UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE AGRONOMÍA

“Evaluación de extractos de macroalgas en el cultivo de pimiento (*Capsicum annum L.)*, para la prevención de enfermedades foliares”.

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

AUTOR:

María Ibelia Barreno Morales

TUTOR:

Ing. Hernán Zurita

CEVALLOS, 2025

"Evaluación de extractos de macroalgas en el cultivo de pimiento (***Capsicum annum L.)***, para la prevención de enfermedades foliares".

REVISADO POR:



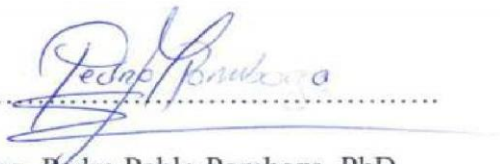
.....

Ing. Mg. José Henan Zurita

TUTOR

APROBADO POR LOS MIEMBROS DE CALIFICACIÓN:

Fecha:



..... 08/07/2025

Ing. Pedro Pablo Pomboza, PhD
PRESIDENTE DE TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN



..... 08/07/2025

BQF. Mg. López Villacís Isabel Cristina
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN



..... 08/07/2025

Ing. Mg. Velástegui Espín Giovanny Patricio
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

El suscrito, **María Ibelia Barreno Morales**, portador de cédula de ciudadanía número: 1804392981, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de investigación titulado: **"Evaluación de extractos de macroalgas en el cultivo de pimiento (*Capsicum annum L.*), para la prevención de enfermedades foliares"** 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.



María Ibelia Barreno Morales

DERECHO DE AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado **"Evaluación de extractos de macroalgas en el cultivo de pimiento (*Capsicum annum L.*), para la prevención de enfermedades foliares"** 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.



María Ibelia Barreno Morales

TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado del Trabajo de Titulación, Modalidad presencial sobre el **TEMA: "Evaluación de extractos de macroalgas en el cultivo de pimiento (*Capsicum annum L.),* para la prevención de enfermedades foliares".** de (MARÍA IBELIA BARRENO MORALES), estudiante de la carrera de Agronomía , de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de conformidad con el Reglamento para la Titulación de Grado para obtener el título terminal de Tercer Nivel de la Universidad Técnica de Ambato, una vez revisado y calificado

Ambato/Julio/2025

Para constancia firman:

Ing. Pedro Pablo Pomboza, PhD
PRESIDENTE

BQF, Isabel Cristina López Villacis
MIEMBRO TRIBUNAL DE GRADO

Ing. Giovanny Patricio Velástegui Espin
MIEMBRO TRIBUNAL DE GRADO

DEDICATORIA

Con profunda gratitud y humildad, dedico mi tesis a Dios, por su infinita misericordia y bendiciones he logrado llegar hasta aquí, gracias por otorgarme la vida, paciencia, inteligencia, sabiduría y resiliencia ante los momentos difíciles, que nunca se me olvide que todo lo que soy y tengo proviene de su amor y su gracia.

A mis queridos padres y hermano, quienes con su ejemplo, sacrificio y amor incondicional me han enseñado el valor del esfuerzo, la perseverancia y la honestidad. Gracias por brindarme un hogar lleno de valores, por haberme apoyado en cada decisión. Su dedicación y entrega me han motivado a seguir mis sueños y a nunca rendirme, incluso en los momentos más difíciles. Este logro también es suyo, porque sin su apoyo y confianza, no habría llegado hasta aquí.

A mi amado esposo, compañero de vida, por su comprensión y apoyo en los momentos de incertidumbre. Gracias por estar ahí, por ser un ejemplo de superación y compartir conmigo los sueños y metas que hemos construido juntos, tu apoyo incondicional ha sido fundamental en este proceso, y este logro es nuestro.

A mis hijos, que llenan mi vida de alegría, y motivación, por ser mi inspiración diaria, y enseñarme el verdadero significado del amor incondicional, ustedes son la razón de que cada esfuerzo haya valido la pena. Este logro es para ustedes, porque su felicidad y bienestar son mi mayor recompensa e inspiración para seguir luchando por un futuro mejor.

A mis amigos, con quienes he compartido momentos amenos dentro y fuera del aula. Gracias por su amistad y compañía que han hecho este camino más llevadero y lleno de alegrías.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad Técnica de Ambato, por brindarme la oportunidad de formarme como profesional en la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Agronomía.

Mi más sincero agradecimiento a mi tutor, ingeniero Hernán Zurita, por su guía, paciencia y valiosos consejos que fueron fundamentales para la culminación de este proyecto.

De igual manera expreso mi gratitud a los docentes que impartieron cada una de las cátedras durante mi formación académica, gracias por compartir sus conocimientos y prepararnos no sólo para el ámbito profesional, sino para los desafíos que se nos presenten en la vida.

A mi familia y amigos, gracias por su apoyo y motivación en cada proceso de este camino.

¡Gracias a todos por hacer posible este logro!

INTRODUCCIÓN *1*
MARCO TEÓRICO *2*
1.1. Antecedentes investigativos 2
1.2.2. Clasificación taxonómica 5
1.2.3. Cultivo de pimiento en el Ecuador 6
1.2.4. Enfermedades 6
1.3. Objetivos 7
Objetivo general: 7
Objetivos específicos: 7
CAPÍTULO II **8**
METODOLOGÍA **8**
2.1. Ubicación del estudio 8
2.2. Caracterización del lugar. 8
2.2.1 Clima 8
2.2.2 Suelo 8
2.3. Equipos y materiales 9
2.3.3. Material de oficinas 9
2.4. Factores de Estudio: 9
2.4.1. Factor 1: 9
2.4.2. Factor 2: 10
2.5. Manejo del experimento 10
2.5.1. Preparación de los tratamientos 10
2.5.2. Distribución de los tratamientos 10
2.5.3. Aplicación de tratamientos 10
2.5.4. Registro de datos 10
6.Variables respuestas 11
2.6.1. Porcentaje de incidencia 11
2.6.2. Porcentaje de severidad 11
2.6.3. Contenido de clorofila 11
2.6.4. Color de la hoja 11
2.8. Diseño experimental 11
CAPÍTULO III **13**
RESULTADOS Y DISCUSIÓN *13*
3.1. Incidencia y severidad 13
3.2. Contenido de Clorofila 17
3.3. Color de Hoja 19
CAPÍTULO IV **21**
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES **21**
4.1. CONCLUSIONES 21
4.2. RECOMENDACIONES **21**
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS *22*
ANEXOS *26*

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 *Clasificación taxonómica del cultivo de pimiento. 11*
Tabla 2 *Enfermedades foliares del cultivo de pimiento 13*
Tabla 3 *Tratamientos en estudio 17*
Tabla 4 *Tes de tukey al 5% para las variables incidencia y severidad después de cada aplicación de extractos de algas. 20*
Tabla 5 *Indicadores para la variable color de hoja después de la aplicación de extractos de algas en el cultivo de pimiento 25*
Tabla 6 *Listado de principales enfermedades encontradas en el cultivo de pimiento. 26*

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1*Esquema de Campo 18*

Figura 2 *Incidencia de enfermedades foliares en el cultivo de pimiento Capsicum annuun, ... 21*

Figura 3 *Severidad de enfermedades foliares en el cultivo de pimiento Capsicum annuun, ... 22*

Figura 4 *Efecto de la aplicación de extractos de algas en el contenido de clorofila y nitrógeno en el cultivo de pimiento 24*

RESUMEN

El cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*), en los últimos años se ha convertido en un rubro importante, su superficie de cultivo se ha incrementado en un 20%, principalmente en la sierra ecuatoriana en condiciones bajo invernadero. El presente estudio se realizó en la parroquia Izamba del cantón Ambato, en un cultivo establecido de pimiento de 80 días de edad, se evaluó dos extractos de macroalgas a tres diferentes concentraciones (1%, 5%, 10%), con el fin de prevenir la presencia de enfermedades foliares, para lo cual se realizó tres aplicaciones con una frecuencia de 15 días, antes de cada aplicación se registró las variables de incidencia, severidad, de las enfermedades presentes, utilizando el software Imagenj para determinar la severidad, un registro de las enfermedades observadas, y al finalizar el ensayo se registró las variables color de hoja (mediante la aplicación Physics Toolbos), y contenido de clorofila, los resultados obtenidos demostraron que las concentraciones del 5% y 10% para los dos extractos resultan ser estadísticamente significativos siendo la concentración del 10% la que mejores resultados reporta, con los valores más bajos para incidencia (6% y 4%) y severidad (0.12% y 0.04%) en la tercera aplicación , un color de hoja más intenso y un contenido de nitrógeno y clorofila (6% de N y 43% clorofila), más alto que los demás tratamientos estudiados, dando así como resultado final, que al utilizar extractos de algas a una concentración del 10% las plantas logran tener mayor resistencia a enfermedades foliares, siendo una alternativa para los productores de pimiento de la zona en estudio.

PALABRAS CLAVE: EXTRACTOS, MACROALGAS, ENFERMEDADES FOLIARES, PIMIENTO, CONCENTRACIONES.

