>Medias %</u>	<u>Rango</u>
D3	F1	100.00	A
D2	F2	100.00	A
D2	F1	100.00	A
D1	F2	100.00	A
D1	F1	93.33	A
<u>D3</u>	<u>F2</u>	<u>83.33</u>	<u>B</u>

(Mohamed El-Mahmoudi, 2022) respalda el uso de hidrolatos para promover la germinación de las semillas, los resultados de dicho autor mencionan que puede aumentar las tasas de germinación de semillas de tomate, pimiento, lechugas y hierbas.

Los hidrolatos proporcionan nutrientes esenciales para el crecimiento y desarrollo de las plántulas, como minerales, aminoácidos y vitaminas, referente a lo que menciona el autor se puede corroborar que el uso de hidrolatos para la germinación de semillas muestran resultados eficientes ya que el tratamiento D2F2 obtuvo mayor tasa de germinación con un promedio de 100% y el testigo el cual no se aplicó el tratamiento tuvo en promedio de 83,33%.

3.2 Número de hojas

Efectuado el análisis de varianza a los cuarenta días después de la germinación (Anexo 2) para la variable número de hojas, se detalla que existe diferencia de significancia con un (p-valor de < 0.001) entre tratamientos, para dosis un (p-valor= 0.0003), para la interacción dosis por frecuencia un (p-valor= 0.0298) y con un coeficiente de variación de .725% (Anexo 2).

En la tabla 9, se determinó la Prueba Tukey al 5% para la variable número de hojas entre tratamientos, ubicándose en primer lugar el tratamiento D3F1 (dosis de 1.5cc/L con una frecuencia de 8 días) con un promedio de 11.6 u; mientras que al final se encuentra el testigo (sin aplicación de hidrolato) con una media de 6.9 u.

Tabla 9.

Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable número de hojas.

TRATAMIENTOS	Medias (u)	Rango	
D3F1	11.60	A	
D1F1	9.37	B	
D3F2	9.20	B	
D1F2	8.87	B	
D2F1	8.13	B	C
D2F2	8.00	B	C
TESTIGO	6.90		C

En la tabla 10, se determinó la prueba de Tukey al 5% para dosis en la variable número de hojas, ubicándose en primer lugar D3 (dosis de 1.5cc/ L) con un promedio de 10.40 u, mientras que en último lugar se ubica D2 (dosis de 1cc/l L) con un promedio de 8.07 u.

Tabla 10.

Prueba de Tukey al 5% para dosis en la variable número de hojas.

<u>DOSIS</u>	<u>Medias (u)</u>	<u>Rango</u>
D3	10.40	A
D1	9.12	B
<u>D2</u>	<u>8.07</u>	<u>B</u>

En la tabla 11, se determinó la prueba de Tukey al 5% para la interacción dosis por frecuencia en la variable número de hojas, ubicándose en primer lugar D3F1 (dosis de 1.5cc/L con una frecuencia de 8 días) con una media de 11.60 u, mientras que en último lugar se ubica D2F2 (dosis de 1cc/L con una frecuencia de 15 días) con una media de 8.00 u.

Tabla 11.

Prueba de Tukey al 5% para la interacción dosis por frecuencia en la variable número de hojas.

<u>DOSIS</u>	<u>FRECUENCIA</u>	<u>Medias (u)</u>	<u>Rango</u>
D3	F1	11.60	A
D1	F1	9.37	B
D3	F2	9.20	B
D1	F2	8.87	B
D2	F1	8.13	B
<u>D2</u>	<u>F2</u>	<u>8.00</u>	<u>B</u>

La planta de cola de caballo tiene componentes como: silicio orgánico, flavonoides, taninos, saponinos y un alto de contenido de calcio y potasio, esto tiene coherencia con lo que menciona (Optigarden, 2017) el silicio al unirse con potasio fortalece la estructura de la planta, la capa celulosa formada por el silicio fortalece la parte externa del tallo, ramas y hojas. Se puede decir que al aplicar el hidrolato de cola de caballo el cual contiene nutrientes esenciales para el crecimiento de la planta, es lo que logra y mantiene una planta vigorosa y sana de acuerdo con lo que menciona (Minev, 2020) realizó estudios del efecto de hidrolato de lavanda en el crecimiento de la planta de orégano, con los resultados obtenidos en las plantas tratadas se obtuvo un mayor número de hojas.

(Arce, 2012) quien estudio cómo funciona el silicio orgánico y potasio nos indica con trabajos realizados anteriormente, se ha demostrado que hay un mayor crecimiento vegetal, plantas más fortalecidas y compactadas, mayor número de hojas más fuertes, mayor fotosíntesis, mayor tolerancia al estrés hídrico y térmico, de ello se deduce que la combinación de estos elementos no solo promueve un crecimiento y hojas más fuertes, sino que también mejora la tolerancia de las plantas a condiciones de estrés, como la sequía y las altas temperaturas. Por esta razón se evidencia la aplicación del hidrolato de cola de caballo con la que mostro mejor resultados fue la de la dosis de 1.5 cc/L y una frecuencia de 8 días, demostrando así que, si se puede obtener cultivos más resistentes y productivos, con una agricultura sostenible.

