



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**AGROPECUARIAS**



**CARRERA DE AGRONOMÍA**

**TÍTULO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“Evaluación de productos alternativos para la prevención de enfermedades foliares en la etapa vegetativa del pimiento (*Capsicum annum L.*)”**

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

**AUTOR:**

**Kevin Eduardo Freire Chicaiza**

**TUTOR:**

**Ing. Walter Oswaldo Veloz Naranjo, Mg.**

**CEVALLOS, 2024**

**“Evaluación de productos alternativos para la prevención de enfermedades foliares en la etapa vegetativa del pimiento (*Capsicum annuum* L.)”**

REVISADO Y APROBADO POR:




Ing. Walter Oswaldo Veloz Naranjo, Mg.

TUTOR

**APROBADO POR LOS MIEMBROS DE CALIFICACIÓN:**

Fecha


08/02/2024



Ing. Patricio Núñez PhD  
PRESIDENTE DE TRIBUNAL



Ing. Mg. Hernán Zurita  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN



Dr. Pedro Pablo Pomboza  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

08/02/2024

## AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

El suscrito, **Kevin Eduardo Freire Chicalza**, portador de cédula de ciudadanía número 1850587641, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de investigación titulado: “**Evaluación de productos alternativos para la prevención de enfermedades foliares en la etapa vegetativa del pimiento (*Capsicum annuum* L.)**” 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.



---

**KEVIN EDUARDO FREIRE CHICAIZA**

## DERECHO DE AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “Evaluación de productos alternativos para la prevención de enfermedades foliares en la etapa vegetativa del pimiento (*Capsicum annuum* L.)” 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.



---

**KEVIN EDUARDO FREIRE CHICAIZA**

## **DEDICATORIA**

La presente tesis está dedicada con todo mi corazón a Dios debido a que gracias a su ayuda he podido concluir con mi carrera. A mis preciados y amados padres, Eduardo Freire y Luzmila Chicaiza, quienes me han apoyado incondicionalmente tanto en lo económico como en lo moral y emocional dándome consejos para ser así una persona de bien.

A mis hermosas y maravillosas hermanas, Genesis y Naydelin Freire, quienes me han apoyado moralmente día tras día con palabras de ánimo para poder seguir y no desmayar durante todo el trayecto de mi carrera y por las risas que nunca faltaron debido a sus ocurrencias que siempre me sacaban una sonrisa

A mi amorosa y cariñosa abuelita, Victoria Chicaiza quien a pesar de su edad ha sido un ejemplo a seguir, ya que es una persona amable y dadivosa. También a mi querido y apreciado abuelito Juan Freire quien a pesar de su carácter fuerte ha sido una persona que influyó demasiado en mi educación.

Finalmente, dedico a toda mi familia por cada consejo y corrección que me han dado, los cuales me han sido de gran ayuda para poder lograr lo que me proponga durante este gran y maravilloso proceso que hoy en día estoy finalizando gracias a la bendición de Dios y el apoyo incondicional de mis padres.

## **AGRADECIMIENTO**

Al finalizar este trabajo quiere extender mi total gratitud a Dios, quien cada día me ha bendecido con salud e inteligencia y ayudado en cada dificultad que se me ha presentado, por todas sus bendiciones en mi vida y por cada momento inolvidable, por mi familia y por el bienestar de cada uno de ellos.

Agradezco a mis padres por su gran e incompresible amor y paciencia, gracias por el esfuerzo de sacarnos adelante a mis hermanas y a mí al igual que agradezco por su apoyo tanto emocional, moral y económico, gracias por sus correcciones las cuales me han ayudado a ser una persona de bien y ser un ejemplo a seguir para mis hermanas, gracias por el sacrificio que hacen cada día para ver a sus hijos triunfar, gracias por acompañarme en los buenos y malos momentos.

A mis hermanas que han sido de gran ayuda para mí, en especial agradezco a mi amada hermana Naydelin que me ha apoyado incondicionalmente en cada una de las cosas en las cuales he necesitado de su ayuda también agradezco a una persona muy especial que ha estado, así como mi familia y que confió en mí.

Agradezco a mi tutor Ing. Walter Oswaldo Veloz Naranjo, Mg. que me ayudado con sus conocimientos y opiniones también por su amistad y confianza la cual quedo muy agradecido. Al igual que expreso mi más sincero agradecimiento a cada uno de mis compañeros de que han sido principales protagonistas de aquellos grandes momentos vividos a lo largo de esta trayectoria, gracias por su amabilidad y su apoyo durante todo este camino que como lo pudimos presenciar no fue nada fácil llegar a la cima, pero sim embargo lo logramos compañeros.

## ÍNDICE GENERAL

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	iii
DERECHO DE AUTOR.....	iv
DEDICATORIA .....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
ÍNDICE GENERAL.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS .....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT .....	xiii
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN .....	1
MARCO TEÓRICO.....	3
1.1. Antecedentes Investigativos.....	3
1.2. Marco Teórico.....	7
1.2.1. Taxonomía e importancia del género Capsicum .....	7
1.2.2. Valor nutritivo del fruto de pimiento .....	9
1.2.3. Principales enfermedades foliares en especies del género Capsicum... 9	
1.2.5 Estrategias de manejo de las enfermedades en plantas de pimiento.....	11
1.2.6. Estrategias sustentables de manejo de enfermedades en plantas de pimiento	12
Control biológico.....	12
1.2.7. Bioestimulación de la planta con ácido salicílico y productos ozonizados	13

1.3. <i>Objetivos</i> .....	14
Objetivo general:.....	14
Objetivos específicos: .....	14
 CAPÍTULO II .....	 15
 METODOLOGÍA .....	 15
2.1. <i>Ubicación del ensayo</i> .....	15
2.2. <i>Características del lugar</i> .....	15
2.3. <i>Equipos y materiales</i> .....	15
2.3.1. <i>Materiales para la cubierta plástica</i> .....	15
2.3.2. <i>Materiales para riego por goteo</i> .....	15
2.3.3. <i>Materiales para el tratamiento</i> .....	16
2.3.4. <i>Materiales para la recolección de datos</i> .....	16
2.3.5. <i>Materiales de oficina</i> .....	16
<input type="checkbox"/> <i>Esfero</i> .....	16
<input type="checkbox"/> <i>Calculadora</i> .....	16
2.4. <i>Factores en estudio</i> .....	16
2.5. <i>Diseño experimental</i> .....	17
2.6. <i>Hipótesis</i> .....	17
2.7.1. <i>Características del ensayo</i> .....	18
2.7.1. <i>Unidad experimental</i> .....	18
2.7.2. <i>Esquema de la unidad experimental</i> .....	18
2.7.3. <i>Esquema del experimento en el campo</i> .....	19
2.8. <i>Manejo del experimento</i> .....	19
2.8.1. <i>Preparación de terreno</i> .....	19
2.8.2. <i>Construcción de la cubierta plástica</i> .....	20
2.8.3. <i>Trasplante</i> .....	20
2.8.4. <i>Aplicación de tratamientos</i> .....	20
2.8.5. <i>Riego del cultivo</i> .....	20
2.8.6. <i>Control de malezas</i> .....	20
2.9. <i>Variables respuestas</i> .....	20



2.9.1. Registro de enfermedades.....	20
2.9.2. Porcentaje incidencia .....	21
2.9.3. Severidad .....	21
2.9.4. Diámetro del tallo.....	21
2.9.5. Área foliar.....	22
2.9.6. Altura de la planta .....	22
 CAPÍTULO III.....	 23
 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	 23
3.1. Registro de enfermedades.....	23
3.2. Diámetro de tallo en plantas de pimiento sometidas a diferentes concentraciones de aceite ozonizado y ácido salicílico .....	24
3.3. Altura de plantas de pimiento sometidas a diferentes concentraciones de aceite ozonizado y ácido salicílico .....	26
3.4. Área foliar en plantas de pimiento sometidas a diferentes concentraciones de aceite ozonizado y ácido salicílico .....	28
 CAPÍTULO IV .....	 31
 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	 31
4.1. CONCLUSIONES.....	31
4.1. RECOMENDACIONES.....	31
 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	 32

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Condiciones meteorológicas de la zona .....	15
<b>Tabla 2.</b> Esquema de la distribución para la aplicación de los tratamientos en el ensayo .....	17
<b>Tabla 3.</b> Características de la unidad experimental.....	18
<b>Tabla 4.</b> Escala para el levantamiento del porcentaje de severidad .....	21
<b>Tabla 5.</b> Registro de enfermedades en plantas de pimiento tratadas con ácido salicílico y aceite ozonizado .....	23
<b>Tabla 6.</b> Variación del diámetro de tallo en plantas de pimiento sometidas a diferentes dosis de aceite ozonizado y ácido salicílico a los 45, 60 y 75 días después del trasplante .....	25
<b>Tabla 7.</b> Variación de la altura de plantas de pimiento sometidas a diferentes dosis de aceite ozonizado y ácido salicílico a los 45, 60 y 75 días después del trasplante .....	27
<b>Tabla 8.</b> Variación en el área foliar en plantas de pimiento sometidas a diferentes dosis de aceite ozonizado y ácido salicílico a los 45, 60 y 75 días después del trasplante .	29

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Distribución de las especies del género <i>Capsicum</i> a nivel mundial .....	8
<b>Figura 2.</b> Hojas de pimiento mostrando síntomas de ataques de organismos fitopatógenos tales como con manchas foliares (A), decoloración (B) y distorsión (C) .....	11
<b>Figura 3.</b> Distribución de la parcela .....	18
<b>Figura 4.</b> Estado de sanidad de plantas de pimiento tratadas con productos alternativos .....	52

## RESUMEN

En esta investigación se evaluaron productos alternativos para prevención de enfermedades foliares en la etapa vegetativa del pimiento. Se evaluó el efecto de la aplicación de aceite ozonificado (Ozoagro) y ácido salicílico (Aspirina Lavetec) a dosis de 2 ml/L, 2.5 ml/L y 3.0 ml/L. Los resultados analizados fueron el diámetro de tallo, altura de planta, área foliar e incidencia de enfermedades foliares a los 45, 60 y 75 días después del trasplante (ddt) en plantas de pimiento variedad Iguazú. El efecto sobre el diámetro de tallo fue verificado a los 45 y 75 ddt, siendo mayor en plantas tratadas con ácido salicílico a dosis de 3.0 ml/L. En cuanto a la altura de planta, el efecto fue observado desde los 45 ddt con los máximos valores alcanzados en plantas tratadas con ácido salicílico a dosis de 2.5 y 3.0 ml/L (18.4 y 18.50 cm), mientras que a los 75 ddt, el mejor efecto fue observado con la mayor concentración. Finalmente, con relación al área foliar, el efecto de la aplicación de ácido salicílico (3.0 ml/L) solo fue verificada a los 75 ddt cuando alcanzó 107.50 cm<sup>2</sup>, seguido del resto de los tratamientos. Durante el ensayo no se observó la incidencia de enfermedades en plantas de pimiento tratadas con ácido salicílico y aceite ozonizado.

**Palabras clave:** biestimulación, manejo de enfermedades, productos alternativos, aceite ozonizado, ácido salicílico.

## ABSTRACT

In this research, alternative products were evaluated to prevent foliar diseases in the vegetative stage of pepper. The effect of the application of ozonized oil (Ozoagro) and salicylic acid (Aspirin Lavetec) at doses of 2 ml/L, 2.5 ml/L and 3.0 ml/L was evaluated. The results to be analyzed were stem diameter, plant height, leaf area and incidence of foliar diseases were evaluated in pepper plants variety Iguazú at 45, 60 and 75 days after transplanting (dat). The effect on stem diameter was verified at 45 and 75 dat, being greater in plants treated with salicylic acid at a dose of 3.0 ml/L. Regarding plant height, the effect was observed from 45 dat with the maximum values reached in plants treated with salicylic acid at doses of 2.5 and 3.0 ml/L (18.4 and 18.50 cm), while at 75 dat, higher effect was observed with the highest concentration. Finally, in relation to leaf area, the effect of the application of salicylic acid (3.0 ml/L) was only verified at 75 dat when it reached 107.50 cm<sup>2</sup>, followed by the rest of the treatments. During the trial, no incidence of diseases was observed in pepper plants treated with salicylic acid and ozonized oil.

**Keywords:** bioestimulation, disease management, alternative products, ozonated oil, salicylic acid.

## CAPÍTULO I

### INTRODUCCIÓN

El cultivo del pimiento (*Capsicum annuum* L.) tiene gran importancia debido a sus características de rentabilidad y a su relevancia social porque genera empleos a una gran cantidad de mano de obra. Del total del área cultivada con pimiento, aproximadamente el 89% se encuentra en el continente asiático, siendo India, China, Corea, Tailandia, Vietnam, Sri Lanka e Indonesia los principales productores, mientras que Estados Unidos y México son los segundos en importancia, con alrededor del 7 % y finalmente, el 4 % del área cultivada se encuentra en países de Europa, África y Medio Oriente (Pinto et al., 2016).