ABSTRACT

The cultivation of peppers *(Capsicum annuum)* has become an important sector in recent years, with the area under cultivation increasing by 20%, mainly in the Ecuadorian highlands under greenhouse conditions. This study was carried out in the Izamba parish of the Ambato canton, in an established 80-day-old pepper crop, two macroalgae extracts were evaluated at three different concentrations (1%, 5%, 10%), in order to prevent the presence of foliar diseases, for which three applications were made with a frequency of 15 days, before each application the variables of incidence, severity of the diseases present were recorded, using the Imagenj software to determine the severity, a record of the diseases observed, and at the end of the test the variables leaf color were recorded (using the Physics Toolbos application), and chlorophyll content, the results obtained showed that the concentrations of 5% and 10% for the two extracts are statistically significant, with the 10% concentration being the one that reports the best results, with the lowest values for incidence (6% and 4%) and severity (0.12% and 0.04%) in the third application, a color of more intense leaf and a nitrogen and chlorophyll content (6% N and 43% chlorophyll), higher than the other treatments studied, thus giving as a final result, that by using algae extracts at a concentration of 10% the plants achieve greater resistance to foliar diseases, being an alternative for pepper producers in the area under study.

KEYWORDS: EXTRACTS, MACROALGAE, FOLIAR DISEASES, PEPPER, CONCENTRATIONS

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Las algas son organismos pertenecientes al reino protista que se encuentran en ambientes acuáticos, poseen características similares a las plantas, dentro de este grupo se encuentran desde microorganismos fotoautótrofos hasta plantas multicelulares (Sharma et al., 2014). Según su color se clasifican en pardas, verdes y rojas, siendo las más utilizadas las pardas, en el ámbito agrícola se emplean como fertilizantes edáficos, bioestimulantes, antioxidantes, en la producción de hidrogeles. En Ecuador, los géneros más comunes en la costa son *Ceramium, Corallina, Codium, Dyctyota y Ulva* (Ali et al., 2021).

Las macroalgas poseen una variedad de metabolitos secundarios con propiedades medicinales, antioxidantes, bioestimulantes. Estos pueden ser utilizados como biopesticidas, nutrientes, y potenciadores del crecimiento. Al realizar una incorporación edáfica incrementa el rendimiento en el cultivo y contribuye a mejorar la calidad de los frutos gracias a la cantidad de macro y micronutrientes que aporta a la planta, la presencia de polifenoles, vitaminas, proteínas, oligoelementos, aminoácidos esenciales los cuales actúan como reguladores de crecimiento en las plantas (Coello, 2020). Además, mediante estudios realizados in vitro y en planta, se ha observado que posee una actividad inhibidora contra fitopatógenos fúngicos, al afectar al hongo con compuestos como los polifenoles, que se dirigen directamente a la pared o membrana celular **(**Celis et al., 2009).

El principal factor que limita la producción de pimiento, es la incidencia de enfermedades fúngicas las cuales ocasionan grandes pérdidas en la producción, la sintomatología se aprecia en las zonas foliares del cultivo dependiendo de la etapa que incide la infección de la planta, siendo más grave en la fase vegetativa temprana, razón por la cual se recurre a la aplicación de pesticidas los cuales generan efectos negativos al medio ambiente, pudiendo llegar incluso a generar resistencia de los fitopatógenos a estos productos (Cruz, 2018). Razón por la cual se crea la necesidad de contar con alternativas agro-productivas para el manejo integrado de cultivos mediante la utilización de extractos

de algas marinas, o macroalgas, para avanzar hacia una agricultura más sostenible y resiliente. Al explorar esta alternativa, se espera mitigar las enfermedades foliares fomentando un enfoque holístico y ecológico en la producción agrícola, que beneficie a los agricultores y al medio ambiente productos (Viracocha & Cadena Miranda, 2023).

El presente trabajo tiene el propósito de probar dos extractos a diferentes concentraciones con la finalidad de determinar sus efectos en la reducción de la incidencia de enfermedades foliares en el cultivo de pimiento, obteniendo como resultado una nueva alternativa en los sistemas agro productivos de pimiento, para posteriormente ser difundidas a los agricultores.

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes investigativos

Los extractos de algas marinas se utilizan en la agricultura por sus componentes bioactivos que son únicos; poseen propiedades fitoestimulantes que incrementan el crecimiento vegetal y el rendimiento de los cultivos. Sus elementos causan respuestas de defensa en las plantas, generando resistencia a plagas y enfermedades, a la tolerancia del estrés abiótico causados por salinidad y sequía debido a las altas temperaturas (Craigie, 2011). Entre los principales componentes de los extractos de algas marinas se encuentran: los carbohidratos, aminoácidos, las fitohormonas, proteínas y osmoprotectores, su utilización en los cultivos mejora la absorción de minerales, el desarrollo, la fotosíntesis, el rendimiento, el sistema radical, la floración, la calidad del fruto, el sabor, y la vida postcosecha de los productos **(**Salazar et al., 2022).

Las algas marinas también llamadas plantas talofitas porque carecen de raíz, tallo y hojas, pueden ser organismos unicelulares o pluricelulares que se desarrollan en el agua, presentan pigmentos como la clorofila que le da esa importancia ya que son capaces de elaborar compuestos orgánicos a partir de CO_2. Los extractos de algas pardas son utilizados principalmente en cultivos hortícolas. Pues se ha visto efectos favorables en el crecimiento de las plantas y en la buena respuesta al estrés abiótico. Dentro de sus componentes químicos se pueden incluir a los ácidos grasos, vitaminas, polisacáridos, fitohormonas, entre otros (Ashour et al., 2021). Recientes estudios han demostrado que los extractos de algas son

responsables de activar mecanismos moleculares en las plantas. Además, existe un efecto sinérgico entre todos los componentes de los extractos de algas que lo hacen beneficioso, por lo que no se puede hablar del efecto de uno de los componentes en específico. Las macroalgas más utilizadas en la agricultura son las macroalgas pardas, entre ellas tenemos: *Ascophyllum nodosum (L.), A. nodosum*, otras algas pardas como *Fucus spp., Laminaria spp., Sargassum spp., Turbinari*a spp. y *Ecklonia maxima (Osbeck) Papenfuss* que se han utilizado como biofertilizantes (Pérez et al., 2020).

La presencia de metabolitos secundarios es una característica definitoria de los mecanismos defensivos de las plantas, que pueden clasificarse en compuestos nitrogenados, fenólicos y terpenoides. Los compuestos que se encuentran en los extractos desempeñan un papel crucial a la hora de determinar la eficacia en los extractos, como anti alimentarios, antivirales, antimicrobianos, repelentes, inhibidores de germinación de semilla ya que permite su uso para proteger los cultivos e incrementar loa calidad y producción de alimentos debido a que son menos tóxicos y de fácil degradación (Salazar, 2020).

Morales et al., (2023) a través de su investigación determinaron que los bioestimulantes a base de *Ascophyllum nodosum*, incrementan la absorción de nutrientes, activan mecanismos de defensa en las plantas y promueven el desarrollo vegetal por su contenido de fitohormonas, además mejoran la estructura del suelo, la capacidad de retención de agua, incrementan la proliferación de microorganismos benéficos, contribuyendo a la disponibilidad de nutrientes para las plantas.

En plantas de tomate, por ejemplo, se evaluaron el efecto al utilizar extractos de *Ascophyllum nodosum*, donde se observó una disminución significativa en la incidencia y severidad de enfermedades foliares, tales como el mildiu y la roya. También se encargan de promover un crecimiento vigoroso y un incremento en el rendimiento, atribuido a la estimulación de los mecanismos de defensas naturales de las plantas y a la absorción de nutrientes más eficiente

En el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum L.*), las enfermedades foliares, como la roya, el mildiu y la mancha foliar, representan una de las principales limitantes para la producción, causando pérdidas económicas considerables (Alemán, 2015). La aplicación de productos naturales, como los extractos de macroalgas, surge como una alternativa ecológica y sostenible frente al uso excesivo de fungicidas químicos, que pueden generar resistencia

en los patógenos, afectar la biodiversidad y presentar riesgos para la salud humana (Monge & Coto, 2022).

En el caso específico del pimiento, algunos estudios preliminares sugieren que la aplicación de extractos de macroalgas puede fortalecer las defensas naturales de la planta, reduciendo la incidencia de enfermedades foliares y mejorando la productividad. Sin embargo, aún existen vacíos en la investigación respecto a las concentraciones óptimas, frecuencia de aplicación y efectos en diferentes condiciones agroclimáticas (Valdez, 2022).

Hoy en la actualidad la agricultura busca soluciones más sostenibles y sustentables para el manejo de sus cultivos, como el uso de extractos de algas marinas que contribuyen a que la planta optimice la absorción de nutrientes incluso en condiciones de estrés, ya sea mediante una aplicación edáfica o foliar, obteniendo un mayor rendimiento en la cosecha, disminuyendo el impacto ambiental por el uso de pesticidas y por ende la disminución en los costos de producción (Espinosa et al., 2020).

Razón por la cual es importante buscar nuevas alternativas de manejo para el control de enfermedades que se presenten en el cultivo, ya que en la actualidad el manejo convencional mediante el uso de pesticidas tiene sus limitaciones sobre todo con los efectos posteriores que estos causan, de tal manera que el presente trabajo pretende desarrollar una alternativa amigable de manejo mediante la utilización de un recurso renovable como es el caso de las macroalgas, la obtención de extractos y su posterior aplicación en el cultivo con el fin de generar la actividad elicitora en la planta, y por lo tanto presentar una alternativa amigable de manejo.

1.2. Categorías fundamentales

1.2.1. Cultivo de pimiento

Origen

El pimiento es una planta originaria de Bolivia y Perú, pertenece a la familia de las solanáceas, fue introducido en el viejo mundo por Colón en el año de 1493 en su primer viaje, en España se implementó su cultivo en el siglo XVI desde donde se lo cultivó por el resto de Europa y del mundo con el apoyo de los portugueses, en nuestro país es un cultivo importante, ya que se ha convertido en uno de los más explotados por sus propiedades.