3.3 Altura de planta

Mediante el análisis de varianza de la variable altura de planta (Anexo 3) tomado a los cuarenta días después de la germinación, se obtuvo una diferencia significativa entre tratamientos con un (p-valor de < 0.0001), para dosis un (p-valor < 0.0001), para frecuencias un (p-valor < 0.0001), para la interacción dosis por frecuencia un (p-valor < 0.0001) y un coeficiente de variación de 4.18%

En la tabla 12, se determinó la Prueba de Tukey al 5% para la variable altura de planta entre tratamientos, donde en primer lugar se ubicó el tratamiento D3F1 (hidrolato de cola de caballo con una dosis de 1.5cc/L con una frecuencia de 8 días) con un promedio de 19.30 cm, mientras que al final se encuentra el testigo (sin aplicación del hidrolato de cola de caballo) con un promedio de 12 cm.

Tabla 12.

Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable altura de planta.

TRATAMIENTOS	Medias (cm)	Rango
D3F1	19.30	A
D1F1	15.57	B
D1F2	15.43	B
D2F1	14.00	B C
D3F2	13.50	C D
D2F2	13.30	C D
TESTIGO	12.00	D

En la tabla 13, se determinó la prueba de Tukey al 5% para dosis en la variable altura de planta, ubicándose en primer lugar D3(dosis 1.5cc/L) con una media de 16.40 cm y en último lugar se ubica D2 (dosis 1cc/L) con una media de 13.65 cm.

Tabla 13.

Prueba de Tukey al 5% para dosis en la variable altura de planta.

<u>DOSIS</u>	<u>Medias (cm)</u>	<u>Rango</u>
D3	16.40	A
D1	15.50	A
<u>D2</u>	<u>13.65</u>	<u>B</u>

En la tabla 14, se determinó la prueba de Tukey al 5% para frecuencias en la variable altura de planta, ubicándose en primer lugar F1 (frecuencia de 8 días) con una media de 16.29 cm y en último lugar F2 (frecuencia de 15 días) con una media de 14.08 cm.

Tabla 14.

Prueba de Tukey al 5% para frecuencias en la variable altura de planta.

<u>FRECUENCIA</u>	<u>Medias (cm)</u>	<u>Rango</u>
F1	16.29	A
<u>F2</u>	<u>14.08</u>	<u>B</u>

En la tabla 15, se determinó la prueba de Tukey al 5% para la interacción dosis por frecuencia para la variable altura de planta, ubicándose en primer lugar D3F1 (dosis de 1.5cc/L con una frecuencia de 8 días) con una media de 19.30 cm; mientras en último lugar se ubica D2F2 (dosis de 1cc/L con una frecuencia de 15 días) con una media de 13.30 cm.

Tabla 15.

Prueba de Tukey al 5% para la interacción dosis por frecuencias en la variable altura de planta.

<u>DOSIS</u>	<u>FRECUENCIA</u>	<u>Medias (cm)</u>	<u>Rango</u>
D3	F1	19.30	A
D1	F1	15.57	B
D1	F2	15.43	B
D2	F1	14.00	B C
D3	F2	13.50	C
D2	F2	13.30	C

Las observaciones de campo y los análisis realizados permiten inferir que el hidrolato de cola de caballo obtenido por arrastre de vapor en dosis de 1.5cc/L en frecuencia de ocho días han mostrado mejores resultados, debido posiblemente a que existe un grupo de moléculas reguladoras de crecimiento llamadas citocininas las mismas que regulan el crecimiento y el desarrollo de las plantas, (Gallardo & Gómez , 2006) indica que el hidrolato de cola de caballo influye en la división y la diferenciación celular y las hormonas que estimulan el mismo son las citocininas.

3.4 Diámetro del tallo

Efectuado el análisis de varianza a los cuarenta días después de la germinación para la variable diámetro del tallo (Anexo 4), se observa que son estadísticamente iguales dado que el p-valor es mayor a 0.05 (p-valor= 0.0965) entre tratamientos, para dosis un (p-valor=0.2621), para frecuencias un (p-valor=0.0554), para la interacción dosis por frecuencia un p-valor= 0.2621 con un coeficiente de variación de 9.40%.

Se determinó que no existe diferencias significativas entre los tratamientos, dosis, frecuencias y la interacción dosis por frecuencias, por lo que se da a conocer que la aplicación de hidrolato de cola de caballo no influye en el grosor del tallo en la planta de pimiento, ya que es puede ser una característica genética que la planta va desarrollando en su crecimiento, como menciona (Solórzano, 2019) el pimiento tiene un crecimiento en diámetro limitado por las características genéticas que cada una de las variedades presentan.

