



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA
FACULTA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

MAESTRÍA EN AGRONOMIA MENCIÓN PRODUCCIÓN VEGETAL

**RESPUESTA AGRONÓMICA Y FITOSANITARIA DE PLANTAS DE
TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.) A LA APLICACIÓN DE
QUITOSANO EN CONDICIONES DE INVERNADERO**

ING. CHANALUISA SALTOS JORGE STIVEN

**“INFORME DE PROYECTO DE TESIS EN OPCION AL TITULO DE
MAGISTER EN AGRONOMIA CON MENCION EN PRODUCCION
VEGETAL”**

TUTORA: DRA. ANA RUTH ÁLVAREZ SÁNCHEZ

**MACHALA
2022**

DEDICATORIA

Mariana Saltos

Washington Chanaluisa

Limber Chanaluisa

Carmen Saltos

Carmen Delgado

Emilia Yanchapaxi

Brenda Ganchozo

LOS CABALLEROS CLUB

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Mariana Saltos, Washington Chanaluisa, Limber Chanaluisa, Carmen Saltos, mi núcleo familiar, quienes siempre estuvieron para mi bajo todas las circunstancias presentes en la vida; a mis abuelas Carmen Delgado y Emilia Yanchapaxi, que cada una ayudo a formarme desde pequeño como solo una verdadera madre lo pudo haber hecho enseñándome todos los panoramas de la vida y las decisiones tanto buenas como malas, a Brenda Ganchozo mi esposa que me impulsa a romper esquemas y aventurarme a nuevos retos y a LOS CABALLEROS, mi familia por elección.

A Ronnie Reyes, quien me permitió estudiar mientras trabajaba, a Omar Portugal y Pedro Alvarado, quienes además de servirme como mentores consideraron que el estudio puede manejarse en armonía con el trabajo. A Edison Jaramillo más que un profesor un amigo apoyándome siempre a culminar con el proceso y principalmente a la Dra. Ana Ruth que nunca se rindió conmigo.

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Por medio de la presente declaro ante el Comité Académico de la Maestría en Agronomía, Mención Producción Vegetal, de la Universidad Técnica de Machala, que el trabajo de titulación, titulado “RESPUESTA AGRONÓMICA Y FITOSANITARIA DE PLANTAS DE TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.) A LA APLICACIÓN DE QUITOSANO EN CONDICIONES DE INVERNADERO”, de mi propia autoría, o contiene material escrito por otra persona al no ser referenciado debidamente en el texto; parte de ella o en su totalidad no ha sido aceptada para el otorgamiento de cualquier otro diploma de una institución nacional o extranjera.



Ing. Jorge Stiven Chanaluiza Saltos

CI: 1206598763

Machala, 21 diciembre de 2021

REPORTE DE SIMILITUD TURNITIN

RESPUESTA AGRONÓMICA Y FITOSANITARIA DE PLANTAS DE TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.) A LA APLICACIÓN DE QUITOSANO EN CONDICIONES DE INVERNADERO

INFORME DE ORIGINALIDAD

6%

INDICE DE SIMILITUD

5%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

1%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

ENCONTRAR COINCIDENCIAS CON TODAS LAS FUENTES (SOLO SE IMPRIMIRÁ LA FUENTE SELECCIONADA)

< 1%

★ repositorio.lamolina.edu.pe

Fuente de Internet

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 5 words

Excluir bibliografía

Activo

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo, Ana Ruth Álvarez Sánchez con C.I. 1759812264; tutor del trabajo de “Respuesta agronómica y fitosanitaria de plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) a la aplicación de quitosano en condiciones controladas”, en opción al título de Magister en Agronomía con mención en Producción Vegetal, ha sido revisado, enmarcado en los procedimientos científicos, técnicos, metodológicos y administrativos establecidos por el Centro de Posgrado de la Universidad Técnica de Machala (UTMACH), razón por la cual doy fe de los méritos suficientes para que sea presentado a evaluación.