La planta de pimiento es una herbácea perenne, de tamaño variable, que posee raíces pivotantes y profundas, con varias raíces adventicias, su tallo es erecto, de crecimiento limitado que emite de dos a tres ramificaciones principales las cuales continúan ramificándose hasta completar de su ciclo, sus frutos son bayas secas, de forma hueca, de diferentes tamaños y varios colores como verdes, rojos y amarillos, dependiendo de la variedad (Cruz, 2018).

Hay más de treinta especies de Capsicum en la familia Solanaceae, como: pimientos, ajíes o chiles. De más de treinta especies, sólo hay cinco los elementos que han sido domesticados y comúnmente cultivados por humanos incluyen: la mayoría de las variedades de pimiento pertenecen a *Capsicum annuum*, sabores agridulces y algunos picantes cultivados en todo el mundo especialmente en Europa y América del Norte; la mayoría de las variedades de pimientos especias cultivadas en América y Asia, y en menor medida en Europa, así como el pimentón, *Capsicum baccatum* y *Capsicum pubescen*s se cultivan casi exclusivamente en México (C. *chinense*) y andos (*C. baccatum* y *C. pubescens*) (Garcia et al., 2015).

1.2.2. Clasificación taxonómica

De acuerdo con **Hanan (2020)**, la clasificación taxonómicamente es la siguiente:

Tabla 1 *Clasificación taxonómica del cultivo de pimiento.*

	Capsicum annuum L.
Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Asteridae
Orden:	Solanales
Familia:	Solanaceae
Subfamilia:	Solanoideae
Tribu:	Capsiceae
Genero:	*Capsicum*
Especie:	*Campsucum annuum L.,*

Fuente: (Hanan, 2020).

1.2.3. Cultivo de pimiento en el Ecuador

El cultivo de pimiento en nuestro país esta favorecido por las características geográficas, climáticas y suelos que posee para el desarrollo del cultivo. Entre las principales provincias con mayor producción de pimiento se encuentran: Guayas, Santa Elena, Manabí, El Oro, Imbabura, Tungurahua, Chimborazo y Loja. En la provincia de Tungurahua los sectores con mayor producción de pimiento destacan los cantones Ambato, Patate y Pelileo, siendo la mayor en Patate con pimientos de diferentes formas y colores, comercializándose a diversos mercados de la provincia de Tungurahua y del país en general (InfoAgro, 2011).

En el Ecuador, la producción de pimiento (*Capsicum annuu*m) es de importancia en el sector agrícola, al ser una actividad que genera relevancia económica ya que, los pequeños y medianos productores lo cultivan en distintas regiones, ya sea en campo abierto o en invernaderos. Sin embargo, el bajo rendimiento de producción en Ecuador, que alcanza los 3,649.5 kg/ha, es un desafío debido a los escasos conocimientos y el mal manejo en su cultivo. En comparación, países como Chile y Paraguay presentan rendimientos significativamente más altos, con 7,721.8 kg/ha y 7,039.3 kg/ha, respectivamente (Munzón et al., 2022).

1.2.4. Enfermedades

El principal factor que limita la producción de pimiento, es la incidencia de enfermedades causadas por hongos, bacterias, fitoplasmas, las cuales ocasionan grandes pérdidas en la producción, la sintomatología se aprecia en las zonas foliares del cultivo dependiendo de la etapa que incide la infección de la planta, siendo más grave en la etapa vegetativa temprana, razón por la cual se recurre a la aplicación de pesticidas los cuales generan efectos negativos al medio ambiente, pudiendo llegar incluso a generar resistencia de los fitopatógenos a estos productos (Viracocha & Cadena Miranda, 2023).

Los pimientos generalmente se ven afectados por enfermedades causadas por hongos entre los que se encuentran: la mancha necrótica de la hoja y la fruta, la antracnosis (muerte regresiva/pudrición de la fruta), la mancha de la hoja causada por *Cercospora,* marchitez, mancha de la hoja, mildiú polvoroso, enfermedades de origen bacteriano como la marchitez bacteriana, pudrición blanda y algunas enfermedades virales como el Virus del mosaico del

pepino (CMV), virus del marchitamiento del tomate (TSWV), y el virus del mosaico del tabaco (TMV), (Pallo et al., 2024).

Tabla 2 *Enfermedades foliares del cultivo de pimiento*

Nombre Común	Nombre Científico
Mancha bacteriana	*Xanthomonas campestris* (bacteria
Mosaico del pimiento	Virus del mosaico del pimiento (PepMV)
Alternaríais	*Alternaria solani* (hongo)
Mildiu	*Peronospora destructor* (hongo)
Oídio	*Leveillula taurica* (hongo)
Antracnosis	*Colletotrichum spp*. (hongo)
Pudrición de la raíz y hojas	*Phytophthora capsici* (hongo)
Cercosporiosis	*Cercospora capsici* (hongo)

Fuente: (Pérez, 2021)

1.3. Objetivos

Objetivo general:

• Evaluar extractos de macroalgas en el cultivo de pimiento (*Capsicum annum L.),* para la prevención de enfermedades foliares.

Objetivos específicos:

• Comparar el efecto de dos extractos de macroalgas para prevenir enfermedades foliares en el cultivo de *Capsicum*.

• Determinar la concentración adecuada de extractos de macroalgas en el cultivo de *Capsicum*.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

Para el desarrollo del presente estudio se aplicó una investigación de carácter experimental, considerando el extracto de algas como el principal factor hacer evaluado en plantas de pimiento.

2.1. Ubicación del estudio

El trabajo de investigación se realiza en los predios del Ing. Álvaro Tiana ubicado en el sector Quillan Alto, parroquia Izamba, cantón Ambato, provincia de Tungurahua a 1°13'01.6" de latitud sur 78°33'39.3" de longitud oeste, a 2682 msnm **(**INAMHI,2022).

2.2. Caracterización del lugar.

2.2.1 Clima

Acorde a los registros meteorológicos el área de Izamba posee veranos cortos, frescos y nublados al igual que los inviernos cortos, fríos y parcialmente nublados. La precipitación anual es de 632 mm, cuya temperatura media es de 14.7 ºC y la humedad relativa de 76.1% con una velocidad de viento de 3.3 m/seg en dirección Este a Oeste. **(**INAMHI, 2022).

2.2.2 Suelo

OAS (2020) menciona la existencia de una diversidad de tipos de suelos, siendo predominante los de origen volcánico, convirtiéndolos como apto para toda clase de cultivos. Al igual el suelo negro en abundancia en la zona es rico en minerales y carbono orgánico, siendo un punto clave en la economía al ser un suelo productivo y fértil.

2.3. Equipos y materiales

2.3.1. Equipos

- Cámara fotográfica
- Computador
- Bomba de fumigar tipo mochila
- SPAD
- Teléfono móvil

2.3.2. Materiales

- Alcohol al 90%
- Marcador
- Fundas plásticas
- Sustrato
- Plantas de pimiento
- Agua destilada
- Probeta

2.3.3. Material de oficinas

- Libreta de campo
- Esfero
- Marcador permanente

2.4. Factores de Estudio:

2.4.1. Factor 1:

Extracto 1 (Extracto de *Gymnogongrus sp)*

Extracto 2 Crop + (extracto comercial de *Ascophyllum nodosum*).

2.4.2. Factor 2:

Concentración del extracto**:**

C1: 1%

C2: 5%

C3: 10%

2.5. Manejo del experimento

2.5.1. Preparación de los tratamientos

Se procedió a preparar una disolución del extracto de algas con agua destilada, a concentraciones del 1%, 5% y 10% de *Gymnogongrus sp*, el mismo procedimiento se realizó con el extracto de alga 2 Crop + (extracto comercial de *Ascophyllum nodosum).*

Posterior mente con la ayuda de un atomizador se aplicó cada uno de los tratamientos en las plantas con su respectivo etiquetado.

2.5.2. Distribución de los tratamientos

2.5.3. Aplicación de tratamientos

Una vez trazadas las unidades experimentales, se procedió a aplicar cada uno de los tratamientos ya establecidos anteriormente, dos extractos de macroalgas a concentraciones del 1%, 5% y 10%, aplicadas en tres ocasiones a una frecuencia de 15 días entre cada aplicación.

2.5.4. Registro de datos

A partir de la aplicación de los tratamientos se procedió a realizar monitoreos diarios hasta observar cambios en las unidades experimentales, es decir la presencia o ausencia de síntomas de enfermedades foliares en las plantas en estudio, y posteriormente se registró los datos obtenidos.

6.Variables respuestas

2.6.1. Porcentaje de incidencia

Para el registro de la variable se realizó antes de la aplicación de los tratamientos, mediante la observación visual se registró el número de plantas con síntomas de enfermedades foliares en cada unidad experimental, para el efecto se utilizó la siguiente fórmula:

(N plantas infectadas/ total deplantas)*100

(Villacis, 2021).

2.6.2. Porcentaje de severidad

Para el registro de esta variable se utilizó la aplicación Imagej, la cual consistió en fotografiar 5 hojas de las plantas que presentaron síntomas, y mediante la cuantificación del área afectada se compara con el área total de la hoja, se registró el valor de la severidad, este valor fue registrado antes de la aplicación de los tratamientos.

2.6.3. Contenido de clorofila

Los datos de contenido de clorofila se registraron con la ayuda del medidor SPAD, las cuales se tomaron al final del ensayo. Las lecturas se realizaron en la parte media de la planta, tomándose el promedio de cinco lecturas de la parcela neta.