3.5 Longitud de la raíz

Mediante el análisis de varianza para la variable longitud de la raíz (Anexo 5) tomado a los cuarenta días después de la germinación, se observa que existe una diferencia significativa entre tratamientos con un (p- valor de 0.0001), para dosis un (p-valor= 0.0120), para frecuencias un (p-valor= 0.0004), para la interacción dosis por frecuencia un p-valor= 0.001 y un coeficiente de variación de 6.98%.

En la tabla 16, se determinó la Prueba de Tukey al 5%, donde en primer lugar se ubica el tratamiento D3F1 (dosis de 1.5cc/L con una frecuencia de 8 días) con un promedio de 14.67 cm, mientras que al último lugar se encuentra el testigo (sin aplicación del hidrolato de cola de caballo) con un promedio de 9.03 cm.

Tabla 16.

Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable longitud de la raíz.

TRATAMIENTOS	Medias (cm)	Rango
D3F1	14.67	A
D1F1	12.57	A B
D1F2	12.53	B
D2F2	11.57	B
D2F1	11.47	B
D3F2	10.77	B C
TESTIGO	9.03	C

En la tabla 17, se determinó la Prueba de Tukey al 5% para dosis en la variable longitud de la raíz, ubicándose un primer lugar D3 (dosis 1.5cc) con una media 12.72 cm y en último lugar se ubica D2 (dosis de 1cc) con una media de 11.52 cm.

Tabla 17.

Prueba de Tukey al 5% para dosis en la variable longitud de la raíz.

DOSIS	Medias (cm)	Rango
D3	12.72	A
D1	12.40	A B
D2	11.52	B

En la tabla 18, se determinó la Prueba de Tukey al 5% para frecuencias en la variable longitud de la raíz ubicándose en primer lugar F1 (frecuencia de 8 días) con una media de 12.90 cm; mientras en último lugar se ubica F2 (frecuencia de 15 días) con una media de 11.52 cm.

Tabla 18.

Prueba de Tukey al 5% para frecuencias en la variable longitud de la raíz.

<u>FRECUENCIA</u>	<u>Medias (cm)</u>	<u>Rango</u>
F1	12.90	A
F2	11.52	B

En la tabla 19, se determinó la Prueba de Tukey al 5% para la interacción dosis por frecuencia en la variable longitud de la raíz, ubicándose en primer lugar D3F1 (dosis de 1.5cc/ L con una frecuencia de 8 días) con una media de 14.67 cm y en último lugar se ubica D3F2 (dosis de 1.5cc/ L con una frecuencia de 15 días) con una media de 10.77 cm.

Tabla 19.

Prueba de Tukey al 5% para la interacción dosis por frecuencias en la variable longitud de la raíz.

<u>DOSIS</u>	<u>FRECUENCIA</u>	<u>Medias (cm)</u>	<u>Rango</u>
D3	F1	14.67	A
D1	F1	12.57	B
D1	F2	12.23	B C
D2	F2	11.57	B C
D2	F1	11.47	B C
D3	F2	10.77	C

La aplicación de hidrolato de cola de caballo con una dosis de 1.5cc/L una frecuencia de 8 días mostro mejores resultados en el crecimiento de la raíz debido a que las raíces están relacionadas directamente con los nutrientes y absorción de agua lo cual el *Equisetum*

arvense posee calcio, potasio, fósforo, magnesio, manganeso los cuales son los nutrientes minerales asociados para el crecimiento de una raíz, favoreciendo esto el enraizamiento de la raíz y por lo cual su crecimiento, mencionado lo anterior se puede corroborar con (Lisjak et al., 2015) que menciona que el uso de *Equisetum arvense* estimula el crecimiento de las raíces sobre las plantas de berro.

3.6 Volumen radicular

Efectuado el análisis de varianza a los cuarenta días después de la germinación, para la variable volumen radicular (Anexo 6) se determinó que existe una diferencia significativa con un (p-valor de 0.0010) entre tratamientos, para dosis en (p-valor= 0.0120), para la interacción dosis por frecuencia un (p-valor= 0.0003) y un coeficiente de variación de 5.77%

En la tabla 20, se determinó la Prueba de Tukey al 5% para la variable volumen radicular, en donde en primer lugar se ubica el tratamiento D3F1(hidrolato de cola de caballo con una dosis de 1.5cc/L con una frecuencia de 8 días) con un promedio de 41.33 ml; mientras tanto en el último lugar se encuentra el tratamiento D2F1 (hidrolato de cola de caballo dosis 1cc/L con una frecuencia de 15 días) con un promedio de 31.13 ml.

Tabla 20.

Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable volumen radicular.