Las especies del género *Capsicum* son de origen en América tropical y subtropical y son importantes debido a su alto valor nutricional y económico, sin embargo, su cultivo es afectado por enfermedades causadas por virus, bacterias, hongos y oomicetos, en particular el oomiceto *Phytophthora capsici*, que es capaz de causar daños importantes en diferentes especies de *Capsicum*, debido a que infecta todos los órganos de la planta provocando pudrición de raíces, corona y frutos; y tizón de las hojas (Moreira-Morrillo et al., 2023).

De acuerdo con Pawar et al. (2020) se han reportado cinco enfermedades que se consideran de mayor importancia, mientras que 21 son enfermedades menores, de las cuales 12 son causadas por hongos, dos por bacterias y 12 por virus, las cuales pueden limitar la producción de pimiento, sin embargo, las mayores pérdidas son causadas por hongos tales como antracnosis, mancha foliar por *Cercospora*, tizón por *Choanephora*, marchitamiento y pudrición de la raíz, marchitez por *Fusarium*, mancha foliar gris, pudrición por *Alternaria*, moho gris, tizón por *Phytophthora*, mildiú polvoriento, pudrición del tallo, marchitez por *Verticillium*, entre otras.

La producción agrícola del pimiento ha experimentado variaciones durante los últimos años debido principalmente a diferentes enfermedades como pudrición del fruto, mancha foliar, marchitez, entre otras, a las cuales el cultivo ha mostrado

diferentes niveles de susceptibilidad, sin embargo, la antracnosis causada por *Colletotrichum* spp. es considerada la enfermedad fúngica más devastadora pues es capaz de reducir considerablemente el rendimiento del cultivo (Sonawane & Shinde, 2021). Esta enfermedad generalmente se desarrolla en condiciones de alta humedad cuando llueve después de que los frutos han comenzado a madurar (Sonawane & Shinde, 2021).

Tradicionalmente, estas y otras enfermedades han sido manejadas mediante el uso de productos químicos, especialmente con el desarrollo de numerosos fungicidas de acción específica desde la década de 1960, sin embargo, el desarrollo de la resistencia ponen de manifiesto la necesidad de contar con muchas opciones de fungicidas que tengan varios modos de acción, por lo que cada vez la búsqueda de otras alternativa de control es inminente (Hirooka & Ishii, 2013).

En tal sentido, el uso de productos a base de bioestimulantes está adquiriendo cada vez más mayor importancia. Sobczak et al. (2023) encontraron al evaluar el efecto del ácido salicílico (SA) sobre los parámetros fisiológicos y bioquímicos seleccionados del pimiento (*Capsicum annuum*) que la aplicación de ácido salicílico redujo la aparición de síntomas de deficiencia de calcio en frutos, además incrementó la absorción de nutrientes, incluso bajo condiciones de alta conductividad eléctrica, e indujo los mecanismos de defensa en la planta.

Hasta la fecha, no existe muchas literatura respecto al uso de aceites ozonizado sobre el control de enfermedades de plantas y sobre el crecimiento. Por lo que, en la presente investigación se planteó evaluar dos productos alternativos (aceite ozonizado y ácido salicílico) en la prevención de enfermedades foliares en la etapa vegetativa del pimiento (*Capsicum annuum* L.)

## MARCO TEÓRICO

### 1.1. Antecedentes Investigativos

El uso de aceite ozonizado se considera una técnica prometedora para la conservación de alimentos y ha ganado gran interés debido a sus fuertes propiedades oxidativas y su importante eficiencia antimicrobiana, y porque su descomposición no deja residuos en los alimentos. Es por ello que, Xue et al. (2023) realizaron una revisión de la tecnología del ozono donde se explican los efectos de multifuncionalidad del ozono en el procesamiento de alimentos, tanto en forma gaseosa como acuosa, los cuales han promovido su uso en las industrias alimentarias para satisfacer la creciente preferencia de los consumidores por una dieta saludable y productos listos para el consumo, aunque el ozono puede presentar efectos indeseables sobre las propiedades fisicoquímicas de ciertos productos alimenticios en altas concentraciones. Los usos combinados del ozono y otras técnicas han mostrado un futuro prometedor en el procesamiento de alimentos.

Alexopoulos et al. (2013) afirman que hortalizas crudas suelen estar contaminadas por diversos microorganismos, pudiéndose observar diferencias en la microflora durante la postcosecha en función de las condiciones ambientales y de manipulación y podría comprometer la seguridad del producto y la salud del consumidor, por lo que la inmersión de las hortalizas en agua saturada con ozono podría ser un proceso alternativo, respetuoso con el medio ambiente y más seguro, ya que no se forman subproductos ni residuos nocivos. La inmersión de lechuga (*Lactuca sativa*) y pimientos (*Capsicum annuum*) en agua presaturada con ozono (0,5 mg/L) disminuyó el recuento microbiano total en aproximadamente  $0,5 \times 10^6$  UFC/g y fue más efectivos cuando las hortalizas se sumergieron en agua continuamente ozonizada (0,5 mg/L), lo que provocó una disminución de aproximadamente  $2 \times 10^6$  UFC/g de la carga microbiana en los primeros 15 minutos y 3,5 log después de 30 minutos de exposición. Los mejores resultados se obtuvieron en el caso del pimiento, ya que su superficie lisa y uniforme permite una mayor eficacia del ozono.



Thepbandit et al. (2023) realizaron un estudio con el fin de investigar el arroz (*Oryza sativa* L.) cv. Khao Dawk Mali 105 tratado con ácido salicílico (SA)-Ricemate como mecanismo de protección de las plantas contra la enfermedad bacteriana del tizón foliar causada por *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* (Xoo). Los resultados indicaron que el uso de SA-Ricemate en aspersión foliar a concentraciones de más de 100 mg/L puede reducir la severidad de la enfermedad en un 71%. El tratamiento con SA-Ricemate también aumentó el contenido de peróxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) y de malondialdehído de los tejidos de las hojas de arroz en comparación con las muestras no tratadas. El desarrollo diferencial de estos compuestos de defensa fue más rápido cuando el arroz tratado con SA-Ricemate se infectó con Xoo, lo que indica resistencia inducida por la planta. En conclusión, los autores encontraron que, en condiciones de campo, SA-Ricemate redujo significativamente la severidad de la enfermedad en un 78 % y el rendimiento total del grano aumentó significativamente, lo que supuso un aumento de la altura de la planta, de los macollos por colina y de la panícula. Por lo tanto, SA-Ricemate se puede utilizar como un inductor alternativo para reemplazar pesticidas dañinos para controlar la enfermedad bacteriana del tizón foliar con un alto potencial para aumentar las defensas, el crecimiento y los componentes del rendimiento del arroz.

En un estudio realizado por El-Alwany y Banni (2023) con el objetivo medir la acumulación de ácido salicílico endógeno, como indicador de resistencia sistémica adquirida en plantas de trigo variedad “Utique” asperjaron plantas con ácido salicílico (SA) o agua como control, en la etapa de cinco hojas y posteriormente fueron infectadas con tizón foliar causado por *Alternaria triticina*. Se tomaron muestras de hojas después de 10, 20 y 30 días de la inoculación para probar su contenido endógeno de ácido salicílico, como señal del surgimiento de resistencia sistémica adquirida en las plantas. Los valores endógenos de SA aumentaron dramáticamente de 10 días a 20 días y alcanzaron un máximo con el día 30 de manera significativa, en comparación con las plantas del tratamiento control. Los tratamientos con SA demostraron una reducción en la incidencia de la enfermedad después de 10 días con un 54% y después de 20 días con un 4%, mientras que después de 30 días la reducción registró un alto

porcentaje del 80%. En comparación entre los intervalos de tiempo, la severidad de la enfermedad se redujo claramente y alcanzó el 83% después de 10 días de inoculación, luego disminuyó al 72% durante el día 20 y mantuvo su estabilidad en el día 30 de inoculación en un 72%.

Shivappa et al. (2023) investigaron el efecto individual y combinado de la preparación de semillas con silicato de potasio (1,0%) y ácido salicílico (100 mg/L) para el crecimiento de las plantas y las respuestas de defensa contra *Fusarium fujikuroi*, y también fue eficaz en parámetros de crecimiento como mejora de la germinación, longitud de raíces y brotes, biomasa vegetal y vigor de las plántulas. La acumulación de enzimas de defensa como la fenilalanina amoniliasa (PAL), la polifenol oxidasa (PPO), la peroxidasa (POD) y los derivados fenólicos fue significativamente mayor en las plantas tratadas. La planta tratada con SA-100 mg/L+PS-1% mostró la mejor respuesta sin ningún efecto fitotóxico. Esta investigación demuestra cómo se pueden utilizar silicato de potasio y ácido salicílico para combatir *F. fujikuroi* en el arroz mediante la activación de enzimas de defensa clave. Además, la aplicación de estas sustancias a las plantas estimula sus defensas antioxidantes, lo que previene indirectamente la propagación de enfermedades. En lugar de fungicidas, las opciones de tratamiento con silicato de potasio y ácido salicílico son inofensivas para el medio ambiente y pueden usarse para controlar la enfermedad bakanae. Se pueden iniciar estudios futuros para identificar los mecanismos potenciales detrás de los efectos combinados de silicato de potasio y ácido salicílico en la promoción del crecimiento de las plantas y la supresión de enfermedades.

Rodríguez et al. (2023) realizaron un estudio para evaluar nuevas alternativas para evitar los problemas asociados al uso de fungicidas químicos sintéticos en la agricultura, usando abonos verdes de *Brassica* para combatir enfermedades fúngicas de los cultivos, como las producidas por el patógeno necrotrófico *Rhizoctonia solani*, debido a su capacidad inductora de resistencia sistémica de la planta. Los autores aplicaron hojas liofilizadas de col rizada como abono verde en plantas de pimiento infectadas con *R. solani*. Esto produjo la activación sistémica de las defensas foliares a través de las vías del ácido salicílico (SA) y del etileno (ET), reduciendo

significativamente el daño de los patógenos. Además, esta respuesta sistémica condujo a la acumulación de metabolitos de defensa secundarios, como el ácido piperónico, la hidroxycumarina y el ácido glucónico, en las hojas. Las plantas de pimiento tratadas con col rizada liofilizada acumularon glucosinolatos cuando se infectaron con *R. solani*, por lo cual, se recomienda su uso como medida alternativa para el manejo de patógenos en pimiento.

Dado que la pudrición del fruto por antracnosis, causada por *Colletotrichum* spp. es una de las enfermedades fúngicas más destructivas del pimiento, Cui et al. (2023) realizaron una revisión sobre el manejo de la antracnosis mediante el uso de la resistencia en especies de pimiento. En total, se describieron 375 accesiones que mostraban diferentes niveles de resistencia contra *Colletotrichum* spp., pertenecientes a diferentes especies, entre ellas *C. annuum* (1y0), *C. baccatum* (8y), *C. chacoense* (4), *C. chinense* (90) y *C. frutescens* (1y). Para algunas de las muestras resistentes, se informaron genes de resistencia o loci de rasgos cuantitativos (QTL). Utilizando marcadores moleculares asociados, fueron localizados 31 QTL y 17 genes relacionados con la resistencia en los genomas de *Capsicum* publicados recientemente, incluidos *C. annuum* CM334 versión 1.y, *C. chinense* versión 1.2 y *C. baccatum* versión 1.2. Estos resultados podrían ser útiles para hacer uso de algunas accesiones reportadas en el mejoramiento de cultivares de pimiento con resistencia a la pudrición por antracnosis.