2.6.4. Color de la hoja

Al igual que para el caso de severidad, los datos del color de hoja se obtuvieron mediante la aplicación Physics Toolbox, la cual por medio de fotografías nos permitió obtener el grado de tonalidad del color de la hoja, tomadas al azar de 5 plantas por tratamiento.

2.8. Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar con 6 tratamientos, y tres repeticiones más un testigo absoluto en arreglo factorial (2x3+1), a las respuestas significativas se aplicó la prueba de Tukey al 5%.

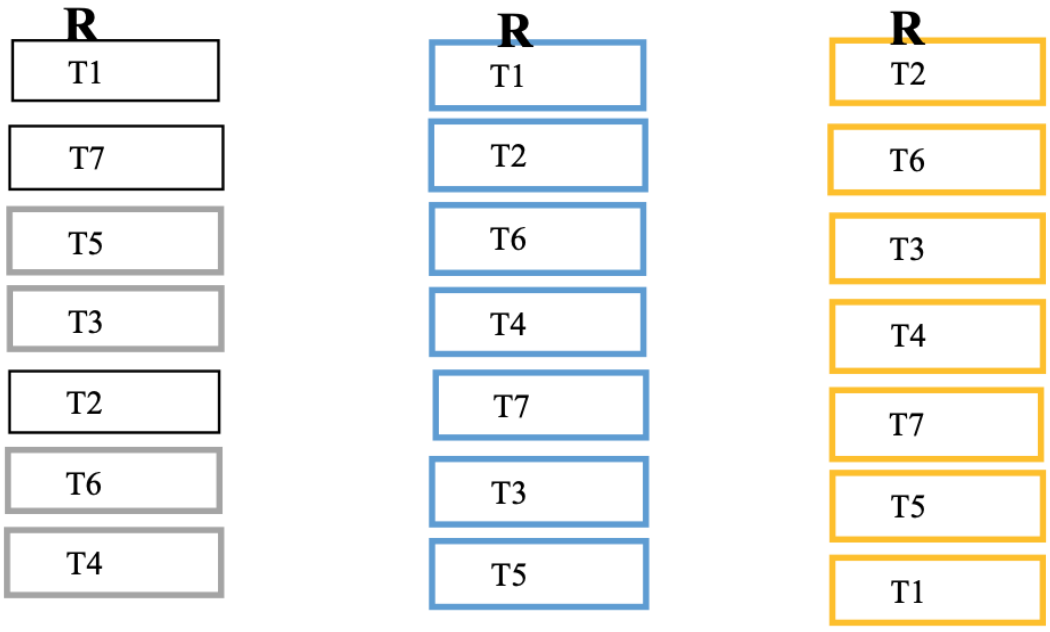
Tabla 3 *Tratamientos en estudio*

N°	TRATAMIENTO	DESCRIPCIÓN
1	E1C1	Extracto 1 al 1%
2	E1C2	Extracto 1 al 5%
3	E1C3	Extracto 1 al 10%
4	E2C1	Extracto 2 al 1%
5	E2C2	Extracto 2 al 5%
6	E2C3	Extracto 2 al 10%
7	Testigo	Sin aplicación

La unidad experimental estuvo conformada por 10 plantas de pimiento cultivadas en invernadero de un cultivo previamente ya establecido de la variedad cacho de toro mix, de una edad de 80 días, en las cuales se aplicó los tratamientos establecidos en el presente ensayo.

Figura 1

Esquema de Campo



CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Incidencia y severidad

Mediante un análisis de varianza (ADEVA) Anexo 2 se puede apreciar que no existen diferencias estadísticas para la incidencia en la primera aplicación de los extractos, mientras que en la segunda y tercera aplicación se pueden observar valores significativos, de la misma forma para el caso de severidad se obtuvo que en el primer y segundo registro no se evidencia diferencias estadísticas mientras que a partir de la tercera observación la diferencia estadística ya es evidente.

En la tabla 4 se observa la distribución de medias para la variable incidencia y severidad mediante la prueba de tukey al 5%, registrada antes de la aplicación de los diferentes tratamientos en estudio, cabe indicar que se realizaron tres aplicaciones, de las cuales los datos obtenidos demuestran que la aplicación de los extractos de algas tiene efecto sobre la incidencia y severidad de las enfermedades foliares que afecta al cultivo de pimiento (*Capsicum annuun)*, mencionando que al inicio del ensayo se observa una leve presencia de enfermedades en todos los tratamientos, tal como se muestra en el tabla 4, tanto para incidencia y severidad, y a medida que trascurre el tiempo y se realiza las aplicaciones de extractos dependiendo de la concentración del extracto (mientras más alta la concentración el resultado es más favorable), los valores se mantienen o se reducen como es el caso del tratamiento con concentración del 10% para los tipos de extractos, similar efecto con la concentración del 5%, y para el caso del 1% se observa que las enfermedades se mantiene y no incrementan su nivel de agresividad, caso contrario con el testigo donde los efectos van incrementando a medida que transcurre el tiempo, esto debido a que no se realiza ningún tipo de aplicación para evitar el incremento de las enfermedades foliares. Estos efectos pueden ser atribuidos a los compuestos que contienen los extractos de algas, los cuales estimulan a mejorar la resistencia de las plantas y, por ende, generar un mejor desarrollo y crecimiento.

Tabla 4 *Tes de tukey al 5% para las variables incidencia y severidad después de cada aplicación de extractos de algas.*

	Insidencia			Severidad		
Tratamiento	**1 Aplicación**	**2 Aplicación**	**3 Aplicación**	**1 Aplicación**	**2 Aplicación**	**3 aplicación**
	Media	**Media**	**Media**	**Media**	**Media**	**Media**
E2 10%	6 +-8.94A	4 +-8.94A	4 +-8.94A	0.16 +-0.26A	0.73 +-1.63A	0.12 +-0.27A
E2 5%	6 +-8.94A	4 +-5.48A	6 +-5.48A	0.67 +-1.14A	0.3 +-0.43A	0.21 +-0.29A
E2 1%	6 +-5.48A	6 +-8.94A	12 +-8.37AB	0.28 +-0.26A	0.15 +-0.21A	0.24 +-0.21A
E1 10%	18 +-15.14A	6 +-7.49A	6 +-5.04A	0.11 +-0.19A	0.08 +-0.28A	0.04 +-0.08A
E1 5%	17.6 +-15.14A	9.2 +-7.49A	7 +-5.04A	0.23 +-0.19A	0.25 +-0.28A	0.09 +-0.08A
E1 1%	8 +-8.37A	10 +-7.07AB	8 +-8.37AB	0.3 +-0.57A	0.22 +-0.21A	0.13 +-0.13A
Tes	24 +-13.42A	28 +-8.37B	32 +-8.37B	0.9 +-0.92A	2 +-2.09A	2.1 +-0.96B

Abdelaziz el tal., (2024) en su estudio sobre respuesta inmune de las plantas de tomate a la enfermedad del marchitamiento por *Fusarium* mediante el uso del alga roja *Jania sp* encontró una reducción importante de hasta un 33% en el ataque de F*usarium* a las plantas aplicadas el extracto de alga roja, considerando una alternativa interesante para el manejo de enfermedades en las plantas ya que los compuestos bioactivos de las algas estimulan en mejorar la resistencia de las plantas ante la presencia de enfermedades foliares.

Chantini et al., (2023) en su trabajo titulado " Inhibición del patógeno e inducción de resistencia contra el tizón temprano: *Alternaria solani* Sorauer en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) mediante la aplicación externa de compuestos del alga *Chaetomorpha antennina* Bory, logro obtener como resultado que los compuestos de las algas marinas provocaron la síntesis de polifenol oxidasa (PPO) (78,8 %) y peroxidasa (PO) (54,6 %), además de estimular la acumulación de fenoles foliares (67,5 %), componentes de la vía de defensa del ácido jasmónico, en niveles superiores a los de las plantas de control. El ácido salicílico se detectó solo en las plantas tratadas, lo que permitió un control eficaz de la enfermedad en las plantas siendo una alternativa eficaz el uso de extractos de algas en los cultivos para reducir los efectos de enfermedades en las plantas.

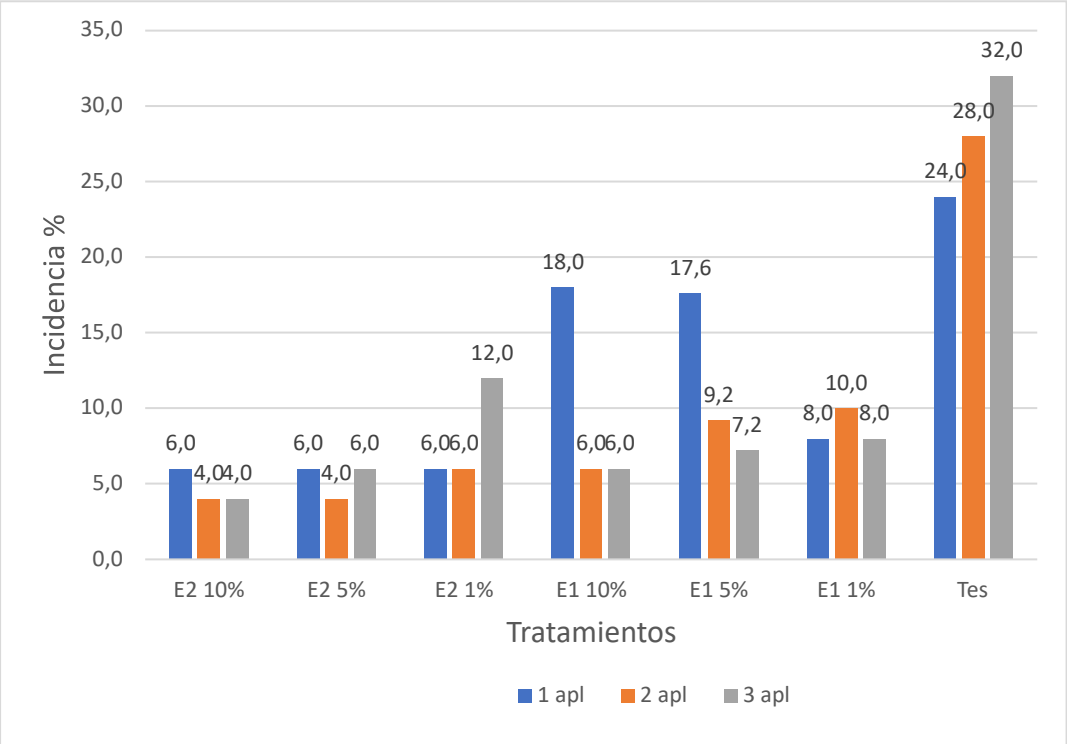


Figura 2 *Incidencia de enfermedades foliares en el cultivo de pimiento Capsicum annuun,*