TRATAMIENTOS	Medias (ml)	Rango
D3F1	41.33	A
D2F2	34.93	B
D1F2	34.13	B
D1F1	33.67	B
TESTIGO	32.93	B
D3F2	32.47	B
D2F1	31.13	B

En la tabla 21, se determinó la Prueba de Tukey al 5% para dosis en la variable volumen radicular, ubicándose en primer lugar D3 (dosis de 1.5cc/L) con una media de 36.90 ml y en último lugar se ubicó D2 (dosis de 1cc/L) con una media de 33.03 ml.

Tabla 21.

Prueba de Tukey al 5% para dosis en la variable volumen radicular.

<u>DOSIS</u>	<u>Medias (ml)</u>	<u>Rango</u>
D3	36.90	A
D1	33.90	B
D2	33.03	B

En la tabla 22, se determinó la Prueba de Tukey al 5% para la interacción dosis por frecuencia en la variable volumen radicular, ubicándose en primer lugar D3F1(dosis de 1.5cc/L con una frecuencia de 8 días) con una media de 41.33 ml, y en último lugar se ubica D2F1 (dosis de 1cc/L con una frecuencia de 8 días), con una media de 31.13 ml.

Tabla 22.

Prueba de Tukey al 5% para la interacción dosis por frecuencia en la variable volumen radicular.

<u>DOSIS</u>	<u>FRECUENCIA</u>	<u>Medias (ml)</u>	<u>Rango</u>
D3	F1	41.33	A
D2	F2	34.93	B
D1	F2	34.13	B
D1	F1	33.67	B
D3	F2	32.47	B
D2	F1	31.13	B

Los resultados obtenidos pueden ser posiblemente debido a que la planta de cola de caballo tiene como componente el silicio orgánico el mismo en estudios ya realizados ha mostrado que el uso del mismo aumenta el volumen de las raíces con esto se puede corroborar con (Fernández, E & Exposito, 2011) que nos indica que el uso de silicio orgánico en las plantas de tomate demostró un mayor volumen radicular y la resistencia a enfermedades fúngicas, mejorando su calidad y el rendimiento.

3.7 Contenido de clorofila

En el (Anexo 7) realizado el análisis de varianza para la variable contenido de clorofila, se determinó que existe una diferencia significativa de (p-valor= 0.0001) entre tratamientos, para frecuencias un (p-valor= 0.00089) y un coeficiente de variación de 1.72%.

En la tabla 23, se determinó la prueba de Tukey al 5% para la variable contenido de clorofila, en el cual el primer lugar es ocupado por el tratamiento D3F1 (hidrolato de cola de caballo con una dosis de 1.5cc/L con una frecuencia de 8 días) con un promedio de 35.70 SPAD, y en último lugar se ubica el tratamiento testigo (sin aplicación del hidrolato de cola de caballo) con un promedio de 30.87 SPAD.

Tabla 23.

Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable contenido de clorofila.

TRATAMIENTOS	Medias (SPAD)	Rango
D3F1	35.70	A
D2F1	34.73	A B
D1F1	34.37	A B
D3F2	33.97	B
D2F2	33.60	B
D1F2	33.53	B
TESTIGO	30.87	C

En la tabla 24, se determinó la prueba de Tukey al 5% para las frecuencias en la variable contenido de clorofila, ubicándose en primer lugar F1 (frecuencia de 8 días) con una media de 34.93 SPAD y en último lugar se ubica F2 (frecuencia de 15 días) con una media de 33.70 SPAD.

Tabla 24.

Prueba de Tukey al 5% para las frecuencias en la variable contenido de clorofila.

FRECUENCIA	Medias (SPAD)	Rango
F1	34.93	A
F2	33.70	B

3.8 Contenido de N

Realizado el análisis de varianza Anexo 8) para la variable contenido de N, se determinó que existe una diferencia significativa de (p-valor <0.0001) entre tratamientos, para frecuencias un (p-valor= <0.0001) y un coeficiente de variación de 1.72%.

En la tabla 25, se determinó la prueba de Tukey al 5% para la variable contenido de N, en el cual el primer lugar es ocupado por el tratamiento D3F1 (hidrolato de cola de caballo con una dosis de 1.5cc/L con una frecuencia de 8 días) con un promedio de 12.20 mg/g, mientras en último lugar se ubica el testigo (sin aplicación del hidrolato de cola de caballo) con un promedio de 11.13 mg/g.

Tabla 25.

Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable contenido de N.

TRATAMIENTOS	Medias (mg/g)	Rango
D3F1	12.20	A
D1F1	12.10	A
D2F1	12.10	A
D3F2	11.47	B
D2F2	11.40	B
D1F2	11.37	B
TESTIGO	11.13	B

En la tabla 26, se determinó la prueba de Tukey al 5% para las frecuencias en la variable contenido de N, ubicándose en primer lugar F1 (frecuencia de 8 días) con una media de 12.13 mg/g y en último lugar se ubica F2 (frecuencia de 15 días) con una media de 11.41 mg/g.