Modalidad de titulación: Artículo profesional de alto nivel

Fecha de inicio de tutoría:

Fecha final de tutoría:

1759812264
ANA RUTH
ALVAREZ
SANCHEZ

Firmado digitalmente por 1759812264 ANA RUTH ALVAREZ SANCHEZ
DN: c=EC, o=1759812264, ou=1759812264, cn=ANA RUTH ALVAREZ SANCHEZ, email=ana.ruth.alvarez.sanchez@gmail.com, serialNumber=1759812264, s=ANA RUTH ALVAREZ SANCHEZ, cn=1759812264 ANA RUTH ALVAREZ SANCHEZ
E=ana.ruth.alvarez.sanchez@gmail.com
Description=Certificado para Persona Natural con RUC, S=LOS RIOS, L=QUEVEDO, OU=Certificado de Representante Legal de Persona Jurídica EC
Razón: Soy el autor de este documento
Ubicación: la ubicación de su firma aquí
Fecha: 2021.12.22 00:24:18-05'00'
Post PDF Reader Versión: 11.1.0

Ana Ruth Álvarez Sánchez

C.I. 1759812264

Machala, 2021/12/21

CESION DE DERECHOS

Yo, Chanaluisa Salto Jorge Stiven con C.I. 1206598763, autor del trabajo de titulación "RESPUESTA AGRONÓMICA Y FITOSANITARIA DE PLANTAS DE TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.) A LA APLICACIÓN DE QUITOSANO EN CONDICIONES DE INVERNADERO", en opción al título de Magister en Agronomía con Mención en Producción Vegetal, declaro bajo juramento que:

- El trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido presentado previamente para ningún grado o calificación profesional. En consecuencia, asumo la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.
- Cede a la Universidad Técnica de Machala de forma exclusiva con referencia a la obra en formato digital los derechos de:
 - a. Incorporar la mencionada obra en el repositorio institucional para su demostración a nivel mundial, respetando lo establecido por la Licencia *Creative Commons Attribution-NoCommercial* – Compartir Igual 4.0 Internacional (CC BY NC SA 4.0); la Ley de Propiedad Intelectual del Estado Ecuatoriano y el Reglamento Institucional.
 - b. Adecuarla a cualquier formato o tecnología de uso en INTERNET, así como correspondiéndome como autor la responsabilidad de velar por dichas adaptaciones con la finalidad de que no se desnaturalice el contenido o sentido de la misma.


Jorge Stiven Chanaluisa Salto
C.I. 1206598763

Machala, 2022/03/19

CERTIFICACIÓN DE PUBLICACIÓN



Cienfuegos, 15 de diciembre de 2021

A interesados

Por este medio se comunica que el artículo, *Respuesta agronómica y fitosanitaria de plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) a la aplicación de quitosano en condiciones controladas*, de los autores: **Jorge Stiven Chanaluisa-Saltos, Ana Ruth Álvarez Sánchez, Juan José Reyes-Pérez, Nidia Araiza Lizarde**, se encuentra aceptado, para su publicación en la Revista Agroecosistemas (AES), en el Vol. 10, Núm. 1 (2022). La Revista se encuentra reconocida en el Registro Nacional de Publicaciones Seriadas (La Habana, Cuba) y está indexada en directorios, catálogos y bases de datos internacionales como: Latindex, Directory of Open Access Journals (DOAJ), MIAR - Matriz de Información para el Análisis de Revistas- es una Base de Datos que pretende establecer con periodicidad anual la identificación y evaluación de revistas y REBIB, Red Iberoamericana de Innovación Y Conocimiento Científico.

Atentamente,

Dra. Raquel Zamora Fonseca
Editora de la Revista Agroecosistemas
Universidad de Cienfuegos-Cuba