En India, Jadon et al. (201y) evaluaron la efectividad de extractos de plantas, agentes de control biológico y productos botánicos comerciales contra el hongo causante del tizón (*Drechslera bicolor*) en plantas de pimiento bajo condiciones de laboratorio y en macetas. Se demostró que el agente biocontrol, *Trichoderma viride* y el aislado Neist-2 de rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPR) fueron bastante eficaces contra el tizón del pimiento. Todos los fungicidas, productos botánicos, productos botánicos comerciales y agentes de control biológico evaluados *in vitro* se estudiaron más a fondo como tratamientos de semillas y dos aspersiones foliares con un intervalo de diez días en experimentos en macetas. Los resultados mostraron que las combinaciones de Vitavax, aislado de PGPR Neist-2 y extracto de Mehandi eran muy

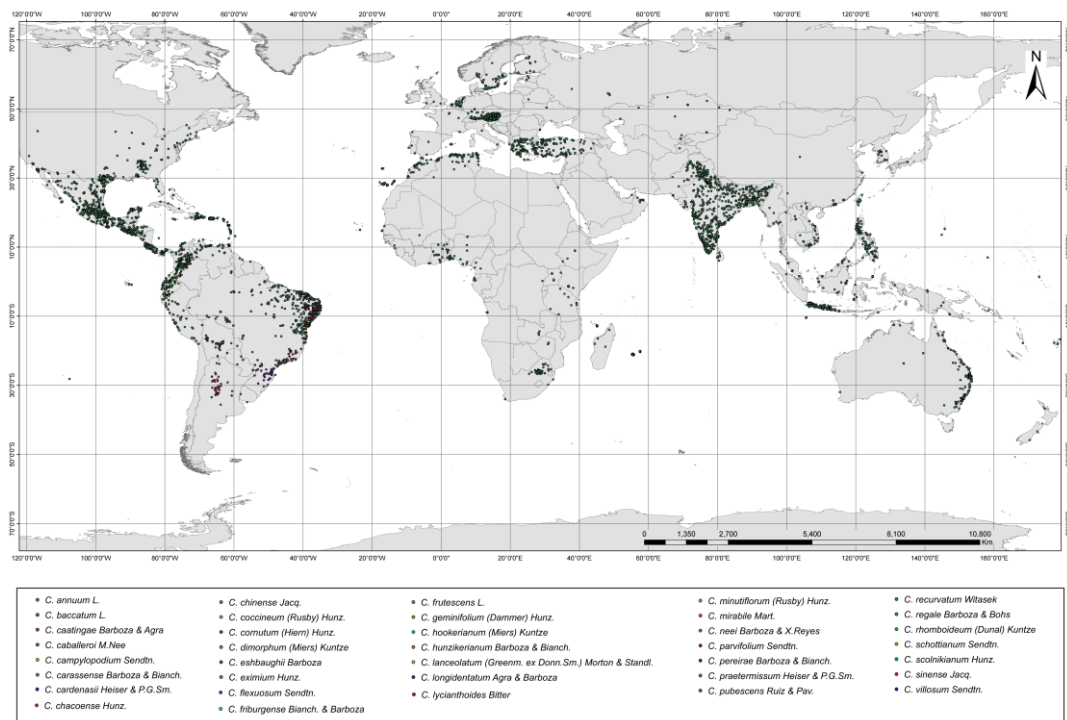
efectivas contra el tizón del pimiento, seguidas de Vitavax, *T. viride* y extracto de Mehandi utilizados individualmente. Se encontró que todos los tratamientos en los experimentos en macetas redujeron significativamente la mortalidad de las plántulas y mejoraron la biomasa vegetal del pimiento. Por lo tanto, estos hallazgos sugieren que se podría lograr un mejor manejo integrado del tizón del pimiento mediante la realización de pruebas de campo en las principales áreas cultivadas de pimiento. Además de los fungicidas, diferentes productos botánicos y comerciales también parecen ser opciones de tratamiento prometedoras. Por lo tanto, el resultado del presente estudio proporciona una opción alternativa de uso de fungicidas para minimizar las pérdidas causadas por *Drechslera bicolor*.

## **1.2. Marco Teórico**

### *1.2.1. Taxonomía e importancia del género Capsicum*

El pimiento es una planta herbácea cuyo origen ha sido señalado en América, aunque actualmente es cultivado en todo el mundo, principalmente en regiones de clima tropical y subtropical, pertenece a la familia de las solanáceas, la cual también incluye berenjenas, tomates, papas y tabaco (Barboza et al., 2022). La distribución precolombina de este género probablemente se extendió desde el extremo sur de los Estados Unidos hasta la zona templada cálida del sur de América del Sur (Alonso-Villegas et al., 2023; Barboza et al., 2022).

El género *Capsicum* contiene más de 30 especies ampliamente distribuidas a nivel mundial, pero solo cinco especies son las más representativas por el área cultivada a nivel mundial, siendo estas *Capsicum annuum* L., *Capsicum chinense* Jacq, *Capsicum frutescens* L., *Capsicum baccatum* L. y *Capsicum pubescens* (Ruiz y Pav) (Alonso-Villegas et al., 2023) (Fig. 1).



**Figura 1.** Distribución de las especies del género *Capsicum* a nivel mundial

Fuente: Alonso-Villegas et al. (2023)

Las especies *C. frutescens* y *C. annuum* han sido domesticadas en México, siendo este país el centro de diversificación de *C. annuum*, la especie más cultivada y económicamente importante del mundo, con más de 100 morfotipos presentes (Aguilar-Meléndez et al., 2021). Hay evidencias de su cultivo desde hace aproximadamente 6000 años y sus usos se remontan a la época precolombina, donde su uso principal era como condimento, pero los diferentes tipos de pimientos también jugaron un papel esencial como fuente de vitamina C en las diversas culturas americanas (Bosland & Votava, 2012).

Según los datos de Market Report World (2023), el tamaño del mercado mundial de *Capsicum* se valoró en 4471,04 millones de dólares para 2022 y se espera que el mercado alcance los 7325,67 millones de dólares para 2028, con una tasa compuesta anual del 8,58%. Entre los principales países productores de pimiento del mundo en 2021 se incluyeron a China (16.725.716 tn), Turquía (2.864.100 tn),

Indonesia (2.759.805 tn) y México (2.701.293 tn) (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2024).

### 1.2.2. *Valor nutritivo del fruto de pimiento*

Los frutos del género *Capsicum* contienen metabolitos nutricionalmente relevantes como carotenoides (provitamina A), ácido ascórbico (vitamina C), tocoferoles (vitamina E), compuestos fenólicos y capsaicinoides (Oney-Montalvo et al., 2020). Estos metabolitos podrían tener efectos beneficiosos para la salud y algunos pueden ejercer actividad antioxidante porque pueden tener capacidades de eliminación de radicales libres y de oxígeno (Escalante-Araiza y Gutiérrez-Salmeán, 2021). Un porcentaje importante de la actividad antioxidante que tienen los pimientos, se debe a la cantidad de compuestos fenólicos y no solo al contenido de vitaminas y carotenoides (Zia et al., 2022).

Tradicionalmente, el pimiento se suele consumir fresco y procesado en diferentes formas, como especias, polvo, pasta y, además, existen otros usos que desarrollaron nuestros antepasados, como en medicina, moneda y material tributario, entre otros etc. (Hervert-Hernández et al., 2010). Se utiliza en la medicina tradicional para remediar los efectos del asma, la tos, la irritación de garganta y otros trastornos respiratorios (Narez-Jiménez et al., 2014; Paran et al., 2007).

### 1.2.3. *Principales enfermedades foliares en especies del género Capsicum*

Las enfermedades más comunes de las hojas del pimiento son la mancha foliar, la decoloración rápida, el mosaico y el enrollamiento de las hojas (Jain et al., 2019). Los síntomas de las manchas foliares en el pimiento son principalmente lesiones circulares con un centro blanco. Estas enfermedades foliares pueden ser causadas por diferentes microorganismos como oomicetos, bacterias, hongos y micoplasmas, los cuales, por lo general provocan disminución de la producción, causando en consecuencia bajas en el rendimiento (Jadon et al., 201y).

Por lo general, el centro de las manchas foliares se rompe dejando pequeños agujeros, mientras que las decoloraciones se caracterizan por un color amarillento

inusual de la hoja, que comienza en las puntas y progresa hasta la hoja inferior y esto normalmente ocurre primero en las hojas viejas del pimiento, seguida del resto de las hojas de color verde claro. Por otra parte, el rizado de la hoja se refiere al desarrollo inadecuado de la hoja, lo que hace que se enrolle o se deforme y puede estar acompañada de la presencia de manchas marrones en la hoja, tal como se muestra en la figura 1-3 donde se presentan ejemplos de manchas foliares, hojas descoloridas y curvatura de las hojas en plantas de pimiento (Entuni et al., 2023).

De acuerdo con Jadon et al. (201y), los agentes fitopatógenos pueden afectar no solo la hoja sino también infectan los frutos durante el transporte y almacenamiento, siendo las principales enfermedades fúngicas de los cultivos de pimiento son la marchitez (*Pythium aphanidermatum* y *Phytophthora* spp.), las manchas foliares (*Cercospora capsici* y *Alternaria solani*), la antracnosis y la pudrición madura (*Colletotrichum capsici*), podredumbre del fruto y tizón foliar (*Phytophthora* spp.), mildiú polvoriento (*Erysiphe cichoracearum* y *Leveillula taurica*), tizón temprano (*A. solani*), marchitez (*Fusarium oxysporum*), pudrición ojo de rana (*Phaeoramularia capsicicola*), mancha foliar (*Septoria lycopersici*), mancha del fruto (*Phoma destructiva*), pudrición del tallo (*Macrophomina phaseoli*), pudrición seca (*Sclerotium rolfsii*) y pudrición del fruto (*Phomopsis* spp.).

Más recientemente, Babu et al. (2023) realizaron el primer reporte de la bacteria *Enterobacter cloacae* que causa la mancha foliar del pimiento, acompañada de necrosis de los márgenes y síntomas de defoliación en el campo en la India y en todo el mundo, sin embargo, de acuerdo con estos autores se requieren más investigaciones para determinar la presencia y el impacto de las cepas de *E. cloacae* en este cultivo.



**Figura 2.** Hojas de pimiento mostrando síntomas de ataques de organismos fitopatógenos tales como con manchas foliares (A), decoloración (B) y distorsión (C)

#### 1.2.5 Estrategias de manejo de las enfermedades en plantas de pimiento

El control químico, mediante el uso de productos fungicidas es la estrategia más común para el manejo de enfermedades causadas hongos fitopatógenos en plantas de *Capsicum*, especialmente con moléculas con un modo de acción directo sobre el



fitopatógeno (Lozano et al., 2014). La eficacia de estos fungicidas de origen sintético ha sido demostrada en condiciones de laboratorio y de campo, por ejemplo, Mancozeb 64% + Metalaxyl 4% (7.5 g/L) o Sulfato de cobre pentahidratado (2.5 mL/L) aplicado al suelo, y Fosfonato de potasio (5 mL/L) aplicado al área foliar, pueden reducir eficazmente la incidencia de enfermedades (Huallanca y Cadenas, 2014). Otras moléculas como ametoctradina + dimetomorfo, ciazofamida, dimetomorfo, famoxadón + cimoxanilo, fluazinam, fluopicolida, mandipropamida, mefenoxam, fosfonatos y zoxamida + mancozeb, también se pueden utilizar para controlar el marchitamiento, el tizón de las hojas y la pudrición del fruto (Babadoost et al., 2015).

A pesar del éxito logrado a lo largo de los años con el uso de control químico, el uso inadecuado de moléculas ha hecho que provocado la aparición de razas resistentes a estos productos fungicidas (Dunn et al., 2010). Para reducir la presión de selección por parte del fitopatógeno, el agricultor debe disponer de una amplia gama de moléculas aplicadas en rotación periódica y programada durante cada ciclo de cultivo e incluso utilizar mezclas que tengan modos de acción sistémicos y protectores (Moreira-Morrillo et al., 2022).

#### *1.2.6. Estrategias sustentables de manejo de enfermedades en plantas de pimiento*

##### *Control biológico*

El control biológico se refiere al uso de organismos vivos para el control de diferentes agentes causantes de enfermedades en plantas. Ayaz et al. (2023) señalan que existen varios estudios que demuestran el papel de las bacterias beneficiosas en la promoción del crecimiento de las plantas y la resistencia a las enfermedades en los cultivos, entre las cuales se incluyen los géneros: *Bacillus*, *Paenibacillus*, *Agrobacterium*, *Bradyrhizobium*, *Acinetobacter*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Pseudomonas*, *Rhizobium* y *Streptomyces*, se han documentado como agentes de biocontrol para controlar diversas enfermedades en los principales cultivos.

El uso de bacterias beneficiosas puede mejorar el crecimiento de las plantas y controlar diversas enfermedades causadas por bacterias, hongos y nematodos sin dañar el medio ambiente (Ayaz et al., 2023).

Las especies de *Bacillus* se encuentran entre los agentes de biocontrol más investigados, los cuales están disponibles en forma de biopesticidas que contribuyen a la supresión de patógenos de plantas mediante antagonismo, por su capacidad de producir antibióticos, enzimas hidrolíticas, sideróforos y/o por competencia por nutrientes y espacio que promueven la inhibición del crecimiento de patógenos, por inducción de resistencia sistémica y también pueden actuar como biofertilizantes o bioestimulantes, ya sea facilitando la absorción de determinados nutrientes del medio (fijación de nitrógeno, solubilización de fosfatos), o aportando a la planta un compuesto (biosíntesis de hormonas vegetales) (Miljaković et al., 2020).

#### *1.2.7. Bioestimulación de la planta con ácido salicílico y productos ozonizados*

El ácido salicílico (SA) es una hormona de defensa esencial en las plantas que se acumula ante el ataque de un patógeno para inducir defensa local y resistencia sistémica adquirida (SAR) (Zhang y Li, 2019). Los análisis genéticos han demostrado la caracterización de genes que intervienen en la biosíntesis, conjugación, acumulación, señalización y comunicación cruzada del SA con otras hormonas, proporcionando nueva información sobre la interacción de este sistema para activar la respuesta inmune de la planta (Kim y Lim, 2023).

Los efectos del SA pueden cambiar la actividad enzimática, aumentar los genes de defensa, mejorar varias respuestas de defensa y/o generar radicales libres, además, desempeña un papel en la señalización de la resistencia, sin embargo, la biosíntesis del SA y su papel en la defensa de las plantas aún no se comprenden completamente, puesto que aún faltan aspectos por conocer sobre el mecanismo específico su papel en la resistencia sistémica inducida (Kim y Lim, 2023).

La notable eficacia del ozono como desinfectante de amplio espectro y su potencial para destruir residuos de plaguicidas han llevado a su uso generalizado como método

libre de residuos para mejorar la calidad del suelo, desinfectar alimentos y tratar el agua, entre otros beneficios, además de su bajo costo, lo que lo convierte en una opción asequible para tratar residuos de los plaguicidas (Aidoo et al., 2023).