Tabla 26.

Prueba de Tukey al 5% para las frecuencias en la variable contenido de N.

FRECUENCIA	Medias (mg/g)	Rango
F1	12.13	A
F2	11.41	B

Los análisis realizados permiten interferir que el hidrolato de cola de caballo produce el aumento de clorofila en las hojas de las plantas de pimienta, debido posiblemente a que *Equisetum arvense* entre sus propiedades activas presentan carotenoides los cuales estos son encargados de captar energía luminosa, esta energía es transferida a las clorofilas y luego ser

transformada durante la fotosíntesis. (Bio Ecu Actual, 2021) indica que la planta de cola de caballo posee diversos flavonoides, taninos gálicos, esteroides, ácido benzoico, carotenoides, sales minerales (principalmente silícica en un 60-80%, así como potásica, magnésica y manganésica), ácido cafeico, ácido equisetólico, manitol, inositol y pequeñas cantidades de alcaloides. Todos estos componentes hacen que el hidrolato de cola de caballo pueda servir para aumentar la clorofila en las hojas de las plantas y así las plantas puedan mantener sus funciones metabólicas bajo control.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

Se determinó que el efecto producido por el hidrolato de cola de caballo para la producción de plántulas de pimiento ha demostrado efectos positivos resaltando en cuanto a las variables porcentaje de germinación alto, altura de planta, mayor número de hojas, raíces con mayor volumen, raíces vigorosas, mayor contenido de clorofila, mientras que el diámetro del tallo no ha mostrado ningún efecto en cuanto a los tratamientos aplicados, tomando en cuenta que el testigo el que no fue aplicado el hidrolato de cola de caballo mostraron resultados con valores bajos en comparación a los tratamientos.

De igual manera se puede señalar que la aplicación del hidrolato de cola de caballo produjo mejores resultados en las variables con la dosis D3F1 (dosis de 1,5cc/L con una frecuencia de ocho días), superando a los demás tratamientos en cuanto a las variables evaluadas.

Al ser evaluadas las dos frecuencias la que obtuvo mayores resultados entre los tratamientos y testigos fue la frecuencia de ocho días mostrando ser el tratamiento más efectivo ya que ofrece mayores resultados entre los demás tratamientos.

El hidrolato de cola de caballo puede ser optado como una alternativa ecológica, lo podemos utilizar como un fertilizante o bioestimulante natural en el desarrollo de las plantas, el mismo no solo se limita en proteger el medio ambiente y la salud humana, sino que va más allá, impulsando el desarrollo económico y social de las comunidades rurales. Representa una invitación a trabajar en conjunto con la naturaleza, cultivando alimentos nutritivos y de alta calidad, asegurando así la salud del planeta para las generaciones presentes y futuras.

4.2 Recomendaciones

- Con relación a los resultados obtenidos, se recomienda realizar la investigación en la fase reproductiva, con el fin de determinar si el hidrolato de cola de caballo nos puede servir en todas las fases fenológicas del cultivo.
- Se puede optar por realizar una investigación a campo abierto y probando en diferentes cultivos.
- Para obtener mejores resultados para la obtención de plántulas de pimiento se recomienda utilizar el tratamiento D3F1 (dosis de 1,5cc/L, frecuencia de 8 días) en vista de que fue el mejor que mostró resultados en las variables.