RESUMEN

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) es un componente importante en la dieta de la mayoría de la población a nivel mundial, que contribuye a la economía de países latinoamericanos, entre ellos Ecuador. El rendimiento del cultivo se ve afectado por *Alternaria solani* responsable de la “enfermedad” denominada: tizón temprano, influyendo de manera positiva en la aplicación de agroquímicos. La tendencia alimentaria actual nos indica que los consumidores se preocupan mucho más que antes, para que los alimentos sean libres de agroquímicos, amigables con el ambiente y que provean seguridad al consumirlos. Una alternativa es el uso de bioestimulantes como el quitosano, además de ser un compuesto de origen natural con un amplio espectro de aplicaciones dentro de la agronomía, destaca su función como estimulante de los métodos de defensa de las plantas y promotor de crecimiento, mejora considerablemente las variables agronómicas y por ende su rendimiento productivo. La investigación se desarrolló en condiciones controladas bajo un diseño completamente al azar con el objetivo de evaluar la influencia de diferentes dosis de quitosano (50, 100, 150, 200, 250 y 300 mg l⁻¹) sobre la emergencia, altura de planta, longitud de raíz, diámetro del tallo, masa fresca de la raíz, masa seca de la raíz, racimos con frutos, frutos por planta, masa del fruto, rendimiento por hectárea y estado fitosanitario. Los resultados demostraron que el quitosano aplicado a una concentración de 300 mg l⁻¹ estimuló positivamente las variables evaluadas asociadas al crecimiento, producción y rendimiento. Además de disminuir la incidencia y severidad de manchas foliares causadas por *Alternaria solani*.

Palabras claves:

Solanum lycopersicum L, *Alternaria solani*, quitosano.

ABSTRACT

Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) is an important component in the diet of the majority of the population worldwide, contributing strongly to the economy of Latin American countries, including Ecuador. Crop yield is affected by *Alternaria solani*, fungal pathogen responsible for early blight disease, influencing the application of agrochemicals. Current trends indicate that consumers are increasingly concerned with consuming environmentally friendly, safe, agrochemical free food. An alternative to agrochemical application is the use of biostimulants such as chitosan. In addition to being a compound of natural origin with a wide spectrum of applications within agronomy, it highlights its function as a stimulant of plant defense mechanisms and is a growth promoter, considerably improving agronomic variables and therefore productive performance. This research, developed under controlled conditions with a completely randomized design, aimed to evaluate the influence of different doses of chitosan (50, 100, 150, 200, 250 and 300 mg l⁻¹) on multiple physiological and productivity parameters. Evaluating the emergence and height of the plant, root length, stem diameter, fresh weight of the root, dry weight of the root, bunches with fruits, fruits per plant, fruit mass, yield per hectare and phytosanitary status. The results showed that chitosan applied at a concentration of 300 mg l⁻¹ stimulated the evaluated variables associated with growth, production and yield. In addition to reducing the incidence and severity of leaf spots caused by *Alternaria solani*.

KEYWORDS: *Solanum lycopersicum* L, *Alternaria solani*, chitosan.

ÍNDICE GENERAL

PENSAMIENTO	¡Error! Marcador no definido.
DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTOS	3
RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA	4
REPORTE DE SIMILITUD TURNITIN	5
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	6
CESION DE DERECHOS	7
CERTIFICACIÓN DE PUBLICACIÓN	8
RESUMEN	9
ABSTRACT	10
ÍNDICE GENERAL	11
LISTA DE ILUSTRACIONES Y TABLAS	13
LISTA DE ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS	14
INTRODUCCIÓN	15
CAPÍTULO 1. MARCO REFERENCIAL	18
1.1. Antecedentes históricos de la investigación	18
1.2. Objetivos del estudio	20
1.3. Hipótesis	21
1.4. Marco teórico	21
1.5. Caracteres morfológicos	22
1.6. Fenología del cultivo	23
1.7. Caracteres fisiológicos	24
1.8. Requerimientos del cultivo	25
1.9. Bioestimulante	26
1.10. Enfermedad	27
CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	28
2.1 Localización	28
2.2 Condiciones meteorológicas	28
2.3 Métodos	29
2.4 Tratamientos en estudio	32
2.5 Diseño experimental	32
2.6 Variables a evaluarse	33
CAPÍTULO 3. RESULTADOS	37