Su capacidad para degradar pesticidas sin impactar negativamente el medio ambiente ha aumentado su adopción como herramienta de limpieza después del uso de plaguicidas (Aidoo et al., 2023).

### **1.3. Objetivos**

#### **Objetivo general:**

Evaluar productos alternativos para prevención de enfermedades foliares en la etapa vegetativa del pimiento (*Capsicum annuum* L.).

#### **Objetivos específicos:**

- Determinar el efecto de productos alternativos para prevención de enfermedades foliares en cultivo de pimiento
- Establecer dosis adecuadas para la prevención y manejo de enfermedades foliares en el cultivo de pimiento

## CAPÍTULO II

### METODOLOGÍA

#### 2.1. Ubicación del ensayo

El ensayo fue desarrollado en el Campus Querochaca, de la Universidad Técnica de Ambato, ubicado en el cantón Cevallos, provincia de Tungurahua, a una altitud de 2.897 m.s.n.m, con coordenadas geográficas de 1°22'10"S y 78°3y'45"W (GAD- Cevallos, 2021).

#### 2.2. Características del lugar

**Tabla 1.** *Condiciones meteorológicas de la zona*

Característica	Descripción
Promedio máximo de temperatura (día):	21,3 °C
Promedio máximo de temperatura (noche):	11,1 °C
Máxima temperatura alcanzada:	26 °C
Mínima temperatura alcanzada:	7 °C
Fuente de viento promedio:	5 km/h

Fuente: WeatherOnline (2021)

#### 2.3. Equipos y materiales

##### 2.3.1. *Materiales para la cubierta plástica*

- Excavadora
- Palos de madera
- Plástico
- 1lb de clavos de 2 pulgadas

##### 2.3.2. *Materiales para riego por goteo*

- Bomba de 1 Hp marca Bellota.
- Manguera de 1 pulgada

- Llave de una pulgada
- Conectores
- Cinta de goteo 20 x 20
- Pala jardinera
- Plántulas de pimiento

### *2.3.3. Materiales para el tratamiento*

- Aceite ozonificado
- Ácido salicílico

### *2.3.4. Materiales para la recolección de datos*

- Flexómetro o regla
- Lupa
- Calibrador Vernier

### *2.3.5. Materiales de oficina*

- Laptop
- Cuaderno
- Celular
- Esfero
- Calculadora

## **2.4. Factores en estudio**

### *2.4.1. Productos*

P1: Aceite ozonificado (Ozoagro)

P2: Ácido salicílico (Aspirina Lavetec)

### *2.4.2. Dosis*

D1: (2 ml/l)

D2: (2.5 ml/l)

D3: (3ml/l)

Los tratamientos que fueron evaluados se pueden visualizar en la siguiente tabla:

**Tabla 2.** *Esquema de la distribución para la aplicación de los tratamientos en el ensayo*

<b>Tratamiento</b>	<b>Simbología</b>	<b>Descripción</b>
<b>1</b>	P1D1	Aceite ozonificado (Ozoagro) (2 ml/L)
<b>2</b>	P1D2	Aceite ozonificado (Ozoagro) (2.5 ml/L)
<b>3</b>	P1D3	Aceite ozonificado (Ozoagro) (3 ml/L)
<b>4</b>	P2D1	Ácido salicílico (Lavetec) (2 ml/L)
<b>5</b>	P2D2	Ácido salicílico (Lavetec) (2.5 ml/L)
<b>6</b>	P2D3	Ácido salicílico (Lavetec) (3 ml/L)
<b>7</b>	T	Biol artesanal

## **2.5. Diseño experimental**

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (BCA) en arreglo factorial 3 x 2, con 3 repeticiones. Las variables que mostraron diferencias significativas fueron sometidas a prueba de medias según Tukey ( $p < 0.05$ ) mediante el software estadístico Statistix versión 10.0.

## **2.6. Hipótesis**

Hipótesis Nula ( $H_0$ ): La aplicación de aceite ozonizado y ácidos salicílico no incide sobre el crecimiento y defensa de plantas de pimiento

Hipótesis Alternativa ( $H_1$ ): La aplicación de aceite ozonizado y ácidos salicílico si incide sobre el crecimiento y defensa de plantas de pimiento.

## 2.7. Manejo del experimento

### 2.7.1. Características del ensayo

#### 2.7.1.1. Unidad experimental

Tabla 3. Características de la unidad experimental

Diseño de bloques al azar	Dimensión
Número de tratamientos	7
Número de repeticiones	3
Número de unidades experimentales	21
Número de plantas por parcela	12
Número total de plantas	228
Distancia entre plantas	0.15 m
Distancia entre hilera	0.80 m
Ancho total	4 m
Largo total	8 m
Área total experimental	32 m <sup>2</sup>

#### 2.7.2. Esquema de la unidad experimental

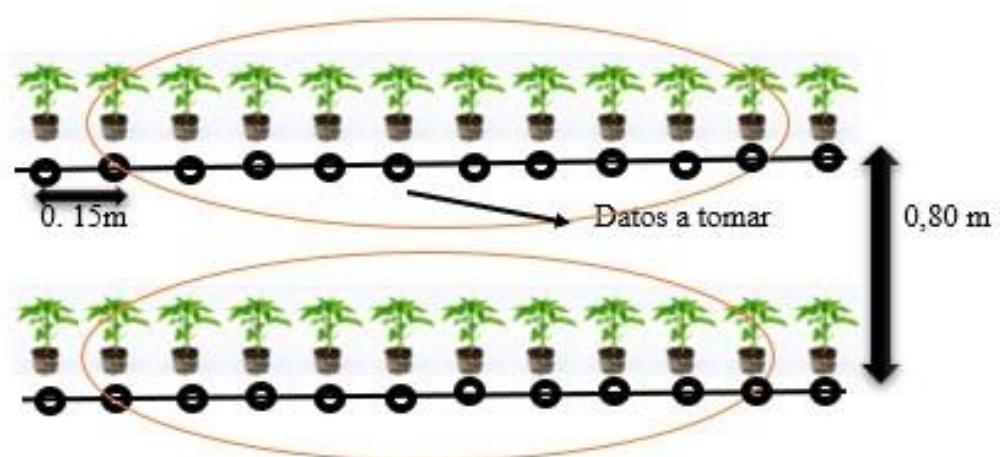


Figura 3. Distribución de la parcela

### 2.7.3. Esquema del experimento en el campo

Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3
T1 P1D1	T7 T	T5 P2D2
T5 P2D2	T3 P1D3	T4 P2D1
T7 T	T6 P2D3	T3 P1D3
T3 P1D3	T1 P1D1	T2 P1D2
T4 P2D1	T2 P1D2	T6 P2D3
T2 P1D2	T5 P2D2	T7 T
T6 P2D3	T4 P2D1	T1 P1D1

#### Leyenda

Tratamientos	
	T1 Aceite ozonif. (Ozoagro) (2 ml/L)
	T2 Aceite ozonif. (Ozoagro) (2.5 ml/L)
	T3 Aceite ozonif. (Ozoagro) (3 ml/L)
	T4 Ácido salicílico (Lavetec) (2 ml/L)
	T5 Ácido salicílico (Lavetec) (2.5 ml/L)
	T6 Ácido salicílico (Lavetec) (3 ml/L)
	T7 Biol artesanal

## 2.8. Manejo del experimento

### 2.8.1. Preparación de terreno

Se midió un área de 8 m de largo y 4 m de ancho. Posteriormente se realizó la limpieza de los restos de cosecha y, por último, se incorporó materia orgánica (abono de cuy).



### *2.8.2. Construcción de la cubierta plástica*

En el experimento se colocó una cubierta plástica transparente de 4 x 8 m (32 m<sup>2</sup>) a una altura de 2 metros y con una pendiente del 30% para la caída del agua causado por la lluvia.

### *2.8.3. Trasplante*

Se utilizaron plantas de pimiento de 2 meses de edad, libre de plagas y enfermedades.

### *2.8.4. Aplicación de tratamientos*

La primera aplicación de los diferentes tratamientos se realizó a los 8 días después del trasplante.

### *2.8.5. Riego del cultivo*

Se implementó un sistema de riego para realiza un regadío localizado solo para las plantas y con la finalidad de aprovechar el agua al máximo.

### *2.8.6. Control de malezas*

La primera limpieza de las malezas se realizó a los 25 días después del trasplante mediante el uso de un azadón en las áreas de camino, mientras que en las hileras el control se hizo manual para evitar causar daño a las raíces. El segundo control fue a los 30 días después.

## **2.9. Variables respuestas**

### *2.9.1. Registro de enfermedades*

El registro de enfermedades foliares en pimiento fue realizado mediante inspección visual por el haz y envés de la hoja de 10 plantas seleccionadas al azar, utilizando una lupa. La recolección de datos sobre incidencia de enfermedades foliares se realizó a los 45, 60 y 75 días después del trasplante.

### 2.9.2. Porcentaje incidencia

La incidencia de las enfermedades foliares en pimiento se determinó mediante la observación en 10 plantas al azar a los 45, 60 y 75 días después del trasplante del pimiento.

### 2.9.3. Severidad

La severidad se determinó mediante la observación de los daños que la enfermedad provocó, por lo cual se aplicó la escala de y grados.

**Tabla 4.** Escala para el levantamiento del porcentaje de severidad

<b>Rango de severidad</b>	<b>Observación</b>
0	Planta sana
1	Pequeñas lesiones visibles en el haz y envés de la hoja.
2	Hojas con manchas de contorno regular o irregular en el haz y envés.
3	Hojas con manchas en contorno regular o irregular en las hojas basales.
4	Hoja con manchas negras (elípticas o circulares) con bordes cloróticos y halo acuoso
5	Defoliación, hojas secas de color grises.

### 2.9.4. Diámetro del tallo

Se midió el diámetro del tallo a los 45, 60 y 75 días después del trasplante, utilizando un calibrador Vernier a una altura de 10 cm medidos desde la base de 10 plantas tomadas al azar.

#### 2.9.5. *Área foliar*

El área foliar fue tomada en 10 plantas al azar por cada unidad de estudio, a los 45, 60 y 75 días, para lo cual se midió el largo y el ancho de cada hoja y se multiplicó por 0.75 (constante), de acuerdo con Intagri (s.f.).

#### 2.9.6. *Altura de la planta*

Para determinar la altura en 10 plantas tomadas al azar utilizando una regla graduada midiendo desde el cuello (zona de transición) hasta el ápice, desde los 45, 60 y 75 días del trasplante.

## CAPÍTULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Registro de enfermedades

Durante el ensayo no se observó la incidencia de enfermedades en plantas de pimiento tratadas con ácido salicílico y aceite ozonizado (Tabla 5).

**Tabla 5.** Registro de enfermedades en plantas de pimiento tratadas con ácido salicílico y aceite ozonizado

Enfermedades	45 días		60 días		75 días		Observación
	PS	PE	PS	PE	PS	PE	
Podredumbre gris ( <i>Botrytis cinerea</i> )	X		X		X		Ningún tratamiento tuvo síntomas
Oídio ( <i>Leveillula</i> <i>táurica</i> )	X		X		X		Ningún tratamiento tuvo síntomas
Tristeza ( <i>Phytophthora</i> <i>capsici</i> )	X		X		X		Ningún tratamiento tuvo síntomas

PS= planta sana; PE= planta enferma

Al no observarse la incidencia y en consecuencia severidad de ningún tipo de enfermedad a nivel foliar, se presume que esto pudo deberse al efecto de los productos aplicados, principalmente el ácido salicílico. El ácido salicílico fue reconocido en 1992 como la sexta hormona vegetal y desde entonces, muchas investigaciones han demostrado su participación en la activación de los procesos de defensa de la planta (Bagautdinova et al., 2022).

Recientemente, se demostró que las células infectadas por patógenos transportan al ácido salicílico (SA) a través de los apoplastos hacia áreas no infectadas y este proceso es esencial para la expresión de la resistencia sistémica adquirida (SAR), la cual

proporciona una protección duradera contra ataques de patógenos secundarios al preparar la respuesta de defensa de la planta (Kim y Lim, 2023).

El ácido salicílico cumple sus funciones a través de una regulación intrincada que va desde la biosíntesis regulada de forma tanto local como sistémicamente, hasta la recepción de su estímulo a través de las enzimas, los reguladores redox, cofactores de transcripción y, más recientemente, una proteína de unión a ARN (Spoel y Dong, 2024).

Con relación al efecto de los aceites ozonizados, no existe mucha información sobre su potencial en el control de enfermedades de plantas, pero la notable eficacia del ozono como desinfectante de amplio espectro ha llamado la atención como método para mejorar la calidad del suelo, desinfectar alimentos y tratar el agua, entre otros beneficios, además de su bajo costo, lo que lo convierte en una opción asequible en el manejo de enfermedades de plantas (Aidoo et al., 2023).