BIBLIOGRAFÍAS

- Agrobeta. (2024). *148-agrobeta-cola-de-caballo-eco* @ *www.agrobeta.com*. Protección de vegetales. <https://www.agrobeta.com/agrobetatiendaonline/proteccion-vegetal-eco/148-agrobeta-cola-de-caballo-eco.html>
- Álvarez, F., & Pino, M. (2018). Aspectos generales del manejo agronómico del pimiento en Chile. *Boletín INIA, Ministerio de Agricultura*, 360, 41–57. <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR40853.pdf>
- Arce, M. H. (2012). Silicio para la Nutrición y Protección Vegetal. *Silicio para la nutrición y protección Vegetal, Tabla 1*, 1–3.
- Barregüi, Rosendo, et al. (2011). Scielo @ *Www.Scielo.Org.Mx*. En *Revista IUS* (p. 53).
- Bartolomé García, T., Coletto Martínez, J. M., & Velázquez Otero, R. (2015). Historias De La Plantas II: La Historia Del Pimiento. *Historias De La Plantas II: La Historia Del Pimiento*, 241–254.
- Berdonces, J. L. (1985). *La cola de caballo en fitoterapia*. 1985, 25–28.
- Bio Ecu Actual. (2021). *11971416* @ *issuu.com*. Cola de caballo, el diurético por excelencia. https://issuu.com/bioecoactual/docs/bioecoactual_abril_2021/s/11971416#:~:text=Entre sus principios activos destacan, trazas de alcaloides%2C entre otros.
- Bracho, J. E. (2019). “Análisis de la rentabilidad del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) bajo invernadero en el Sector Piquer, Cantón Mira, Provincia del Carchi”.
- 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*. 61. http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25090/1/tesis_024_Ingeniería_Agropecuaria_-_Buñay_Christian_-_cd_024.pdf
- Carneiro, D. M., Jardim, T. V., Luciana Araújo, Y. C., Arantes, A. C., Sousa, A. C. de, Sebba Barroso, W. K., Sousa, A. L. L., Cunha, L. C. da, Cardoso Cirilo, H. N., Freitas Bara, M. T., & Brandão Veiga Jardim, P. C. (2021). Equisetum arvense: New Evidences Supports Medical use in Daily Clinic. *Pharmacognosy Reviews*, 13(26), 50–58. <https://doi.org/10.5530/phrev.2019.2.4>
- Casado, I. (2018). Optimización de la extracción de Aceites Esenciales por destilación en Corriente de Vapor. *Universidad Politécnica de Madrid*, 1, 84.
- Collaguazo & Mancheno, 2022. (2022). Comportamiento agronómico del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*) con tres dosis de silicio. En *Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales*.
- DANE. (2015). El cultivo del pimentón (*Capsicum annuum* L.) bajo invernadero. *Insumos Y Factores Asociados a La Producción Agropecuaria*, 37(Generalidades del pimentón), 74. https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Bol_Insumos_jul_2015.pdf

- Danilčenko, H., Dabkevičius, Z., Jariene, E., Tarasevičiene, Ž., Televičiute, D., Tamošiūnas, A., & Jeznach, M. (2017). The effect of stinging nettle and field horsetail extracts on the synthesis of biologically active compounds in germinated leguminous and quinoa seed. *Zemdirbyste-Agriculture*, 104(4), 337–344. <https://doi.org/10.13080/z-a.2017.104.043>
- Del Pinto, M. (2022). Curso de horticultura y floricultura año 2022, guía didáctica: cultivo y manejo del pimiento (*Capsicum annum* L.). *Universidad Nacional de la Plata*, 19.
- Dominguez, X. (2009). Destilación por arrastre de vapor, características, ventajas y aplicaciones. *Química orgánica*, 1311, 8. <http://organica1.org/1311/1311pdf10.pdf>
- Fernández, E & Exposito, J. M. P.-P. (2011). 298064967_EFFECTS_OF_SILICON_ON_TOMATO_PLANT_WATER_RELATIONS @ www.researchgate.net. *Silicon and water stress effects on tomato plant growth and mineral composition. Scientia Horticulturae*, 128(4), 342–347. https://www.researchgate.net/publication/298064967_EFFECTS_OF_SILICON_ON_TOMATO_PLANT_WATER_RELATIONS
- Gallardo Pérez, J. C., & Gómez Campos, A. (2006). Departamento de Botánica México. *Laboratorio de Etnobotánica, Facultad de Ciencias, UNAM*, 61–74.
- García, R. (2008). Efecto de los diferentes sistemas de cultivo sobre el contenido de nitrato en los frutos de pimiento. *Universidad Estatal Península de Santa Elena*, 55–56. <https://repositorio.upct.es/xmlui/bitstream/handle/10317/255/pfc2156.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gramaccioli, C. M., & Agostini, I. G. D. E. (s/f). *I MI E ALI I fosfati*. 1493.
- Huerto, P. (2024). *Propiedades-Y-Beneficios-De-La-Cola-De-Caballo_00420* @ *Www.Planetahuerto.Es*. Propiedades y beneficios de la cola de caballo. https://www.planetahuerto.es/revista/propiedades-y-beneficios-de-la-cola-de-caballo_00420
- León, B. (2012). La cola de caballo (*Equisetum*, *Equisetaceae*) comercializada y exportada del Perú. *Revista Peruana de Biología*, 19(3), 345–346. <https://doi.org/10.15381/rpb.v19i3.1053>
- Lisjak, M., Tomić, O., Špoljarević, B., Teklić, T., Stanisavljević, A., & Balas, J. (2015). Klijavost i vigor sjemena kres salate nakon tretmana biljnim ekstraktima. *Poljoprivreda*, 21(2), 41–46. <https://doi.org/10.18047/poljo.21.2.7>
- Malo, I., Bernacchia, G., & Arevalo, P. (2015). Activación de genes de defensa en plantas de tomate de mesa *lycopersicum esculentum* L., a través de la aplicación de sustancias químicas y naturales. *La Granja*, 21(1). <https://doi.org/10.17163/lgr.n21.2015.05>
- Martínez, S. L. (2014). *Conjunto Tecnológico para la Producción de Pimiento 1 SIEMBRA* 2. 1–3.
- Milla, A. (2006). *Capsicum de capsá, cápsula : el pimiento. Pimientos*, 21–31.
- Minev, N. (2020). *EFFECTS OF FOLIAR FERTILIZATION ON GROWTH, DEVELOPMENT AND PRODUCTION OF FLOWERS AND ESSENTIAL OIL ON LAVENDER (Lavandula angustifolia Mill.)*. *December*, 415–421. <https://www.researchgate.net/publication/347890787>