En la figura 2 se puede apreciar la diferencia encontrada para los valores de incidencia de enfermedades foliares presentes en el cultivo de pimiento bajo invernadero, y el efecto que tiene la utilización de extractos de algas marinas en diferentes concentraciones, observando un efecto positivo ya que se observa una reducción significativa en cuanto a enfermedades respecta, tal cual muestran los valores en la figura antes mencionada.

Los extractos de algas han demostrado tener un efecto positivo en la reducción de la incidencia de enfermedades foliares en las plantas. Estos extractos, ricos en compuestos bioactivos como polisacáridos, fitohormonas y antioxidantes, estimulan los mecanismos de defensa natural de las plantas, lo que mejora su resistencia frente a patógenos foliares. Además, su aplicación puede inducir respuestas sistémicas adquiridas, fortaleciendo la estructura celular de las hojas y dificultando la colonización por parte de hongos y bacterias. Como resultado, el uso de extractos de algas se considera una estrategia sostenible y ecológica para el manejo de enfermedades en cultivos agrícolas (Craigie, 2011; Shukla et al., 2019; Khan et al., 2009).

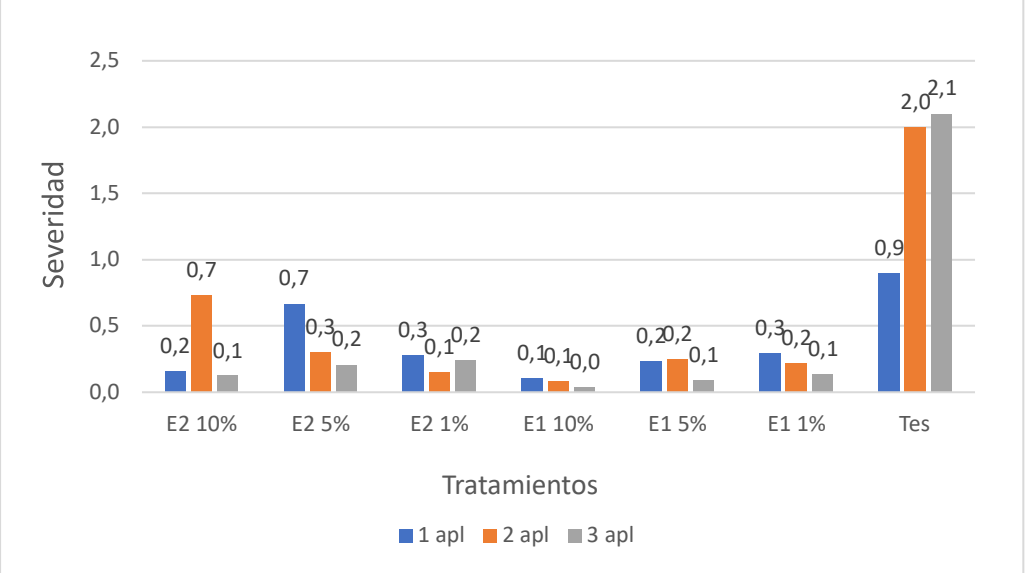


Figura 3 *Severidad de enfermedades foliares en el cultivo de pimiento Capsicum annuun,*

En la figura 3 se puede apreciar las diferencias obtenidas en cada tratamiento mediante la utilización de extractos de algas marinas, observando una reducción en la severidad de las

enfermedades foliares en el cultivo de pimiento, esto puede ser atribuido al efecto elicitor que pueden generar los extractos de algas en las plantas,

Vera et al 2011, en su publicación sobre la utilización de extractos de algas, ha demostrado la eficacia en la reducción de la severidad de enfermedades foliares en diversas especies vegetales. Estos extractos, especialmente los obtenidos de algas pardas como *Ascophyllum nodosum* y *Laminaria digitata*, contienen compuestos bioactivos como laminarina, ácido algínico y polifenoles, que actúan como elicitores del sistema inmunológico vegetal. Su aplicación foliar puede inducir respuestas de defensa sistémica en las plantas, este estudio ha demostrado una reducción significativa en la incidencia y severidad de enfermedades como el mildiú velloso en vid (*Plasmopara viticola*), el oídio en cucurbitáceas y la botritis en tomate y fresa tras el uso de extractos de algas (Vera et al., 2011).

3.2. Contenido de Clorofila

En análisis de varianza (ADEVA) para la variable contendió de clorofila y contenido de nitrógeno, se observó que no existe diferencia estadística significativa al 5% con un CV de 4.96 y 3.27 respectivamente.

Es importante destacar la observación en la distribución de medias para la variable porcentaje de contenido de clorofila y nitrógeno (anexo 2), presente en las plantas de pimiento que fueron tratadas con extractos de algas, donde no se observa diferencia estadística, pero se evidencia diferencias matemáticas, los valores de los tratamientos utilizados con extractos tiene un mayor porcentaje de concentración tanto de clorofila como de nitrógeno, mientras que en el testigo se observa valores inferiores, información atribuida a los aportes nutricionales que brinda los extractos de algas a las plantas.

Khan et al (2009), en su trabajo titulado “Extractos de algas como bioestimulante en el crecimiento y desarrollo vegetal”, logro demostrar que al utilizar los extractos de algas como bioestimulantes tienen un efecto positivo en el contenido de clorofila en las plantas pudiendo incrementar hasta en un 5% su valor frente al control, promoviendo un aumento en la fotosíntesis y por ende, en el crecimiento vegetal, en especial los extractos provenientes de la especie *Ascophyllum nodosum*, los cuales favorecen la acumulación de clorofila, contribuyendo a una mayor tasa de crecimiento y productividad de los cultivos.

Concordando con el autor ya que en el presente estudio se observa un mínimo incremento, aunque no resulte ser significativo estadísticamente, pero matemáticamente se observa un incremento en el contenido de clorofila, de la misma forma ocurre con el porcentaje de contenido de nitrógeno ya que tienen relación directa.

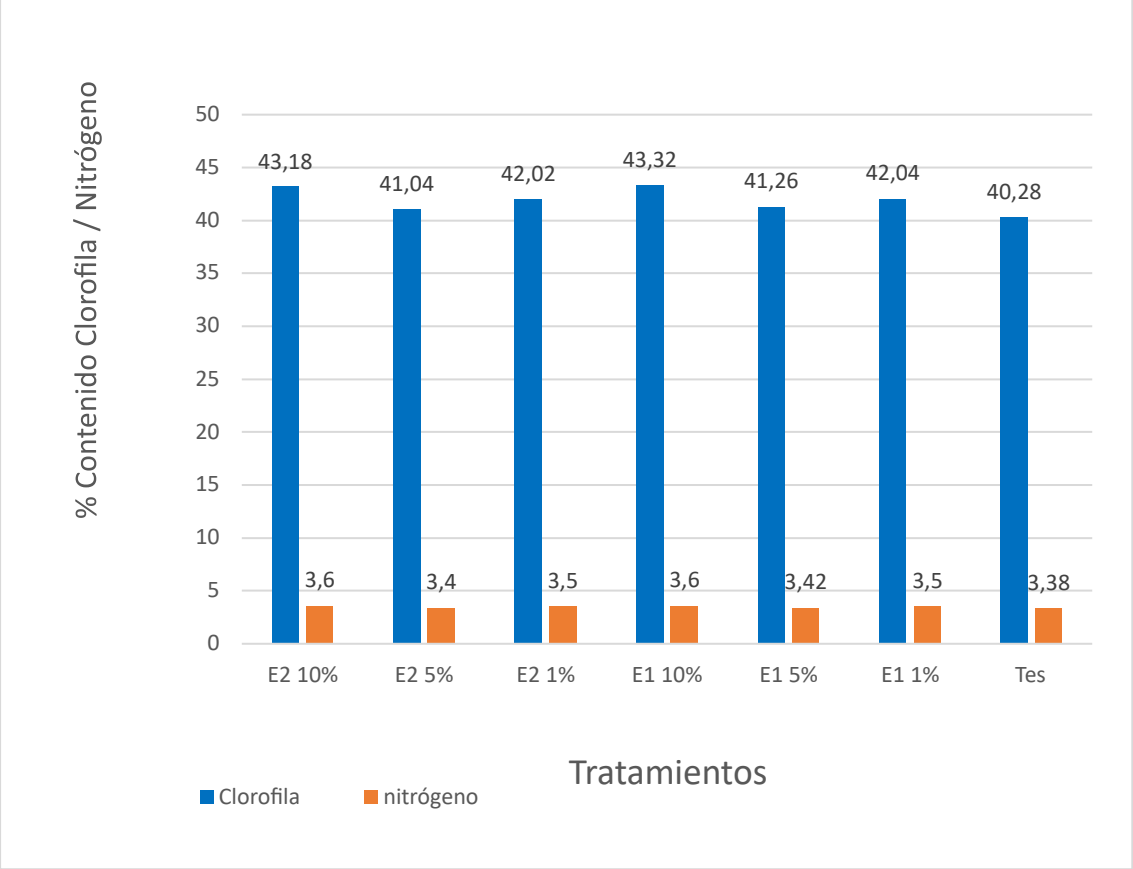


Figura 4 *Efecto de la aplicación de extractos de algas en el contenido de clorofila y nitrógeno en el cultivo de pimiento*

En la Figura 4 se evidencia las diferencias matemáticas observadas en los diferentes tratamientos en lo referente al porcentaje del contenido de clorofila y nitrógeno presente en las plantas de pimiento, esta relación puede estar atribuida a los efectos que puede causar la utilización de extractos de algas sobre los cultivos hortícolas.