### **3.2. Diámetro de tallo en plantas de pimiento sometidas a diferentes concentraciones de aceite ozonizado y ácido salicílico**

Al realizar el análisis de varianza se observó un efecto significativo del uso del aceite ozonificado o del ácido salicílico y sus respectivas dosis sobre el diámetro de tallo de plantas de pimiento a los 45 y 75 días después del trasplante (ddt), pero este efecto no se evidenció a los 60 ddt (Tabla 6). A los 45 días después del trasplante, el mayor diámetro de tallo fue alcanzado cuando se aplicó ácido salicílico a 3.0 ml/L (5.50 mm), seguido de los tratamientos con ácido salicílico a dosis de 2.0 y 2.5 ml/L (5.23 y 5.37 mm, respectivamente) y de los tratamientos con aceite ozonificado con dosis de 2.5 y 3.0 ml/L (5.23 y 5.28 mm, respectivamente), mientras que los menores valores fueron alcanzados con aceite ozonificado 2.0 ml/L y el testigo con valores de 4.92 y 4.68 mm, respectivamente.

**Tabla 6.** Variación del diámetro de tallo en plantas de pimiento sometidas a diferentes dosis de aceite ozonizado y ácido salicílico a los 45, 60 y 75 días después del trasplante

Producto	Dosis	Diámetro del tallo (mm)		
		45 ddt	60 ddt	75 ddt
Aceite ozonificado	2.0 ml/L	4.92 ± 0.043bc	5.43 ± 0.043a	5.91 ± 0.052c
	2.5 ml/L	5.23 ± 0.095ab	5.73 ± 0.095a	6.23 ± 0.095abc
	3.0 ml/L	5.28 ± 0.181ab	5.78 ± 0.18a	6.28 ± 0.181ab
Ácido salicílico	2.0 ml/L	5.23 ± 0.088ab	5.78 ± 0.104a	6.28 ± 0.104ab
	2.5 ml/L	5.37 ± 0.139ab	5.88 ± 0.139a	6.38 ± 0.113ab
	3.0 ml/L	5.50 ± 0.115a	6.01 ± 0.113a	6.51 ± .014a
Testigo		4.68 ± 0.152 c	5.38 ± 0.266a	6.02 ± bc
C.V. (%)		2.58	3.27	1.63

Valores promedios en una columna seguidos de letras diferentes mostraron diferencias significativas según la prueba de medias de Tukey,  $p < 0.01$ .

En las evaluaciones realizadas a los 60 ddt no se evidenció efecto del producto y sus dosis y, en general, los valores variaron desde 5.38 mm en el tratamiento testigo hasta 6.01 mm en plantas tratadas con ácido salicílico a 3.0 ml/L, sin embargo, no mostraron diferencias significativas entre ellos (Tabla 6).

A los 75 ddt se observó una tendencia similar a lo visto a los 45 ddt, puesto que los máximos valores fueron observados en plantas de las parcelas tratadas con ácido salicílico a 3.0 ml/L, las cuales alcanzaron valores promedios de 6.51 mm, siendo el mejor tratamiento. Este tratamiento fue seguido de los tratamientos con ácido salicílico a 2.0 y 2.5 ml/L y el aceite ozonificado a la mayor dosis (3.0 ml/L) con los que, el diámetro de tallo alcanzó valores de 6.28, 6.38 y 6.28 mm, respectivamente (Tabla 6). Los menores valores fueron obtenidos en plantas que fueron tratadas con el aceite ozonificado a dosis de 2.0 ml/L y el tratamiento testigo que mostraron valores promedios de 5.91 y 6.02 mm, respectivamente.

Dado que investigaciones previas han demostrado que el ácido salicílico mejora el estado nutricional de las plantas de pimiento, es posible sugerir que el incremento en el diámetro del tallo en las plantas observado en el presente estudio haya sido consecuencia de la mayor producción de biomasa como la acumulación de macro y micronutrientes tales como N, P, K Ca, Mg, Mn, Fe.

Resultados similares fueron obtenidos por Fatima et al. (2023) quienes observaron que la aplicación de ácido salicílico también aumentó el diámetro del tallo de las plantas de maracuyá cultivadas en condiciones de déficit hídrico en las cuales se observó el valor más alto (4,38 mm) con 1,44 mM de SA aplicado de forma foliar y con 0,92 mM de SA por fertirrigación.

### **3.3. Altura de plantas de pimiento sometidas a diferentes concentraciones de aceite ozonizado y ácido salicílico**

La aplicación de los productos tuvo un efecto significativamente positivo sobre la altura de planta a los 45, 60 y 75 ddt, observándose que a los 45 ddt, los máximos valores, 18.04 y 18.50 cm de altura, fueron alcanzados en plantas tratadas con ácido salicílico a dosis de 2.5 y 3.0 ml/L, respectivamente, mientras que el resto de los tratamientos mostraron valores significativamente similares entre ellos, los cuales variaron desde 17.13 hasta 17.57 cm en plantas tratadas con aceite ozonizado a la menor y mayor dosis, respectivamente, y 17.46 cm en plantas tratadas con la menor dosis del ácido salicílico (Tabla 7). Las plantas correspondientes al tratamiento testigo mostraron el menor valor, 16.43 cm, siendo significativamente más bajo que el resto de los tratamientos.

Así mismo, a los 60 ddt la mayor altura de planta (21.08 cm) fue alcanzada con la aplicación de ácido salicílico a concentración de 3.0 ml/L, seguido de las plantas que recibieron 2.5 ml/L de ácido salicílico (20.16 cm) (Tabla 6). El tercer grupo estuvo conformado por plantas que fueron tratadas con ácido salicílico a 2.0 ml/L y con aceite ozonificado a dosis de 2.5 y 3.0 ml/L con los cuales las plantas alcanzaron alturas de 18.96, 18.83 y 18.92 cm, respectivamente, mientras que con la aplicación de aceite

ozonificado a 2.0 ml/L se obtuvo un resultado similar al tratamiento testigo, lo que sugiere que esta concentración no tuvo ningún efecto sobre plantas de pimiento.

**Tabla 7.** Variación de la altura de plantas de pimiento sometidas a diferentes dosis de aceite ozonizado y ácido salicílico a los 45, 60 y 75 días después del trasplante

Producto	Dosis	Altura de plantas (cm)		
		45 ddt	60 ddt	75 ddt
Aceite ozonificado	2.0 ml/L	17.13±0.125ab	18.63±0.125c	20.13±0.125bc
	2.5 ml/L	17.33±0.289ab	18.83±0.289bc	20.33±0.191bc
	3.0 ml/L	17.57±0.161ab	18.92±0.382bc	20.42±0.382bc
Ácido salicílico	2.0 ml/L	17.46±0.144ab	18.96±0.144bc	20.46±0.144bc
	2.5 ml/L	18.04±0.072a	20.16±0.217ab	21.46±0.439ab
	3.0 ml/L	18.50±0.625a	21.08±0.505a	22.58±0.505a
Testigo		16.43±0.447b	17.92±0.520c	19.42±0.451c
C.V. (%)		2.25	2.10	2.00

Valores promedios en una columna seguidos de letras diferentes mostraron diferencias significativas según la prueba de medias de Tukey,  $p < 0.01$ .

Esta tendencia se mantuvo hasta el día 75 de evaluación, cuando se observó que las plantas que mostraron la mayor altura fueron aquellas a las que se aplicó ácido salicílico, las cuales en promedio midieron 22.58 cm, seguidas de plantas a las que se aplicó ácido salicílico a 2.5 ml/L (Tabla 7). Similar a lo observado en las evaluaciones previas, los valores más bajos en altura de planta fueron obtenidos de plantas a las que se aplicó el aceite ozonizado en sus diferentes concentraciones, variando desde 20.13 hasta 20.42 cm con las concentraciones de 2.0 y 3.0 ml/L y con el ácido salicílico a 2.0 ml/L (20.46 cm).

Posiblemente el ácido salicílico provoca el aumento del vigor y la altura de las plantas debido al efecto de esta hormona sobre el incremento de la longitud de raíces,



lo cual favorece la absorción de agua y nutrientes del suelo que favorece el crecimiento y la acumulación de biomasa.

Estudios realizados por Fatima et al. (2023) demostraron que la aplicación de ácido salicílico en plantas de maracuyá regadas con 50% de su requerimiento de agua aumentó la altura de la planta oscilando desde 15,43 cm en plantas sin aplicación de SA hasta 53,35 cm en plantas tratadas con 1,31 mM vía foliar y 1,05 mM vía fertirrigación.

### **3.4. Área foliar en plantas de pimiento sometidas a diferentes concentraciones de aceite ozonizado y ácido salicílico**

En cuanto al área foliar, a los 45 y 60 ddt no se verificó efecto de los productos y dosis aplicadas, siendo los resultados estadísticamente similares en ambas evaluaciones. A los 45 ddt los valores de área foliar variaron desde 86.58 a 83.17 cm<sup>2</sup> en plantas tratadas con ácido salicílico a 2.0 y 3.0 ml/L, respectivamente, mientras que con la aplicación de aceite ozonificado el área foliar varió desde 81.58 hasta 83.25 cm<sup>2</sup> con las dosis de 2.0 y 2.5 ml/L, mientras que con la mayor dosis se obtuvo un valor intermedio (82.58 cm<sup>2</sup>) (Tabla 8).

De manera similar, no se observó efecto sobre el área foliar a los 60 ddt. En plantas a las que se aplicó el ácido salicílico mostraron valores entre 93.83 cm<sup>2</sup> y 97.67 cm<sup>2</sup> cuando se usaron dosis de 2.0 y 3.0 ml/L, respectivamente, mientras que el área foliar en plantas tratadas con aceite ozonificado, los valores fueron ligeramente inferior, variando desde 91.50 cm<sup>2</sup> hasta 92.83 cm<sup>2</sup> a dosis de 2.5 y 3.0 ml/L, respectivamente, sin embargo, estos no fueron significativamente diferentes (Tabla 8).

Finalmente, el efecto de los productos y sus dosis fue observado a los 75 ddt, el tratamiento con ácido salicílico a dosis de 3.0 ml/L resultó ser el mejor tratamiento con 107,50 cm<sup>2</sup>, seguido de los tratamientos con ácido salicílico a dosis de 2.0 y 2.5 ml/L con los cuales, el área foliar alcanzó 103.83 y 105.75 cm<sup>2</sup>, respectivamente (Tabla 8). En cuando al efecto del aceite ozonificado, los más altos valores (102.75 y

103.17 cm<sup>2</sup>, respectivamente), mientras que con la dosis de 2.5 ml/L, el área foliar alcanzó un valor intermedio (91.5 cm<sup>2</sup>).

**Tabla 8.** Variación en el área foliar en plantas de pimiento sometidas a diferentes dosis de aceite ozonizado y ácido salicílico a los 45, 60 y 75 días después del trasplante

Producto	Dosis	Área foliar (cm <sup>2</sup> )		
		45 ddt	60 ddt	75 ddt
Aceite ozonificado	2.0 ml/L	81.58±4.824a	92.33±4.933a	102.75±5.250ab
	2.5 ml/L	83.25±1.146a	91.50±1.521a	91.50±1.521b
	3.0 ml/L	82.58±2.036a	92.83±2.241a	103.17±2.529ab
Ácido salicílico	2.0 ml/L	83.17±2.887a	93.83±3.185a	103.83±3.503ab
	2.5 ml/L	85.25±7.013a	95.58±6.635a	105.75±5.766ab
	3.0 ml/L	86.58±1.155a	97.67±2.402a	107.50±1.953a
Testigo		79.17±4.156a	88.83±4.126a	99.75±5.568ab
C.V. (%)		4.71	4.34	4.30

Valores promedios en una columna seguidos de letras diferentes mostraron diferencias significativas según la prueba de medias de Tukey,  $p < 0.01$ .

Posiblemente el incremento del área foliar se deba al efecto que tiene el ácido salicílico sobre la disminución del estrés en la planta, lo cual favorece la apertura estomática, la fotosíntesis y, en consecuencia, la formación de metabolitos secundarios, como la prolina, que favorecen la absorción de agua y nutrientes del suelo, lo que podría incrementar el área foliar.

Estudios previos han mostrado el efecto del ácido salicílico en el incremento del área foliar, tal como lo demuestra el aumento de 150.4 a 204.3 cm<sup>2</sup> en plantas de pimiento tratadas con 1 µM de ácido salicílico (Tucuch-Haas et al., 2017) y de 232,56 cm<sup>2</sup> a 643,88 cm<sup>2</sup> en plantas cultivadas bajo la combinación con 1,57 mM de ácido salicílico aplicado de forma foliar más 1,05 mM de ácido salicílico aplicado en el riego (Fatima et al., 2023).

De acuerdo con Yusuf et al. (2013), el ácido salicílico desempeña un papel importante en el crecimiento de las plantas, la termogénesis, la inducción de flores y la absorción de iones, también interviene en la biosíntesis de etileno, el movimiento estomático y también revierte los efectos del ABA sobre la abscisión de las hojas, además mejora el nivel de pigmentos fotosintéticos, la tasa fotosintética y también modifica la actividad de algunas de las enzimas importantes. Posiblemente, esto explica el mejor resultado obtenidos con la aplicación del producto comercial a base de ácido salicílico sobre el desarrollo de las plantas de pimiento.