- Mohamed El-Mahmoudi. (2022). 9984459c0cfad3b6c3ff2265ce4af23fb90e635e @ [www.ncbi.nlm.nih.gov](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9268952/). *The Effect of Thymus vulgaris L. Hydrolate Solutions on the Seed Germination, Seedling Length, and Oxidative Stress of Some Cultivated and Weed Species. Plants*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9268952/>
- Morán, G. (2021). Estudio socioeconómico de los productores de pimienta (*capsicum annum L.*) de la zona de la parroquia Puerto Cayo, cantón Jipijapa. *Universidad Agraria del Ecuador*, 91. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/MORÁN ANGULO GÉNESIS NATHALIA.pdf>
- Moya, D. (2013). *vinc. civil -58-.pdf*. Universidad Tecnica de Ambato.
- Optigarden. (2017). *be6371107805ba90070682c378f25704833410bf @ optigarden.es*. <https://optigarden.es/blog/importancia-del-silicio-para-plantas/>
- Paredes, L. E. M., Pachar, P. B. P., & Patiño, A. N. J. (2021). Rural landscapes: Identification and characterization of landscape components. Cotalo Parish. Tungurahua. *Modulo Arquitectura CUC*, 28(28), 157–188. <https://doi.org/10.17981/MOD.ARQ.CUC.28.1.2022.05>
- Patricia;, L., & Sepúlveda, P. V. G. C. R. A. V. (2010). Manejo de plagas y enfermedades en pimienta, incorporando criterios de producción limpia. *Instituto De Investigaciones Agropecuarias, Centro De Investigacones Especializado En Agricultura Del Desierto Y Altiplano (Cie), Inia Ururi, Región De Arica Y Parinacota. Ministerio De Agricultura.*, 8p. <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/4402/NR38613.pdf?sequence=6&isAllowed=y>
- Pinto, M. B. (2013). El cultivo del pimienta y el clima en el ecuador. *Estudios e Investigaciones Meteorológicas INAMHI - Ecuador*, 700, 2.
- Ricco, R. A., Agudelo, I., Garcés, M., Evelson, P., Wagner, M. L., & Gurni, A. A. (2011). Polyphenols and antioxidant activity in *Equisetum giganteum L.* (Equisetaceae) | Polifenoles y actividad antioxidante en *Equisetum giganteum L.* (Equisetaceae). *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromaticas*, 10(4).
- Solórzano-Cedeño, A. E. (2019). *Efecto de quitosano, hongos micorrízicos y ácidos húmicos sobre el crecimiento y desarrollo en variedades de pimienta (Capcicum annum L) bajo condiciones protegidas*. 16–76.
- Vademecum española*. (2021).

ANEXOS.

Anexo 1.

Tabla ADEVA de la variable porcentaje de germinación.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% DE GERMINACION	21	0.86	0.76	3.32

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
TRATAMIENTO	733.33	6	122.22	11.85	0.0002
BLOQUE	9.52	2	4.76	0.46	0.6410
DOSIS	211.11	2	105.56	9.50	0.0034
FRECUENCIA	50.00	1	50.00	4.50	0.0554
DOSIS*FRECUENCIA	433.33	2	216.67	19.50	0.0002
T VS RESTO	38.89	1	38.89	3.77	0.0761
Error	123.81	12	10.32		
Total	866.67	20			

Anexo 2.

Tabla ADEVA de la variable número de hojas

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
NUMERO DE HOJAS	21	0.89	0.82	7.25

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
TRATAMIENTO	38.97	6	6.49	15.72	<0.0001
BLOQUE	0.80	2	0.40	0.97	0.4058
DOSIS	16.39	2	8.19	17.62	0.0003
FRECUENCIA	4.60	1	4.60	9.89	0.0084
DOSIS*FRECUENCIA	4.44	2	2.22	4.78	0.0298
T VS RESTO	13.54	1	13.54	32.78	0.0001
Error	4.96	12	0.41		
Total	44.73	20			

Anexo 3.**Tabla ADEVA de la variable altura de planta.**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALTURA DE PLANTA	21	0.96	0.93	4.18

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
TRATAMIENTO	100.87	6	16.81	44.36	<0.0001
BLOQUE	0.47	2	0.23	0.61	0.5571
DOSIS	23.59	2	11.80	31.78	<0.0001
FRECUENCIA	22.00	1	22.00	59.28	<0.0001
DOSIS*FRECUENCIA	29.22	2	14.61	39.37	<0.0001
T VS RESTO	26.06	1	26.06	68.76	<0.0001
Error	4.55	12	0.38		
Total	105.88	20			