La relación entre el contenido de clorofila y nitrógeno en las plantas es un indicador clave del estado nutricional y fotosintético de los cultivos. Diversos estudios han demostrado que la aplicación de extractos de algas, puede mejorar significativamente esta relación. Los extractos de algas actúan como bioestimulantes que promueven la asimilación de nitrógeno y la biosíntesis de clorofila, favoreciendo así un crecimiento vegetal más eficiente. Estudios como los de Rouphael et al. (2017) y Craigie (2011) respaldan estos efectos positivos de los

extractos de algas sobre el metabolismo del nitrógeno y el contenido de clorofila en diversos cultivos agrícolas.

3.3. Color de Hoja

Tabla 5 *Indicadores para la variable color de hoja después de la aplicación de extractos de algas en el cultivo de pimiento*

Tratamiento	Código	Color Predominante (Ingles)	Color (Español)
E2 10%	93B785	dark sea green	verde mar oscuro
E2 5%	649B33	dark olive green	verde oliva oscuro
E2 1%	678D4C	dark olive green	verde oliva oscuro
E1 10%	7FB160	dark sea green	verde mar oscuro
E1 5%	9BB67A	dark sea green	verde mar oscuro
E1 1%	617B3B	dark olive green	verde oliva oscuro
Tes	699E4D	dark olive green	verde oliva oscuro

En la Tabla 5 se observa el predominio de color en cada tratamiento, teniendo como resultado que al incrementar la concentración del extracto el color de la hoja se torna más intenso, esto puede tener relación directa con el contenido de clorofila y nitrógeno analizado con anterioridad.

Sharma et al 2014, en su estudio determinó que, los extractos pueden inducir la acumulación de antocianinas y carotenoides, dando lugar a cambios en la tonalidad del color de hojas (particularmente en ornamentales), resultado similar obtenido en el presente estudio ya que, se puede observar un color con mayor intensidad en los tratamientos con extractos de algas comparados con el testigo.

Tabla 6 *Listado de principales enfermedades encontradas en el cultivo de pimiento.*

Nº	Nombre común	Nombre Científico	Características
1	Oidio	*Erysiphe necator*	Presencia de micelio blanquecino sobre el haz y envés de las hojas.
2	Moho gris	*Botrytis cinerea*	Manchas circulares de color pardo presentes en las hojas y tallos.
3	Manchas necróticas	*Cladosporium sp.*	Presencia de manchas necróticas en el haz y envés de las hojas.
4	Alternariosis	*Alternaria solani*	Presenta manchas foliares circulares, de color marrón con anillos concéntricos y halo amarillo presentes en las hojas.

En la tabla 6 se observa las enfermedades que se observaron por la sintomatología presentada, siendo el caso de oídio y manchas necróticas las que con mayor frecuencia se identificó dentro del cultivo.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

• La utilización de extractos de macroalgas sin importar la especie es beneficioso para el cultivo de pimiento, debido a sus compuestos bioactivos que estos poseen los cuales intervienen como bioestimulante y activan el sistema de resistencia adquirida (SAR) de las plantas.

• Se ha determinado que la concentración ideal para utilizar los extractos de macroalgas es del 10%, ya que es con la que mejor resultado se obtuvo, atribuyendo este efecto a las bondades que puede brindar los extractos considerando que provienen de un recurso natural renovable, y de bajo impacto a la naturaleza, convirtiéndolo en una opción a ser utilizada en los sistemas agrícolas.

4.2. RECOMENDACIONES

• Se recomienda utilizar extractos de algas en concentraciones del 10%, con lo cual se logra mantener al cultivo con buenos niveles nutricionales y por ende su sistema defensivo contra enfermedades es más eficiente.

• Investigar cuales son los compuestos bioactivos presentes en los extractos de algas, los cuales activas en sistema inmune de las plantas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alemán L (2015). CONTROL DE LAS PODREDUMBRES DE PIMIENTO (Capsicum annuum var. California) CON ÁCIDO PEROXIACÉTICO. https://core.ac.uk/download/60433036.pdf

Ali, O., Ramsubhag, A., & Jayaraman, J. (2021). Biostimulant properties of seaweed extracts in plants: implications towards sustainable crop production. *Plants*, *10*(531), 1-27.

https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_nlinks&pid=S1659-42662022000020014900002&lng=en

Almaraz-Sánchez, A., Alvarado-Rosales, D., Leyva-Mir, S. G., Equihua-MartÃnez, A., Aranda-Ocampo, S., & HernÃ¡ndez-Morales, J. (2016). Pruebas de patogenicidad de Phytophthora cinnamomi rands. en pseudotsuga mensiezii.

Revista mexicana de fitopatología. https://doi.org/10.18781/r.mex.fit.1509-2

Alvarado, A., Pilaloa, W., Torres, S. y Torres, K. (2019). Efecto de Trichoderma harzianum en el control de mildiu (Pseudoperonospora cubensis) en pepino. Scielo. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0377-94242019000100101#:~:text=El%20mildiu%20(Pseudoperonospora%20cubensi s)%20es,periodos%20prolongados%20(Basantes%202015

Agropedia. (2022, 11 febrero). *Cultivo de uva*. Agrotendencia.tv. Recuperado 21 de febrero de 2022, de https://agrotendencia.tv/agropedia/el-cultivo-de-la-uva/

Ángel, D (2006). Evaluación de técnicas de conservación para hongos filamentosos y levaduriformes–Cladosporium.

https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8280/tesis260.pdf?seque nce=1

Apablaza, G. (2001). El marchitamiento manchado (TSWV): enfermedad virosa Importante en producciones de tomate y pimiento.

Celis, A; Mendoza, C; Pachón, M (2009) Uso de extractos en el manejo integrado de plagas, enfermedades y arvenes. file:///C:/Users/SERVER/Downloads/clopezdiaz,+400-394 1PB_1+revisi%C3%B3n%20(1).pdf

Coello, V. (2020). EFECTO DE LA APLICACIÓN EDÁFICA Y FOLIAR DE EXTRACTOS DE ALGAS MARINAS EN EL CULTIVO DE PIMIENTO (Capsicum annuum L.). Universidad Agraria del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrarias, Carrera de Ingenieria Agronomica, 5-40. Disponible en: https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/COELLO%20VILLAMAR%20HENRY%2 EDUARDO.pdf.

Craigie, J. S. (2011). Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. Journal of Applied Phycology, 23(3), 371–393. https://doi.org/10.1007/s10811-010-95604PB_1+revisi%C3%B3n%20(1).pdf

Cruz Peñaherrera, M. M. (2018). *Eficacia de tres extractos botánicos para el control de trips en el cultivo de pimiento (Capsicum annuum L.), en la parroquia San Blas, cantón Urcuquí, provincia de Imbabura* (Bachelor's thesis, El Angel: UTB, 2018

Espinosa, A., Hernández, R., & González, M. (2020). Extractos bioactivos de algas marinas como bioestimulantes del crecimiento y la protección de las plantas. Biotecnología 32 Vegetal, 20(4), 1-10.Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2074864720200004002 57&lng =es&tlng=es.

García, T; Coleto, J & Velázquez, R (2015). LA HISTORIA DEL PIMIENTO. https://www. unex.es/conoce-la-uex/centros/eia/archivos/iag/2015/2015-14historias-de-plantas-iila-historia-del.pdf

INAMHI. (2022). Boletines meteorológicos. Recuperado 26 de abril de 2023, de

InfoAgro (2011). Manual del cultivo del pimiento. 1 parte. Capsicum annuum L.. Infoagro. https://www.infoagro.com/video/video_agricola.asp?id=40

Khan, W., Rayirath, U. P., Subramanian, S., Jithesh, M. N., Rayorath, P., Hodges, D. M., ... & Prithiviraj, B. (2009). Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. *Journal of Plant Growth Regulation, 28*(4), 386–399. https://doi.org/10.1007/s00344-009-9103-x

Krasnow, C., & Ziv, C. (2022). Non-Chemical Approaches to Control Postharvest Gray Mold Disease in Bell Peppers. In *Agronomy* (Vol. 12, Issue 1). MDPI. https://doi.org/10.3390/agronomy12010216

Monge, J., & Coto, L. (2022). Aplicación foliar de caolinita y 33 Ascophyllum nodosum (L.) Le Jolis en chile dulce (Capsicum annuum L.). . Avances en la Investigación Agropecuaria, 121-133.Disponible en: https://doi.org/10.53897/RevAIA.22.26.09.