En un estudio realizado en *Pisum sativum*, Ahmad et al. (2023) observaron que la aplicación de ácido salicílico a dosis de 300 mg/L provocaron altos porcentajes de germinación (95.83 %), altura de las plantas (71.85 cm), número de hojas/planta (257.13), ramas primarias/planta (3.25), contenido de clorofila(55.81 SPAD), número de vainas/planta (52.1y), semillas/vaina (10.91), longitud de la vaina (11.05 cm) y rendimiento/ha (1895.0 kg), así como menor número de días a la formación de vainas y floración (5.2y y 48.30 días). Estos autores también observaron que el efecto combinado de 225 mg/L de aminoácidos y 300 mg/L de ácido salicílico incidió en mejoras en el número de ramas primarias/planta, número de vainas/planta, longitud de vaina, número de semillas/vaina y rendimiento en plantas de arveja.

De manera similar, Sobczak et al. (2023) encontraron al evaluar el efecto del ácido salicílico (SA) sobre los parámetros fisiológicos y bioquímicos seleccionados del pimiento (*Capsicum annuum*) que la aplicación de ácido salicílico redujo la aparición de síntomas de deficiencia de calcio en frutos, además incrementó la absorción de nutrientes, incluso bajo condiciones de alta conductividad eléctrica, e indujo los mecanismos de defensa en la planta.

Los resultados de investigaciones previas sobre el uso del ácido salicílico en diferentes cultivos sugieren que la aplicación exógena de esta hormona promovió un mejor crecimiento y desarrollo en plantas de pimientos, además de activar los mecanismos de defensa naturales de la planta, por lo que debería ser incorporado en los planes de manejo del cultivo y manera de obtener mejores rendimientos.

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1. CONCLUSIONES**

- 1 Tanto el aceite ozonizado como el ácido salicílico demostraron tener la capacidad de controlar la incidencia de enfermedades foliares en pimiento debido a que no se observó ningún tipo de patógeno en plantas de estos tratamientos, lo cual coincide con estudios previos que han demostrado la potencialidad, principalmente del ácido salicílico en la activación de la resistencia de plantas, lo que explicaría la falta de aparición de estas enfermedades.
- 2 Dado que en esta investigación no se observó la incidencia de ningún tipo de enfermedad foliar en plantas de pimiento se concluye que todas las dosis tanto de aceite ozonizado y ácido salicílico fueron adecuadas para la prevención y manejo de las enfermedades foliares en el cultivo.

#### **4.1. RECOMENDACIONES**

- 1 Basados en los resultados, se sugiere evaluar el efecto combinado del ácido salicílico y el aceite ozonizado sobre el control de enfermedades y en la bioestimulación de plantas de pimiento de manera de asegurar altos niveles de rendimiento de una forma agrosustentable.
- 2 Se sugiere repetir este tipo de estudios en otros cultivos hortícolas de importancia en la zona de manera de poder aprovechar los beneficios del uso del ácido salicílico.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar-Meléndez, A., Vásquez-Dávila, M. A., Manzanero-Medina, G. I., & Katz, E. (2021). Chile (*Capsicum* spp.) as food-medicine continuum in multiethnic Mexico. *Foods*, *10*, 1–15. <https://doi.org/10.3390/foods10102502>
- Ahmad, B., Hussain, F., Shuaib, M., Shahbaz, M., Hadayat, N., Shah, M., Yaseen, T., Rauf, A., Anwar, J., Khan, S., Jabeen, A., & Alharbi, K. (2023). Effect of Salicylic Acid and Amino Acid on Pea Plant (*Pisum sativum*) Late Season, Growth and Production. *Polish Journal of Environmental Studies*, *32*(3), 1987–1994. <https://doi.org/10.15244/pjoes/156881>
- Aidoo, O. F., Osei-Owusu, J., Chia, S. Y., Dofuor, A. K., Antwi-Agyakwa, A. K., Okyere, H., Gyan, M., Edusei, G., Ninsin, K. D., Duker, R. Q., Siddiqui, S. A., & Borgemeister, C. (2023). Remediation of pesticide residues using ozone: A comprehensive overview. *Science of the Total Environment*, *894*, 164933.
- Alexopoulos, A., Plessas, S., Ceciu, S., Lazar, V., Mantzourani, I., Voidarou, C., Stavropoulou, E., & Bezirtzoglou, E. (2013). Evaluation of ozone efficacy on the reduction of microbial population of fresh cut lettuce (*Lactuca sativa*) and green bell pepper (*Capsicum annuum*). *Food Control*, *30*(2), 491–496. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.09.018>
- Alonso-Villegas, R., González-Amaro, R. M., Figueroa-Hernández, C. Y., & Rodríguez-Buenfil, I. M. (2023). The Genus *Capsicum*: A Review of Bioactive Properties of Its Polyphenolic and Capsaicinoid Composition. *Molecules*, *28*(10), 1–23. <https://doi.org/10.3390/molecules28104239>
- Ayaz, M., Li, C. H., Ali, Q., Zhao, W., Chi, Y. K., Shafiq, M., Ali, F., Yu, X. Y., Yu, Q., Zhao, J. T., Yu, J. W., Qi, R. De, & Huang, W. K. (2023). Bacterial and Fungal Biocontrol Agents for Plant Disease Protection: Journey from Lab to Field, Current Status, Challenges, and Global Perspectives. *Molecules*, *28*(18), 1–24. <https://doi.org/10.3390/molecules28186735>
- Babadoost, M., Pavon, C., Islam, S. Z., & Tian, D. (2015). Phytophthora blight

- (Phytophthora capsici) of pepper and its management. *Acta Horticulturae*, 1105, 61–66. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2015.1105.9>
- Babu, P. L., Singh, D., Rajender, J., Geat, N., & Patidar, R. (2023). First report of *Enterobacter cloacae* causing leaf spot of chilli pepper (*Capsicum annuum*) in India. *New Disease Reports*, 48(2), 10–11. <https://doi.org/10.1002/ndr2.12225>
- Bagautdinova, Z. Z., Omelyanchuk, N., Tyapkin, A. V., Kovrizhnykh, V. V., Lavrekha, V. V., & Zemlyanskaya, E. V. (2022). Salicylic Acid in Root Growth and Development. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(4), 1–26. <https://doi.org/10.3390/ijms23042228>
- Barboza, G. E., García, C. C., de Bem Bianchetti, L., Romero, M. V., & Scaldaferrro, M. (2022). Monograph of wild and cultivated chili peppers (*Capsicum* L., Solanaceae). *PhytoKeys*, 200, 1–423. <https://doi.org/10.3897/phytokeys.200.71667>
- Bosland, P. W., & Votava, E. J. (2012). Peppers: Vegetable and spice Capsicums. In *Peppers: vegetable and spice capsicums* (Segunda ed). CABI Publishing. <https://doi.org/10.1079/9781845938253.0001>
- Cui, L., van den Munckhof, M. C., Bai, Y., & Voorrips, R. E. (2023). Resistance to Anthracnose Rot Disease in Capsicum. *Agronomy*, 13(5), 1–20. <https://doi.org/10.3390/agronomy13051434>
- Dunn, A. R., Milgroom, M. G., Meitz, J. C., McLeod, A., Fry, W. E., McGrath, M. T., Dillard, H. R., & Smart, C. D. (2010). Population structure and resistance to mefenoxam of *Phytophthora capsici* in New York State. *Plant Disease*, 94(12), 1461–1468. <https://doi.org/10.1094/PDIS-03-10-0221>
- El-Alwany, A. M., & Banni, A.-H. S. (2023). Endogenous Salicylic acid Estimation in Wheat leaves treated with Salicylic acid and infected with *Alternaria triticina*. *Al-Mukhtar Journal of Sciences*, 38(1), 61–68. <https://doi.org/10.54172/mjsc.v38i1.1130>

- Entuni, C. J., Zulcaffle, T. M. A., & Ping, K. H. (2023). Classification of capsicum leaf disease from a complex cluster of leaves using an improved multiple layers ShuffleNet CNN model. *International Journal of Advanced Technology and Engineering Exploration*, 10(102), 515–533.  
<https://doi.org/10.19101/IJATEE.2022.10100509>
- Escalante-Araiza, F., & Gutiérrez-Salmeán, G. (2021). Traditional Mexican foods as functional agents in the treatment of cardiometabolic risk factors. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 61(8), 1353–1364.  
<https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1758028>
- Fatima, R. T., Lima, G. S., Soares, L. A. A., Veloso, L. L. S. A., da Silva, A. A. R., Lacerda, C. N., Silva, F. A., Nobrega, J. S., Ferreira, J. T. A., & Pereira, W. E. (2023). Salicylic acid concentrations and forms of application mitigate water stress in sour passion fruit seedlings. *Brazilian Journal of Biology*, 83, 1–10.  
<https://doi.org/10.1590/1519-6984.270865>
- Hervert-Hernández, D., Sáyago-Ayerdi, S. G., & Goñi, I. (2010). Bioactive compounds of four hot pepper varieties (*Capsicum annuum* L.), antioxidant capacity, and intestinal bioaccessibility. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(6), 3399–3406. <https://doi.org/10.1021/jf904220w>
- Hirooka, T., & Ishii, H. (2013). Chemical control of plant diseases. *Journal of General Plant Pathology*, 79(6), 390–401. <https://doi.org/10.1007/s10327-013-0470-6>
- Huallanca V., C. A., & Cadenas G., C. A. (2014). Control de *Phytophthora capsici* Leonian en *Capsicum annuum* cv. Papri king con fungicidas, fertilizantes y biocontroladores. *Anales Científicos*, 75(1), 130.  
<https://doi.org/10.21704/ac.v75i1.943>
- Jadon, K. S., Shah, R., Gour, H. N., & Sharma, P. (2016). Management of blight of bell pepper (*Capsicum annuum* var. *grossum*) caused by *Drechslera bicolor*. *Brazilian Journal of Microbiology*, 47(4), 1020–1029.

<https://doi.org/10.1016/j.bjm.2016.04.032>

Jain, A., Sarsaiya, S., Wu, Q., Lu, Y., & Shi, J. (2019). A review of plant leaf fungal diseases and its environment speciation. *Bioengineered*, *10*(1), 409–424.

<https://doi.org/10.1080/21655979.2019.1649520>

Kim, T. J., & Lim, G. H. (2023). Salicylic Acid and Mobile Regulators of Systemic Immunity in Plants: Transport and Metabolism. *Plants*, *12*(5), 1–12.

<https://doi.org/10.3390/plants12051013>

Lozano, N., Guzmán-Plazola, R., Zavaleta, E., & Aguilar, V. (2014). Etiología y evaluación de alternativas de control de la marchitez del chile de árbol (*Capsicum annuum* L.) en La Vega de Metztlán, Hidalgo, México. *Revista Mexicana de Fitopatología*, *33*, 31–53.

Market Report World. (2023). *Global Capsicum Industry Research Report 2023, Competitive Landscape, Market Size, Regional Status and Prospect*.

<https://www.marketreportsworld.com/global-capsicum-industry-research-report-2023-competitive-landscape-market-22367246>

Miljaković, D., Marinković, J., & Balešević-Tubić, S. (2020). The significance of bacillus spp. In disease suppression and growth promotion of field and vegetable crops. *Microorganisms*, *8*(7), 1–19.

<https://doi.org/10.3390/microorganisms8071037>

Moreira-Morrillo, A. A., Monteros-Altamirano, Á., Reis, A., & Garcés-Fiallos, F. R. (2022). Phytophthora capsici on Capsicum Plants: A Destructive Pathogen in Chili and Pepper Crops. In O. B. Yllano (Ed.), *Capsicum - Current Trends and Perspectives* (pp. 1–17). In Tech.

<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5772/57353>

Moreira-Morrillo, A. A., Monteros-Altamirano, Á., Reis, A., & Garcés-Fiallos, F. R. (2023). Phytophthora capsici on Capsicum Plants: A Destructive Pathogen in Chili and Pepper Crops. In O. B. Yllano (Ed.), *Capsicum - Current Trends and Perspectives*. In Tech. <https://doi.org/10.5772/intechopen.104726>



- Narez-Jiménez, C. A., De la Cruz-Lázaro, E., Gómez-Vázquez, A., Castañón-Nájera, G., Cruz-Hernández, A., & Márquez-Quiroz, C. (2014). La diversidad morfológica in situ de chiles silvestres (*Capsicum* spp.) de Tabasco, México. *Revista de Fitotecnia Mexicana*, 37(3), 209–215.
- Oney-Montalvo, J., Uc-Varguez, A., Ramírez-Rivera, E., Ramírez-Sucre, M., & Rodríguez-Buenfil, I. (2020). Influence of soil composition on the profile and content of polyphenols in habanero peppers (*Capsicum chinense* Jacq.). *Agronomy*, 10, 1–14. <https://doi.org/10.3390/agronomy10091234>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2024). *Datos de cultivos*. FAOSTAT. <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>
- Paran, I., Ben-chaim, A., Kang, B., & Jahn, M. (2007). Capsicums. In C. Kole (Ed.), *Vegetables* (Vol. 5, pp. 209–226). Springer-Verlag.
- Pawar, S. V., Khaire, P. B., & Mane, S. S. (2020). Management Strategies Used against Fungal Diseases of Capsicum. *AgriCos E-Newsletter*, 1(5), 22–26.
- Pinto, C. M. F., Santos, I. C. dos, Araujo, F. F. de, & Silva, T. P. da. (2016). Pepper Importance and Growth (*Capsicum* spp. In E. R. do Rêgo, M. M. do Rêgo, & F. L. Finger (Eds.), *Production and Breeding of Chilli Peppers (Capsicum spp.)* (pp. 1–25). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-06532-8>
- Rodríguez, V. M., Velasco, P., Cartea, M. E., & Poveda, J. (2023). Systemic biochemical changes in pepper (*Capsicum annuum* L.) against *Rhizoctonia solani* by kale (*Brassica oleracea* var. *acephala* L.) green manure application. *BMC Plant Biology*, 23, 1–11. <https://doi.org/10.1186/s12870-023-04525-z>
- Shivappa, R., B, J., Ms, B., Sr, P., U, K., M, A., Pati, P., Mohapatra, S. D., & Govindharaj, G. P. P. (2023). Dual Role of Potassium Silicate and Salicylic Acid: Plant Growth Promotor and Plant Immunity Booster Against *Bakanae* Disease of Rice. *Silicon*, 2–10. <https://doi.org/10.1007/s12633-023-02738-3>
- Sobczak, A., Kućko, A., Pióro-Jabrucka, E., Gajc-Wolska, J., & Kowalczyk, K.