Anexo 4.**Tabla ADEVA del diámetro del tallo.**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DIAMETRO DEL TALLO	21	0.59	0.32	9.40

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
TRATAMIENTO	1.2	6	2.1	2.36	0.0965
BLOQUE	2.9	2	1.4	1.64	0.2353
DOSIS	3.3	2	1.7	1.50	0.2621
FRECUENCIA	5.0	1	5.0	4.50	0.0554
DOSIS*FRECUENCIA	3.3	2	1.7	1.50	0.2621
T VS RESTO	7.1	1	7.1	0.82	0.3835
Error	1.0	12	8.7		
Total	2.6	20			

Anexo 5.**Tabla ADEVA de la variable longitud de la raíz.**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
LONGITUD DE RAIZ	21	0.87	0.79	6.98

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
TRATAMIENTO	53.60	6	8.93	13.26	0.0001
BLOQUE	1.82	2	0.91	1.35	0.2958
DOSIS	4.64	2	2.32	6.54	0.0120
FRECUENCIA	8.54	1	8.54	24.06	0.0004
DOSIS*FRECUENCIA	14.45	2	7.23	20.36	0.0001
T VS RESTO	25.97	1	25.97	38.53	<0.0001
Error	8.09	12	0.67		
Total	63.51	20			

Anexo 6.**Tabla ADEVA para la variable volumen radicular**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
VOLUMEN RADICULAR	21	0.82	0.70	5.77

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
TRATAMIENTO	196.56	6	32.76	8.34	0.0010
BLOQUE	18.55	2	9.27	2.36	0.1367
DOSIS	49.40	2	24.70	6.53	0.0120
FRECUENCIA	10.58	1	10.58	2.80	0.1202
DOSIS*FRECUENCIA	129.33	2	64.67	17.11	0.0003
T VS RESTO	7.24	1	7.24	1.84	0.1997
Error	47.16	12	3.93		
Total	262.26	20			

Anexo 7.**Tabla ADEVA para la variable contenido de Clorofila.**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
CONTENIDO DE CLOROFILA	21	0.92	0.87	1.72

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
TRATAMIENTO	40.62	6	6.77	19.98	<0.0001
BLOQUE	5.53	2	2.76	8.15	0.0058
DOSIS	2.54	2	1.27	1.80	0.2068
FRECUENCIA	6.85	1	6.85	9.70	0.0089
DOSIS*FRECUENCIA	0.63	2	0.31	0.45	0.6501
T VS RESTO	30.61	1	30.61	90.31	<0.0001
Error	4.07	12	0.34		
Total	50.22	20			

Anexo 8.**Tabla ADEVA para la variable contenido de N.**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
CONTENIDO DE N	21	0.95	0.92	1.08

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
TRATAMIENTO	3.43	6	0.57	36.04	<0.0001
BLOQUE	0.15	2	0.07	4.71	0.0309
DOSIS	0.03	2	0.02	0.62	0.5543
FRECUENCIA	2.35	1	2.35	84.50	<0.0001
DOSIS*FRECUENCIA	1.1	2	5.6	0.02	0.9802
T VS RESTO	1.05	1	1.05	66.12	<0.0001
Error	0.19	12	0.02		
Total	3.77	20			

Anexo 9.

Limpieza del terreno en donde se realizó el ensayo

**Anexo 10.**

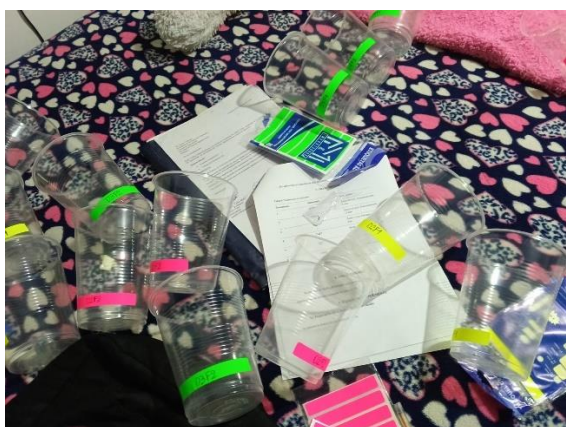
Preparación del hidrolato de cola de caballo mediante arrastre de vapor





Anexo 11.

Elaboración de etiquetas para los vasos, siembra de la semilla de pimienta, ubicación de los vasos en el terreno.



Anexo 12.

Aplicación de tratamientos

**Anexo 13.**

Mantenimiento del cultivo (control de riegos).



Anexo 14.

Registro de datos

Numero de hojas, diámetro del tallo, altura de planta



Volumen radicular, contenido de clorofila