Morales, R., Betancur, G., Juárez, A., Hernández, A., González, J., & Méndez, A. (2023). Aplicación de extractos de algas, NP'SZnO y microorganismos sobre la biomasa vegetal en tomate. Ecosistemas y recursos agropecuarios, 10(2), e3206., 5-10.Disponible en:https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007902820230002 00006&lang=pt.

Munzón, M., Holguin, B., & Chávez, G. (2022). Agronomic response of the pepper (Capsicum annuumL) crop to two irrigation conditions. *Agroindustrial Science*, *12*(1), 7380. https://doi.org/10.17268/agroind

Pallo, E., Leiva-Mora, M., Veloz, W., & Santana, R. (2022). Utilización de macroalgas para la inducción de mecanismos defensivos ante agentes fitopatógenos causantes de enfermedades foliares en hortalizas. Revis Bionatura 2023; 8 (3) 43. https://www.revistabionatura.com/files/2023.08.03.43.pdf

Roselló, Josep., & Porcuna, J. (2012). *Cultivo ecológico del tomate y del pimiento*. https://www.icia.es/icia/download/Agroecología/Material/Cultivo_ecologico.pdf

Rouphael, Y., Colla, G., Bernardo, L., Kane, D., Trevisan, S., Lucini, L. (2017). Biostimulant action of plant-derived protein hydrolysates and seaweed extracts in

combination with beneficial microbes: a new frontier for sustainable agriculture. Frontiers in Plant Science, 8, 1214. https://doi

Salazar, W. (2020). Efecto de la aplicación foliar de fertilizantes y extractos de algas en pepino y pimiento cultivados bajo ambiente protegidos. Universidad De Costa Rica, 3-

20.Disponible en: https://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr/home.

Salazar-Salazar, Werner, Monge-Pérez, José Eladio, & Loría-Coto, Michelle. (2022). Aplicación foliar de extracto de algas y fertilizantes en pimiento (Capsicum annuum). Cuadernos de Investigación UNED , 14 (2), 149-161. https://dx.doi.org/10.22458/urj.v14i1.4299

Sánchez-Mundo, M. L., Escobedo-Crisantes, V. M., Mendoza-Arvizu, S., & JaramilloFlores, M. E. (2016). Polimerización de compuestos fenólicos por Polifenol oxidasa de pimiento morrón con incremento en su capacidad antioxidante. *CYTA - Journal of Food*,

14(4), 594–603. https://doi.org/10.1080/19476337.2016.1181672

Sharma, H. S. S., Fleming, C., Selby, C., Rao, J. R., & Martin, T. (2014). *Plant biostimulants: a review on the processing of macroalgae and use of extracts for crop management to reduce abiotic and biotic stresses.* Journal of Applied Phycology, 26(1),465-490. https://doi.org/10.1007/s10811-013-0101-9

Torres, E., Lannacone, J., & Gomez, H. (2021). (2021). Biocontrol del moho foliar delpimiento (Cladosporium fulvum) empleando cuatro hongos antagonistas .Bragantia, Campinas, 1-10. .

Valdez, R. (2022). Evaluación de dos saberes ancestrales y sus prácticas agroecológicas en el manejo de plagas del cultivo de pimiento (Capsicum annuum),en sectores rurales del cantón Babahoyo. UTB.

Vera, J., Castro, J., Gonzalez, A., & Moenne, A. (2011). *Seaweed polysaccharides and derived oligosaccharides stimulate defense responses and protection against pathogens in plants*. Marine Drugs, 9(12), 2514–2525. https://doi.org/10.3390/md9122514

Villacis, A. (2021). Evaluación de tres productos alternativos para control de oídio (Oídium spp.) en el cultivo de mora (Rubus glaucus Benth) en la parroquia de Huachi Grande.

[Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato]. https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/34297/1/Tesis296%20%20Ingenier%c3%ada%20Agron%c3%b3mica%20%20Villacis%20Zamora%20Adriana%20Soraya

Viracocha-Mamani, P. M., & Cadena-Miranda, F. A. (2023). Incorporación de Trichoderma harzianum para la reducción del ataque de la tristeza del pimiento (Phytophthora capsici). *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria*

ANEXOS

Anexo 1. Datos obtenidos en Campo

Tratamiento	Rep	% Severidad	Insi 2 lec	% Severidad	Ins 1 lec	% Severidad	Inside 3 lec	Sever2
7	1	0.9	40.0	1.5	40.0	3.6	30	1.4
7	2	0.3	30.0	0.3	30.0	1.2	40	1.1
7	3	1.5	20.0	0.2	30.0	1.4	20	1.6
7	4	5.6	40.0	0.2	10.0	2.6	30	2.6
7	5	1.5	30.0	2.2	10.0	2.0	20	1.6
6	1	0.0	0.0	0.2	20.0	0.0	0	1.0
6	2	0.0	0.0	0.6	10.0	0.0	0	1.0
6	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	1.0
6	4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	20	1.0
6	5	3.6	20.0	0.0	0.0	0.0	0	2.2
5	1	0.9	10.0	0.0	0.0	0.7	10	1.4
5	2	0.6	10.0	0.0	0.0	0.3	10	1.3
5	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	10	1.0
5	4	0.0	0.0	0.7	10.0	0.0	0	1.0
5	5	0.0	0.0	2.6	20.0	0.0	0	1.0
4	1	0.3	10.0	0.4	10.0	0.6	20	1.1
4	2	0.5	20.0	0.6	10.0	0.2	20	1.2
4	3	0.0	0.0	0.4	10.0	0.1	10	1.0
4	4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	10	1.0
4	5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	1.0
3	1	0.1	10.0	0.3	10.0	0.1	10	1.0
3	2	0.3	20.0	0.0	20.0	0.1	20	1.2
3	3	0.0	0.0	0.1	30.0	0.0	0	1.0
3	4	0.0	0.0	0.1	10.0	0.0	0	1.0
3	5	0.0	0.0	0.1	20.0	0.0	0	1.0
2	1	0.6	20.0	0.4	40.0	0.2	10	1.3
2	2	0.5	10.0	0.4	20.0	0.1	10	1.2
2	3	0.0	10.0	0.3	10.0	0.1	10	1.0
2	4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	1.0
2	5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	1.0
1	1	0.6	10.0	0.0	10.0	0.3	10	1.2
1	2	0.2	20.0	1.3	20.0	0.2	20	1.1
1	3	0.1	10.0	0.1	10.0	0.2	10	1.0
1	4	0.2	10.0	0.0	0.0	0.0	0	1.1
1	5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	1.0

TRATAMIENTOS	REPETICIONES	CLOROFILA	NITRÓGENO	clorofila 1	N 1	Cloro	N
1	1	40.9	3.4	36.0	3.4	41.3	3.6
1	2	41.7	3.5	36.7	3.5	42.1	3.7
1	3	42.3	3.5	37.2	3.5	42.7	3.7
1	4	42.6	3.5	37.5	3.5	43.0	3.7
1	5	42.7	3.6	37.6	3.6	43.1	3.8
2	1	42.6	3.5	37.5	3.5	43.0	3.7
2	2	39.4	3.3	34.7	3.3	39.8	3.5
2	3	42.6	3.5	37.5	3.5	43.0	3.7
2	4	39.8	3.3	35.0	3.3	40.2	3.5
2	5	41.9	3.5	36.9	3.5	42.3	3.7
3	1	44.9	3.7	39.5	3.7	45.3	3.9
3	2	45.8	3.8	40.3	3.8	46.3	4.0
3	3	43.9	3.6	38.6	3.6	44.3	3.8
3	4	41.9	3.5	36.9	3.5	42.3	3.7
3	5	40.1	3.4	35.3	3.4	40.5	3.6
4	1	39.6	3.3	34.8	3.3	40.0	3.5
4	2	41.6	3.5	36.6	3.5	42.0	3.7
4	3	40.9	3.4	36.0	3.4	41.3	3.6
4	4	43.3	3.6	38.1	3.6	43.7	3.8
4	5	44.7	3.7	39.3	3.7	45.1	3.9
5	1	42.4	3.5	37.3	3.5	42.8	3.7
5	2	43.3	3.6	38.1	3.6	43.7	3.8
5	3	39.3	3.3	34.6	3.3	39.7	3.5
5	4	40.4	3.3	35.6	3.3	40.8	3.5
5	5	39.8	3.3	35.0	3.3	40.2	3.5
6	1	39.5	3.3	34.8	3.3	39.9	3.5
6	2	43.1	3.6	37.9	3.6	43.5	3.8
6	3	44.7	3.7	39.3	3.7	45.1	3.9
6	4	44.3	3.7	39.0	3.7	44.7	3.9
6	5	44.3	3.7	39.0	3.7	44.7	3.9
7	1	39.4	3.3	34.7	3.3	39.8	3.5
7	2	38.2	3.2	33.6	3.2	38.6	3.4
7	3	41.3	3.5	36.3	3.5	41.7	3.7
7	4	42.1	3.5	37.0	3.5	42.5	3.7
7	5	40.4	3.4	35.6	3.4	40.8	3.6

04-abr-25			
TRATAMIENTOS	REPETICIONES	CÓDIGO	COLOR
1	1	72A06B	dark sea green
1	2	7C955C	dark sea green
1	3	83A476	light yellow
2	1	789E79	light cyan
2	2	98C583	dark sea green
2	3	5A4935	dark olive green
3	1	86A25C	khaki
3	2	84B16E	lemon chiffon
3	3	5F8747	pale green
4	1	7CAB61	dark sea green
4	2	76755D	navajo white
4	3	92BD8A	dark sea green
5	1	59882F	olive drab
5	2	76755D	navajo white
5	3	386621	dark olive green
6	1	7FA96B	lemon chiffon
6	2	84A198	azufre
6	3	C7D2CE	azufre
7	1	E3D1CD	misty rose
7	2	93B785	dark sea green
7	3	6A9436	dark olive green