3.1	Variables Agronómicas.	37
3.2	Variables de Producción	39
3.3	Variables de Rendimiento	40
3.4	Estado Fitosanitario	41
CAPÍTULO 4. DISCUSION DE RESULTADOS		42
4.1	Emergencia	42
4.2	Altura de planta	42
4.3	Longitud de raíz	43
4.4	Diámetro del tallo	43
4.5	Masa fresca de la raíz	43
4.6	Masa seca de la raíz	44
4.7	Racimos con frutos	44
4.8	Frutos por planta	44
4.9	Masa del fruto	45
4.10	Rendimiento por hectárea	45
4.11	Incidencia y Severidad	45
CONCLUSIONES		47
RECOMENDACIONES		48
BIBLIOGRAFÍA		49
ANEXOS		57

LISTA DE ILUSTRACIONES Y TABLAS

Tabla 1. Producción nacional de tomate	19
Tabla 2. Principales productores nacionales de tomate	19
Tabla 3. Taxonomía del tomate	22
Tabla 4. Condiciones agro climáticas del Cantón Mocache	28
Tabla 5. Tratamiento y dosis utilizado (aplicaciones a los 15, 30, 60 días)	32
Tabla 6. Análisis de varianza	33
Tabla 7. Escala de evaluación de severidad para manchas foliares causadas por Alternaria solani (Tizón temprano) (Pat et al., 2017)	36
Tabla 8. Porcentaje de emergencia a los 15 días (%)	37
Tabla 9. Medición de variables agronómicas del cultivo de tomate con quitosano en diferentes dosis en condiciones de invernadero.....	39
Tabla 10. Efecto del quitosano en diferentes dosis sobre los componentes de producción del cultivo de tomate en condición de invernadero.	40
Tabla 11. Rendimiento por hectárea (kg ha^{-1})	41
Tabla 12. Incidencia y severidad de manchas foliares causadas por Alternaria solani (Tizón temprano) plantas de tomate en condiciones de invernadero inoculadas con quitosano en diferentes dosis.	41
Ilustración 1. Producción de tomate a nivel mundial.....	18
Ilustración 2. Esquema de la metodología	31
Ilustración 3. Altura de las plantas de tomate en condiciones de invernadero. Letras distintas indican diferencias significativas, según la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$). Las barras muestran el error estándar de la media.....	38

LISTA DE ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS

Y_i =Variable de respuesta

u = Media general

T_i = Efecto del tratamiento

E_{ji} = Efecto del error

RF= Racimos con frutos:

FP= frutos por planta

MF= masa del fruto

INTRODUCCIÓN

La producción de tomate (*Solanum lycopersicum* L) se desarrolla en la mayoría de países latinoamericanos, por su calidad, capacidad de adaptarse y buen precio, aumentando así su difusión, comercio y por ende, su producción (López, 2016). La producción del tomate ha tenido un crecimiento sostenido desde el 2001, tiempo en el que se producía alrededor de 25.000 millones de kg en todo el mundo, en la actualidad su producción mundial es de 38.282 millones de kg, siendo sus principales productores los países de Estados Unidos Italia China y España (Observatorio tecnológico del tomate para industria, 2021).

En Ecuador, para el año 2019 la producción de tomate alcanzó un área cosechada de 1401 ha, con un rendimiento calculado de 22548.9 kg ha^{-1} (FAO, 2021). La mayoría de variedades presentan buen potencial en sus características agronómicas tales como longitud, masa y diámetro del fruto, tanto en la costa como en la sierra, dependiendo de la variedad (Banco Central del Ecuador, 2021). Además de ello, su rendimiento en kg ha^{-1} , lo hace un cultivo apto para la agroindustria y la expansión de su producción en todas las zonas del país (Betancourt, 2014).

La tendencia actual entre productores y consumidores nos indica que se preocupan mucho más sobre el origen de sus alimentos y la seguridad que estos les dan al momento de consumirlos (Murillo & Rodríguez, 2018). Preferiblemente sin contaminación de agroquímicos, especialmente los que se ofrecen a granel y se consumen frescos, además de ello, es importante considerar una reducción del impacto de los agroquímicos sobre el medio ambiente (The conference board, 2018). A pesar de ello, aún se mantienen prácticas tradicionales de producción de alimentos donde la mayor parte de aplicación de agroquímicos se ve influenciada por el ataque de plagas y enfermedades que se hacen presentes a lo largo del ciclo de producción (Moreira, 2016; Andrade & Ayaviri, 2018; Chang, 2020).