- (2023). Effect of Salicylic Acid on the Growth and Development of Sweet Pepper (*Capsicum annum* L.) under Standard and High EC Nutrient Solution in Aeroponic Cultivation. *Agronomy*, *13*(3), 1–15.  
<https://doi.org/10.3390/agronomy13030779>
- Sonawane, V. B., & Shinde, H. P. (2021). Anthracnose Disease of *Capsicum annum* L. and Its Bio Control Management: A Review. *Applied Ecology and Environmental Sciences*, *9*(2), 172–176. <https://doi.org/10.12691/aees-9-2-8>
- Spoel, S. H., & Dong, X. (2024). Salicylic Acid in Plant Immunity and Beyond. *The Plant Cell*, 1–14. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38163634/>
- Thepbandit, W., Papathoti, N. K., Daddam, J. R., Hoang, N. H., Le Than, T., Saengchan, C., & Buensanteai, K. (2023). In vitro and in silico studies of salicylic acid on systemic induced resistance against bacterial leaf blight disease and enhancement of crop yield. *Journal of Integrative Agriculture*, *22*(1), 170–184. <https://doi.org/10.1016/j.jia.2022.08.112>
- Tucuch-Haas, C. J., Pérez-Balam, J. V., Díaz-Magaña, K. B., Castillo-Chuc, J. M., Dzib-Ek, M. G., Alcántar-González, G., Vergara-Yoisura, S., & Larqué-Saavedra, A. (2017). Role of salicylic acid in the control of general plant growth, development, and productivity. In R. Nazar, N. Iqba, & N. A. Khan (Eds.), *Salicylic Acid: A Multifaceted Hormone* (pp. 1–15). Springer Nature. [https://doi.org/10.1007/978-981-10-6068-7\\_1](https://doi.org/10.1007/978-981-10-6068-7_1)
- Xue, W., Macleod, J., & Blaxland, J. (2023). The Use of Ozone Technology to Control Microorganism Growth, Enhance Food Safety and Extend Shelf Life: A Promising Food Decontamination Technology. *Foods*, *12*(4), 1–24.  
<https://doi.org/10.3390/foods12040814>
- Yusuf, M., Hayat, S., Alyemeni, M. N., Fariduddin, Q., & Ahmad, A. (2013). Salicylic Acid: Physiological Roles in Plants. In S. Hayat, A. Ahmad, & M. N. Alyemeni (Eds.), *Salicylic Acid Plant Growth and Development* (pp. 15–30). Springer Science+Business Media. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-6428->

- Zhang, Y., & Li, X. (2019). Salicylic acid: biosynthesis, perception, and contributions to plant immunity. *Current Opinion in Plant Biology*, 50, 29–36. <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2019.02.004>
- Zia, S., Khan, M. R., Shabbir, M. A., Aslam Maan, A., Khan, M. K. I., Nadeem, M., Khalil, A. A., Din, A., & Aadil, R. M. (2022). An Inclusive Overview of Advanced Thermal and Nonthermal Extraction Techniques for Bioactive Compounds in Food and Food-related Matrices. *Food Reviews International*, 38(6), 1166–1196. <https://doi.org/10.1080/87559129.2020.1772283>

## Anexos

### 1. ADEVA

Statistix 10,0  
4/2/2024; 13:16:10

#### Factorial AOV Table for Diam45

Source	DF	SS	MS	F	P
Bloque	2	0,07931	0,03965		
Producto	2	2,20597	1,10299	64,60	0,0000
Dosis	2	0,20792	0,10396	6,09	0,0108
Producto*Dosis	4	0,12486	0,03122	1,83	0,1728
Error	16	0,27319	0,01707		
Total	26	2,89125			

Grand Mean 5,0667  
CV 2,58

#### Factorial AOV Table for Diam60

Source	DF	SS	MS	F	P
Bloque	2	0,19477	0,09738		
Producto	2	1,18977	0,59488	17,48	0,0001
Dosis	2	0,17796	0,08898	2,62	0,1041
Producto*Dosis	4	0,12481	0,03120	0,92	0,4779
Error	16	0,54440	0,03402		
Total	26	2,23171			

Grand Mean 5,6370  
CV 3,27

#### Factorial AOV Table for Diam75

Source	DF	SS	MS	F	P
Bloque	2	0,01310	0,00655		
Producto	2	0,64588	0,32294	31,75	0,0000
Dosis	2	0,18907	0,09454	9,30	0,0021
Producto*Dosis	4	0,13648	0,03412	3,35	0,0356
Error	16	0,16273	0,01017		
Total	26	1,14727			

Grand Mean 6,1824  
CV 1,63

#### Factorial AOV Table for Alt45

Source	DF	SS	MS	F	P
Bloque	2	0,2810	0,14049		
Producto	2	11,2629	5,63146	37,49	0,0000
Dosis	2	1,1018	0,55090	3,67	0,0488
Producto*Dosis	4	0,8265	0,20663	1,38	0,2864
Error	16	2,4032	0,15020		
Total	26	15,8754			

Grand Mean 17,256  
CV 2,25

**Factorial AOV Table for Alt60**

Source	DF	SS	MS	F	P
Bloque	2	0,2269	0,1134		
Producto	2	20,8137	10,4068	65,72	0,0000
Dosis	2	2,9387	1,4693	9,28	0,0021
Producto*Dosis	4	3,9919	0,9980	6,30	0,0030
Error	16	2,5336	0,1583		
Total	26	30,5046			

Grand Mean 18,921  
CV 2,10

**Factorial AOV Table for Alt75**

Source	DF	SS	MS	F	P
Bloque	2	0,2812	0,14062		
Producto	2	19,6979	9,84896	58,86	0,0000
Dosis	2	2,9201	1,46007	8,73	0,0027
Producto*Dosis	4	3,9965	0,99913	5,97	0,0039
Error	16	2,6771	0,16732		
Total	26	29,5729			

Grand Mean 20,403  
CV 2,00

**Factorial AOV Table for AF45**

Source	DF	SS	MS	F	P
Bloque	2	38,921	19,4606		
Producto	2	154,032	77,0162	5,14	0,0189
Dosis	2	11,338	5,6690	0,38	0,6911
Producto*Dosis	4	10,676	2,6690	0,18	0,9465
Error	16	239,870	14,9919		
Total	26	454,838			

Grand Mean 82,213  
CV 4,71

**Factorial AOV Table for AF60**

Source	DF	SS	MS	F	P
Bloque	2	28,389	14,194		
Producto	2	211,847	105,924	6,60	0,0081
Dosis	2	10,431	5,215	0,32	0,7274
Producto*Dosis	4	14,389	3,597	0,22	0,9210
Error	16	256,944	16,059		
Total	26	522,000			

Grand Mean 92,250  
CV 4,34

**Factorial AOV Table for AF75**

Source	DF	SS	MS	F	P
Bloque	2	51,847	25,924		
Producto	2	236,056	118,028	6,18	0,0102
Dosis	2	94,597	47,299	2,48	0,1154
Producto*Dosis	4	188,431	47,108	2,47	0,0867
Error	16	305,361	19,085		
Total	26	876,292			

Grand Mean 101,53  
CV 4,30

## 2. Prueba de medias

Statistix 10,0  
4/2/2024; 13:17:16

### Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Diam45 for Producto

Producto	Mean	Homogeneous Groups
2	5,3694	A
1	5,1472	B
3	4,6833	C

Alpha 0,01 Standard Error for Comparison 0,0616  
Critical Q Value 4,764 Critical Value for Comparison 0,2075  
All 3 means are significantly different from one another.

### Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Diam45 for Dosis

Dosis	Mean	Homogeneous Groups
3	5,1556	A
2	5,0972	AB
1	4,9472	B

Alpha 0,01 Standard Error for Comparison 0,0616  
Critical Q Value 4,764 Critical Value for Comparison 0,2075  
There are 2 groups (A and B) in which the means are not significantly different from one another.

### Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Diam45 for Producto\*Dosis

Producto	Dosis	Mean	Homogeneous Groups
2	3	5,5000	A
2	2	5,3750	AB
1	3	5,2833	AB
1	2	5,2333	AB
2	1	5,2333	AB
1	1	4,9250	BC
3	1	4,6833	C
3	2	4,6833	C
3	3	4,6833	C

Alpha 0,01 Standard Error for Comparison 0,1067

Critical Q Value 6,221      Critical Value for Comparison 0,4693  
 There are 3 groups (A, B, etc.) in which the means  
 are not significantly different from one another.

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Diam60 for Producto**

Producto	Mean	Homogeneous Groups
2	5,8889	A
1	5,6472	AB
3	5,3750	B

Alpha 0,01      Standard Error for Comparison 0,0870  
 Critical Q Value 4,764      Critical Value for Comparison 0,2929  
 There are 2 groups (A and B) in which the means  
 are not significantly different from one another.

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Diam60 for Dosis**

Dosis	Mean	Homogeneous Groups
3	5,7222	A
2	5,6611	A
1	5,5278	A

Alpha 0,01      Standard Error for Comparison 0,0870  
 Critical Q Value 4,764      Critical Value for Comparison 0,2929  
 There are no significant pairwise differences among the means.

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Diam60 for Producto\*Dosis**

Producto	Dosis	Mean	Homogeneous Groups
2	3	6,0083	A
2	2	5,8750	A
1	3	5,7833	A
2	1	5,7833	A
1	2	5,7333	A
1	1	5,4250	A
3	1	5,3750	A
3	2	5,3750	A
3	3	5,3750	A

Alpha 0,01      Standard Error for Comparison 0,1506  
 Critical Q Value 6,221      Critical Value for Comparison 0,6625  
 There are no significant pairwise differences among the means.

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Diam75 for Producto**

Producto	Mean	Homogeneous Groups
2	6,3889	A
1	6,1417	B
3	6,0167	B

Alpha 0,01      Standard Error for Comparison 0,0475  
 Critical Q Value 4,764      Critical Value for Comparison 0,1601  
 There are 2 groups (A and B) in which the means  
 are not significantly different from one another.

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Diam75 for Dosis**

Dosis	Mean	Homogeneous Groups
3	6,2694	A
2	6,2083	AB
1	6,0694	B

Alpha 0,01 Standard Error for Comparison 0,0475  
 Critical Q Value 4,764 Critical Value for Comparison 0,1601  
 There are 2 groups (A and B) in which the means are not significantly different from one another.

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Diam75 for Producto\*Dosis**

Producto	Dosis	Mean	Homogeneous Groups
2	3	6,5083	A
2	2	6,3750	AB
1	3	6,2833	AB
2	1	6,2833	AB
1	2	6,2333	ABC
3	1	6,0167	BC
3	2	6,0167	BC
3	3	6,0167	BC
1	1	5,9083	C

Alpha 0,01 Standard Error for Comparison 0,0823  
 Critical Q Value 6,221 Critical Value for Comparison 0,3622  
 There are 3 groups (A, B, etc.) in which the means are not significantly different from one another.

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Alt45 for Producto**

Producto	Mean	Homogeneous Groups
2	18,000	A
1	17,342	B
3	16,425	C

Alpha 0,01 Standard Error for Comparison 0,1827  
 Critical Q Value 4,764 Critical Value for Comparison 0,6154  
 All 3 means are significantly different from one another.

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Alt45 for Dosis**

Dosis	Mean	Homogeneous Groups
3	17,497	A
2	17,267	A
1	17,003	A

Alpha 0,01 Standard Error for Comparison 0,1827  
 Critical Q Value 4,764 Critical Value for Comparison 0,6154  
 There are no significant pairwise differences among the means.

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Alt45 for Producto\*Dosis**

Producto	Dosis	Mean	Homogeneous Groups
2	3	18,500	A



2	2	18,042	A
1	3	17,567	AB
2	1	17,458	AB
1	2	17,333	AB
1	1	17,125	AB
3	1	16,425	B
3	2	16,425	B
3	3	16,425	B

Alpha 0,01 Standard Error for Comparison 0,3164  
Critical Q Value 6,221 Critical Value for Comparison 1,3920  
There are 2 groups (A and B) in which the means are not significantly different from one another.