Anexo 2. Análisis estadísticos

Nueva tabla : 14/5/2025 - 2:30:07 - [Versión : 30/4/2020]

Análisis de la varianza

Incidencia

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV	
ajus Ins 1 lec	35	0.32	0.17	51.97	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	34.34	6	5.72	2.19	0.0738
Tratamiento	34.34	6	5.72	2.19	0.0738
Error	73.09	28	2.61		
Total	107.43	34			

Contrastes

Tratamiento	Contraste	E.E.	SC	l	CM	F	p-valor
Contraste1	12.12	4.68	17.49		17.49	6.7	0.0151
Total			17.49		17.49	6.7	0.0151

Coeficientes de los contrastes

Tratamiento	Ct.1
1	-1
2	-1
3	-1

4	-1
5	-1
6	-1
7	6

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,24134

Error: 2,6103 gl: 28

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
5	2.18	5	0.72	A
6	2.18	5	0.72	A
4	2.38	5	0.72	A
1	2.64	5	0.72	A
2	3.26	5	0.72	A
3	4.28	5	0.72	A
7	4.84	5	0.72	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Incidencia 2 lectura

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
ajus Insi 2 lec	35	0.49	0.38	51.94

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	56.74	6	9.46	4.54	0.0025
Tratamiento	56.74	6	9.46	4.54	0.0025
Error	58.37	28	2.08		
Total	115.12	34			

Contrastes						

Tratamiento	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor
Contraste1	20.58	4.18	50.42		50.42	24.19	<0,0001
Total			50.42		50.42	24.19	<0,0001

Coeficientes de los contrastes		
Tratamiento	Ct.1	
1	-1	
2	-1	
3	-1	
4	-1	
5	-1	
6	-1	
7	6	

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,89670

Error: 2,0847 gl: 28

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
6	1.72	5	0.65	A	
5	1.92	5	0.65	A	
4	2.18	5	0.65	A	
3	2.18	5	0.65	A	
2	2.64	5	0.65	A	
1	3.1	5	0.65	A	B
7	5.72	5	0.65		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Incidencia Lectura 3

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
ajus Inside 3 lec	35	0.44	0.32	49.2

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	43.86	6	7.31	3.69	0.0079
Tratamiento	43.86	6	7.31	3.69	0.0079
Error	55.45	28	1.98		
Total	99.3	34			

Contrastes

Tratamiento	Contraste	E. E.	SC	ξ 1	CM	F	p-valor
Contraste1	17.5	4.08	36.46		36.46	18.41	0.0002
Total			36.46		36.46	18.41	0.0002

Coeficientes de los contrastes

Tratamiento	Ct.1
1	-1
2	-1
3	-1
4	-1
5	-1
6	-1
7	6

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,82322

Error: 1,9803 gl: 28

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
6	1.72	5	0.63	A	
3	2.18	5	0.63	A	
2	2.38	5	0.63	A	
5	2.38	5	0.63	A	
1	2.64	5	0.63	A	B
4	3.36	5	0.63	A	B
7	5.36	5	0.63		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

% Severidad 1 lectura1

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
ajjus% Severidad 1 lec	35	0.22	0.05	19.42

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.39	6	0.06	1.29	0.2933
Tratamiento	0.39	6	0.06	1.29	0.2933
Error	1.4	28	0.05		
Total	1.79	34			

Contrastes

Tratamiento	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor
Contraste1	1.46	0.65	0.25		0.25	5.08	0.0323
Total			0.25		0.25	5.08	0.0323

Coeficientes de los contrastes

Tratamiento	Ct.1	
1	-1	
2	-1	
3	-1	
4	-1	
5	-1	
6	-1	
7	6	

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,44861

Error: 0,0500 gl: 28

Tratamiento	Medias	n	E.E.	

3	1.02	5	0.1	A
6	1.08	5	0.1	A
2	1.1	5	0.1	A
1	1.12	5	0.1	A
4	1.14	5	0.1	A
5	1.24	5	0.1	A
7	1.36	5	0.1	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

%severidad lectura 2

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
ajuste %sever2	35	0.33	0.19	6.95

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.14	6	0.02	2.29	0.0633
Tratamiento	0.14	6	0.02	2.29	0.0633
Error	0.29	28	0.01		
Total	0.44	34			

Contrastes

Tratamiento	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor
Contraste1	1.06	0.3	0.13		0.13	12.83	0.0013
Total			0.13		0.13	12.83	0.0013

Coeficientes de los contrastes

Tratamiento	Ct.1	
1	-1	
2	-1	

3	-1	
4	-1	
5	-1	
6	-1	
7	6	

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,20488

Error: 0,0104 gl: 28

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
3	1.42	5	0.05	A
4	1.44	5	0.05	A
5	1.44	5	0.05	A
1	1.44	5	0.05	A
2	1.44	5	0.05	A
6	1.48	5	0.05	A
7	1.62	5	0.05	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

ajus % Severidad 3 lec

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
ajus % Severidad 3 lec	35	0.83	0.81	10.61

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2.12	6	0.35	23.33	<0,0001
Tratamiento	2.12	6	0.35	23.33	<0,0001

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

Error	0.42	28	0.02		
Total	2.54	34			

Contrastes

Tratamiento	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor
Contraste1	4.2	0.36	2.1		2.1	138.68	<0,0001
Total			2.1		2.1	138.68	<0,0001

Coeficientes de los contrastes

Tratamiento	Ct.1	
1	-1	
2	-1	
3	-1	
4	-1	
5	-1	
6	-1	
7	6	

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,24688

Error: 0,0151 gl: 28

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
3	1.02	5	0.06	A	
2	1.04	5	0.06	A	
6	1.06	5	0.06	A	
1	1.06	5	0.06	A	
5	1.08	5	0.06	A	
4	1.1	5	0.06	A	
7	1.76	5	0.06		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Clorofila

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV	
Clorofila	35	0.3	0.14	4.26	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	37.29	6	6.22	1.95	0.1067
Tratamiento	37.29	6	6.22	1.95	0.1067
Error	89.07	28	3.18		
Total	126.36	34			

Contrastes

Tratamiento	Contraste	E. E.	SC	gl	CM	F	p-valor
Contraste1	-11.18	5.17	14.88		14.88	4.68	0.0392
Total			14.88		14.88	4.68	0.0392

Coeficientes de los contrastes

Tratamiento	Ct.1	
1	-1	
2	-1	
3	-1	
4	-1	
5	-1	
6	-1	
7	6	

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,57819

Error: 3,1810 gl: 28

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
7	40.28	5	0.8	A
5	41.04	5	0.8	A

2	41.26	5	0.8	A
4	42.02	5	0.8	A
1	42.04	5	0.8	A
6	43.18	5	0.8	A
3	43.32	5	0.8	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Nitro

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV	
Nitro	35	0.32	0.17	3.97	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.25	6	0.04	2.15	0.0789
Tratamiento	0.25	6	0.04	2.15	0.0789
Error	0.54	28	0.02		
Total	0.78	34			

Contrastes

Tratamiento	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor
Contraste1	-0.74	0.4	0.07		0.07	3.41	0.0756
Total			0.07		0.07	3.41	0.0756

Coeficientes de los contrastes

Tratamiento	Ct.1	
1	-1	
2	-1	
3	-1	
4	-1	
5	-1	

6	-1	
7	6	

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,27758

Error: 0,0191 gl: 28

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
7	3.38	5	0.06	A
5	3.4	5	0.06	A
2	3.42	5	0.06	A
4	3.5	5	0.06	A
1	3.5	5	0.06	A
6	3.6	5	0.06	A
3	3.6	5	0.06	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Anexo 3. Fotografías del ensayo



Cultivo de pimiento establecido de 80 días de edad.



Rotulado de los respectivos tratamientos



Preparación de soluciones.



Aplicación de los tratamientos.



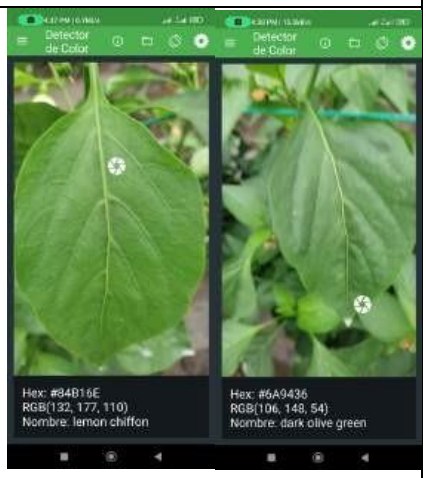


Registro de datos de severidad





Registro de datos de clorofila (SPAD)



Registro de datos de color

Principales enfermedades encontradas en el cultivo de pimiento				
Nº	**Nombre común**	**Nombre Científico**	**Característica**	**Imagen**
1	Oidio	*Erysiphe necator*	Presencia de micelio blanquecino sobre el haz y envés de las hojas.	
2	Moho gris	*Botrytis cinerea*	Manchas circulares de color pardo presentes en las hojas y tallos.	
3	Manchas necróticas	*Cladosporium sp.*	Presencia de manchas necróticas en el haz y envés de las hojas y en frutos.	 
4	Alternariosis	*Alternaria solani*	Presenta manchas foliares circulares, de color marrón con anillos concéntricos y halo amarillo presentes en las hojas	