La afección de plagas y enfermedades inducen aplicaciones excesivas de agroquímicos de síntesis convencional preocupando a los consumidores por el nivel de contaminantes residual en los frutos, los problemas ambientales que causan y la presencia de estos compuestos en los suelos (Mite, 2016). Una de las enfermedades más influyentes en este cultivo es el Tizón Temprano, ocasionado por el hongo *Alternaria solani* (INIA, 2018). Es de gran importancia ya que las solanáceas son el principal hospedero, posee fácil dispersión y sobrevive por más de un año en residuos de cosechas anteriores. Además,

causa daños irreversibles en el fruto que es el producto de interés comercial, pudiendo ocasionar hasta el descarte de un lote entero de producción en una planta hortícola (López, 2016).

Además de lo expuesto anteriormente, existe la necesidad de cuidar no solo el alimento de las personas sino de cuidar el ambiente en general. La aplicación de métodos de producción basados en agricultura orgánica no corre el riesgo de afectar al ambiente y a su vez lo benefician de una u otra manera devolviendo a la tierra lo que se toma de ella, mitigando la necesidad de fertilizantes, insecticidas, herbicidas, hormonas y reguladores de crecimiento inorgánicos (García, 2015; Flores, 2016).

Una alternativa para la agricultura libre de agroquímicos de síntesis convencional también es la utilización de bioestimulantes orgánicos capaces de intervenir sobre la fisiología de las plantas además de tener efecto en la resistencia diversas enfermedades producidas por hongos (Cabrera *et al.*, 2011; Tayupanta, 2011; Granados, 2015; Gonzales *et al.*, 2017). Uno de los bioestimulantes con grandes propiedades fisicoquímicas como la biocompatibilidad, la no toxicidad y la biodegradabilidad es el quitosano (Macea *et al.*, 2015).

El quitosano es la forma desacetilada de la quitina, se extrae del caparazón de animales marinos como el camarón y otros crustáceos, insectos y algunos hongos (Bautista, 2017). Es un biopolímero con un amplio espectro de aplicaciones en diferentes áreas de la agronomía, entre las que se destacan mayores niveles de rendimiento, producción e incluso estimula los métodos de defensa ante diversos patógenos y no produce contaminantes que afecten a la naturaleza (Rodríguez *et al.*, 2009; Giraldo, 2015; Molina *et al.*, 2017). Además de ello, el quitosano puede ser utilizado como recubrimiento orgánico para diversos frutos y vegetales aumentando tanto su durabilidad en el transporte a su destino final, así como potencialmente en su vida de anaquel (Luna, 2012). La versatilidad del quitosano en sus formas de uso, baja toxicidad para los humanos e impacto ambiental, facilidad de acceso y bajos costos de producción en grandes volúmenes muestran un futuro prometedor para este bioestimulante a corto y largo plazo (Larez, 2008).

El objetivo de esta investigación se centra en el uso de quitosano como alternativa de control de *Alternaria solani*, frente a productos de manejo fitosanitario de síntesis química considerados como no orgánicos. La importancia de generar este trabajo radica

en mostrar las cualidades del quitosano como un bioproducto aplicable a los cultivos de plantas de tomates, no solo por sus propiedades en relación al desarrollo fisiológico, inmunológico, sino también su aporte al conservar el medio ambiente al ser un producto orgánico.

CAPÍTULO 1. MARCO REFERENCIAL

1.1. Antecedentes históricos de la investigación

La producción mundial del tomate ha tenido una evolución positiva en los últimos 20 años (Figura 1). En el 2001 la producción fue de 25.000 millones de kg y al cierre del 2020 se llegó a los 38.282 millones, superando 40 millones de kg en los años 2009 y 2015 (Observatorio tecnológico del tomate para la industria, 2021).