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Alt60 for Producto**

Producto	Mean	Homogeneous Groups
2	20,056	A
1	18,792	B
3	17,917	C

Alpha 0,01 Standard Error for Comparison 0,1876  
Critical Q Value 4,764 Critical Value for Comparison 0,6318  
All 3 means are significantly different from one another.

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Alt60 for Dosis**

Dosis	Mean	Homogeneous Groups
3	19,306	A
2	18,958	AB
1	18,500	B

Alpha 0,01 Standard Error for Comparison 0,1876  
Critical Q Value 4,764 Critical Value for Comparison 0,6318  
There are 2 groups (A and B) in which the means are not significantly different from one another.

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Alt60 for Producto\*Dosis**

Producto	Dosis	Mean	Homogeneous Groups
2	3	21,083	A
2	2	20,125	AB
2	1	18,958	BC
1	3	18,917	BC
1	2	18,833	BC
1	1	18,625	C
3	1	17,917	C
3	2	17,917	C
3	3	17,917	C

Alpha 0,01 Standard Error for Comparison 0,3249  
Critical Q Value 6,221 Critical Value for Comparison 1,4293  
There are 3 groups (A, B, etc.) in which the means are not significantly different from one another.

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Alt75 for Producto**

**Producto Mean Homogeneous Groups**

2	21,500	A
1	20,292	B
3	19,417	C

Alpha 0,01 Standard Error for Comparison 0,1928

Critical Q Value 4,764 Critical Value for Comparison 0,6495

All 3 means are significantly different from one another.

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Alt75 for Dosis**

**Dosis Mean Homogeneous Groups**

3	20,806	A
2	20,403	AB
1	20,000	B

Alpha 0,01 Standard Error for Comparison 0,1928

Critical Q Value 4,764 Critical Value for Comparison 0,6495

There are 2 groups (A and B) in which the means are not significantly different from one another.

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Alt75 for Producto\*Dosis**

**Producto Dosis Mean Homogeneous Groups**

2	3	22,583	A
2	2	21,458	AB
2	1	20,458	BC
1	3	20,417	BC
1	2	20,333	BC
1	1	20,125	BC
3	1	19,417	C
3	2	19,417	C
3	3	19,417	C

Alpha 0,01 Standard Error for Comparison 0,3340

Critical Q Value 6,221 Critical Value for Comparison 1,4692

There are 3 groups (A, B, etc.) in which the means are not significantly different from one another.

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of AF45 for Producto**

**Producto Mean Homogeneous Groups**

2	85,000	A
1	82,472	A
3	79,167	A

Alpha 0,01 Standard Error for Comparison 1,8252

Critical Q Value 4,764 Critical Value for Comparison 6,1480

There are no significant pairwise differences among the means.

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of AF45 for Dosis**

**Dosis Mean Homogeneous Groups**

3	82,778	A
2	82,556	A

1 81,306 A

Alpha 0,01 Standard Error for Comparison 1,8252  
Critical Q Value 4,764 Critical Value for Comparison 6,1480  
There are no significant pairwise differences among the means.

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of AF45 for Producto\*Dosis**

Producto	Dosis	Mean	Homogeneous Groups
2	3	86,583	A
2	2	85,250	A
1	2	83,250	A
2	1	83,167	A
1	3	82,583	A
1	1	81,583	A
3	1	79,167	A
3	2	79,167	A
3	3	79,167	A

Alpha 0,01 Standard Error for Comparison 3,1614  
Critical Q Value 6,221 Critical Value for Comparison 13,907  
There are no significant pairwise differences among the means.

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of AF60 for Producto**

Producto	Mean	Homogeneous Groups
2	95,694	A
1	92,222	AB
3	88,833	B

Alpha 0,01 Standard Error for Comparison 1,8891  
Critical Q Value 4,764 Critical Value for Comparison 6,3631  
There are 2 groups (A and B) in which the means  
are not significantly different from one another.

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of AF60 for Dosis**

Dosis	Mean	Homogeneous Groups
3	93,111	A
2	91,972	A
1	91,667	A

Alpha 0,01 Standard Error for Comparison 1,8891  
Critical Q Value 4,764 Critical Value for Comparison 6,3631  
There are no significant pairwise differences among the means.

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of AF60 for Producto\*Dosis**

Producto	Dosis	Mean	Homogeneous Groups
2	3	97,667	A
2	2	95,583	A
2	1	93,833	A
1	3	92,833	A
1	1	92,333	A
1	2	91,500	A
3	1	88,833	A

3	2	88,833	A
3	3	88,833	A

Alpha 0,01 Standard Error for Comparison 3,2720  
 Critical Q Value 6,221 Critical Value for Comparison 14,394  
 There are no significant pairwise differences among the means.

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of AF75 for Producto**

Producto	Mean	Homogeneous Groups
2	105,69	A
3	99,75	A
1	99,14	A

Alpha 0,01 Standard Error for Comparison 2,0594  
 Critical Q Value 4,764 Critical Value for Comparison 6,9367  
 There are no significant pairwise differences among the means.

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of AF75 for Dosis**

Dosis	Mean	Homogeneous Groups
3	103,47	A
1	102,11	A
2	99,00	A

Alpha 0,01 Standard Error for Comparison 2,0594  
 Critical Q Value 4,764 Critical Value for Comparison 6,9367  
 There are no significant pairwise differences among the means.

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of AF75 for Producto\*Dosis**

Producto	Dosis	Mean	Homogeneous Groups
2	3	107,50	A
2	2	105,75	AB
2	1	103,83	AB
1	3	103,17	AB
1	1	102,75	AB
3	1	99,75	AB
3	2	99,75	AB
3	3	99,75	AB
1	2	91,50	B

Alpha 0,01 Standard Error for Comparison 3,5670  
 Critical Q Value 6,221 Critical Value for Comparison 15,691  
 There are 2 groups (A and B) in which the means are not significantly different from one another.

### 3. Resumen

Statistix 10,0  
 4/2/2024; 13:18:54

**Breakdown for Diam45**

Variable	Level	Mean	SD	SE
Dosis	1	4,9250	0,0433	0,0250
Dosis	2	5,2333	0,0946	0,0546
Dosis	3	5,2833	0,1809	0,1044
Producto	1	5,1472	0,1978	0,0659
Dosis	1	5,2333	0,0878	0,0507
Dosis	2	5,3750	0,1392	0,0804
Dosis	3	5,5000	0,1146	0,0661
Producto	2	5,3694	0,1530	0,0510
Dosis	1	4,6833	0,1756	0,1014
Dosis	2	4,6833	0,1756	0,1014
Dosis	3	4,6833	0,1756	0,1014
Producto	3	4,6833	0,1521	0,0507
Overall		5,0667	0,3335	0,0642

Cases Included 27      Missing Cases 0

#### Breakdown for Diam60

Variable	Level	Mean	SD	SE
Dosis	1	5,4250	0,0433	0,0250
Dosis	2	5,7333	0,0946	0,0546
Dosis	3	5,7833	0,1809	0,1044
Producto	1	5,6472	0,1978	0,0659
Dosis	1	5,7833	0,1041	0,0601
Dosis	2	5,8750	0,1392	0,0804
Dosis	3	6,0083	0,1127	0,0651
Producto	2	5,8889	0,1426	0,0475
Dosis	1	5,3750	0,3072	0,1774
Dosis	2	5,3750	0,3072	0,1774
Dosis	3	5,3750	0,3072	0,1774
Producto	3	5,3750	0,2660	0,0887
Overall		5,6370	0,2930	0,0564

Cases Included 27      Missing Cases 0

#### Breakdown for Diam75

Variable	Level	Mean	SD	SE
Dosis	1	5,9083	0,0520	0,0300
Dosis	2	6,2333	0,0946	0,0546
Dosis	3	6,2833	0,1809	0,1044
Producto	1	6,1417	0,2054	0,0685
Dosis	1	6,2833	0,1041	0,0601
Dosis	2	6,3750	0,1392	0,0804
Dosis	3	6,5083	0,1127	0,0651
Producto	2	6,3889	0,1426	0,0475
Dosis	1	6,0167	0,0144	8,333E-03
Dosis	2	6,0167	0,0144	8,333E-03
Dosis	3	6,0167	0,0144	8,333E-03
Producto	3	6,0167	0,0125	4,167E-03
Overall		6,1824	0,2101	0,0404

Cases Included 27      Missing Cases 0

**Breakdown for Alt45**

Variable	Level	Mean	SD	SE
Dosis	1	17,125	0,1250	0,0722
Dosis	2	17,333	0,2887	0,1667
Dosis	3	17,567	0,1607	0,0928
Producto	1	17,342	0,2604	0,0868
Dosis	1	17,458	0,1443	0,0833
Dosis	2	18,042	0,0722	0,0417
Dosis	3	18,500	0,6250	0,3608
Producto	2	18,000	0,5555	0,1852
Dosis	1	16,425	0,5166	0,2983
Dosis	2	16,425	0,5166	0,2983
Dosis	3	16,425	0,5166	0,2983
Producto	3	16,425	0,4474	0,1491
Overall		17,256	0,7814	0,1504

Cases Included 27      Missing Cases 0

**Breakdown for Alt60**

Variable	Level	Mean	SD	SE
Dosis	1	18,625	0,1250	0,0722
Dosis	2	18,833	0,2887	0,1667
Dosis	3	18,917	0,3819	0,2205
Producto	1	18,792	0,2795	0,0932
Dosis	1	18,958	0,1443	0,0833
Dosis	2	20,125	0,2165	0,1250
Dosis	3	21,083	0,5052	0,2917
Producto	2	20,056	0,9644	0,3215
Dosis	1	17,917	0,5204	0,3005
Dosis	2	17,917	0,5204	0,3005
Dosis	3	17,917	0,5204	0,3005
Producto	3	17,917	0,4507	0,1502
Overall		18,921	1,0832	0,2085

Cases Included 27      Missing Cases 0

**Breakdown for Alt75**

Variable	Level	Mean	SD	SE
Dosis	1	20,125	0,1250	0,0722
Dosis	2	20,333	0,1909	0,1102
Dosis	3	20,417	0,3819	0,2205
Producto	1	20,292	0,2577	0,0859
Dosis	1	20,458	0,1443	0,0833
Dosis	2	21,458	0,4390	0,2534
Dosis	3	22,583	0,5052	0,2917
Producto	2	21,500	0,9823	0,3274
Dosis	1	19,417	0,5204	0,3005
Dosis	2	19,417	0,5204	0,3005
Dosis	3	19,417	0,5204	0,3005

Producto	3	19,417	0,4507	0,1502
Overall		20,403	1,0665	0,2052

Cases Included 27      Missing Cases 0

**Breakdown for AF45**

Variable	Level	Mean	SD	SE
Dosis	1	81,583	4,8240	2,7851
Dosis	2	83,250	1,1456	0,6614
Dosis	3	82,583	2,0361	1,1756
Producto	1	82,472	2,7767	0,9256
Dosis	1	83,167	2,8868	1,6667
Dosis	2	85,250	7,0134	4,0492
Dosis	3	86,583	1,1547	0,6667
Producto	2	85,000	4,1155	1,3718
Dosis	1	79,167	4,1558	2,3994
Dosis	2	79,167	4,1558	2,3994
Dosis	3	79,167	4,1558	2,3994
Producto	3	79,167	3,5990	1,1997
Overall		82,213	4,1826	0,8049

Cases Included 27      Missing Cases 0

**Breakdown for AF60**

Variable	Level	Mean	SD	SE
Dosis	1	92,333	4,9329	2,8480
Dosis	2	91,500	1,5207	0,8780
Dosis	3	92,833	2,2407	1,2937
Producto	1	92,222	2,8735	0,9578
Dosis	1	93,833	3,1853	1,8390
Dosis	2	95,583	6,6348	3,8306
Dosis	3	97,667	2,4023	1,3869
Producto	2	95,694	4,2127	1,4042
Dosis	1	88,833	4,1256	2,3819
Dosis	2	88,833	4,1256	2,3819
Dosis	3	88,833	4,1256	2,3819
Producto	3	88,833	3,5729	1,1910
Overall		92,250	4,4807	0,8623

Cases Included 27      Missing Cases 0

**Breakdown for AF75**

Variable	Level	Mean	SD	SE
Dosis	1	102,75	5,2500	3,0311
Dosis	2	91,500	1,5207	0,8780
Dosis	3	103,17	2,5290	1,4601
Producto	1	99,139	6,4748	2,1583
Dosis	1	103,83	3,5030	2,0224
Dosis	2	105,75	5,7663	3,3292
Dosis	3	107,50	1,9526	1,1273

Producto	2	105,69	3,8543	1,2848
Dosis	1	99,750	5,5678	3,2146
Dosis	2	99,750	5,5678	3,2146
Dosis	3	99,750	5,5678	3,2146
Producto	3	99,750	4,8218	1,6073
Overall		101,53	5,8055	1,1173

Cases Included 27      Missing Cases 0

4.





**Figura 4.** Estado de sanidad de plantas de pimiento tratadas con productos alternativos