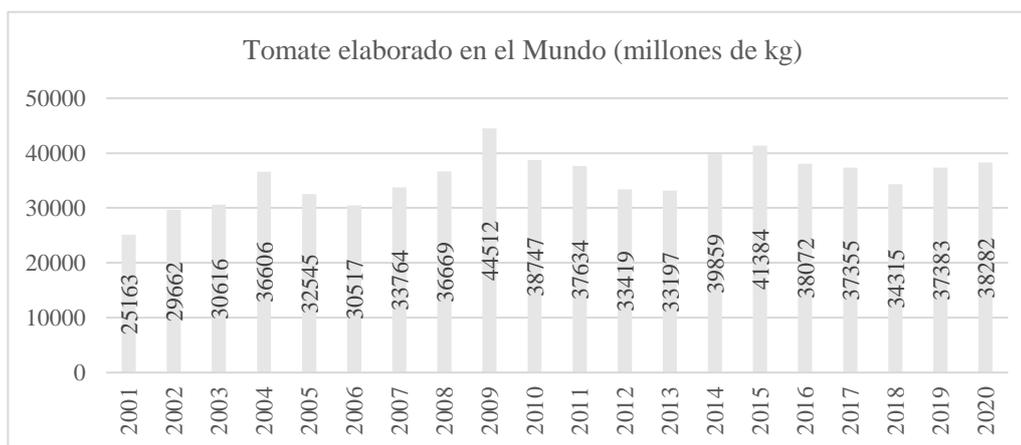


Ilustración 1. Producción de tomate a nivel mundial

Fuente: Observatorio tecnológico del tomate para la industria (2021)

En lo relacionado al área de cosecha, FAO (2019) indicó que a nivel mundial la producción de tomate alcanzó un área cosechada de 5'030.545 ha, con un rendimiento calculado de 35,933.70 kgha⁻¹.

En lo que respecta a las exportaciones mundiales del tomate, esta lista está liderada por México (2.610 millones), seguida por Países Bajos (1.915 millones) y España (1.070 millones), estos países alcanzaron a superar cifras mayores a 1.000 millones, sin embargo, también se consideran como países representativos en sus exportaciones de tomates a Marrueco, Canadá, Francia, Bélgica, Estados Unidos, Turquía y China (FAO, 2021).

Sobre los principales países que demandan este producto se encuentran Estados Unidos que es suministrado mayoritariamente por México, mientras que en Europa los países que más demandan tomates son: Alemania, Reino Unido y Francia (FAO, 2021).

En relación a Ecuador, la encuesta de superficie y producción agropecuaria elaborada por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (2020) reveló que a nivel nacional para el

cierre de ese periodo se sembraron 2.653 ha de las cuales se cosecharon 2.579 ha, obteniendo un volumen de producción de 38,438 toneladas que en ventas representaron 37.531 toneladas (Tabla 1).

Tabla 1. Producción nacional de tomate

Región	Superficie (ha)		Producción (t)	Ventas (t)
	Sembrada	Cosechada		
Total nacional	2.653	2.579	38.438	37.531
Región sierra	1.976	1.903	35.102	34.195
Región costa	633	633	3.105	3.105
Región amazónica	43	43	232	230

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (2020)

Las principales provincias productoras de tomate se localizan en la sierra del país, siendo Imbabura (11.746 t), Cotopaxi (4.588 t) y Carchi (4.067 t) las más representativas (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2020). (Tabla 2).

Tabla 2. Principales productores nacionales de tomate

Provincia	Superficie (ha)		Producción (t)	Ventas (t)
	Sembrada	Cosechada		
Azuay	122	114	2.535	2.516
Carchi	184	184	4.067	4.028
Cotopaxi	174	174	4.588	4.431
Chimborazo	119	100	3.106	2.986
Imbabura	971	971	11.746	11.653
Pichincha	263	225	3.119	2.761
Manabí	579	579	1.579	1.579
Morona Santiago	43	43	232	230

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (2020)

Se han desarrollado diversos trabajos con el fin de mejorar las condiciones agronómicas del tomate utilizando quitosano por ejemplo: “Evaluación del quitosano, sobre la emergencia y crecimiento en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) bajo condiciones controladas (García, 2019) que demostró que la aplicación del quitosano en

dosis de 2 g l⁻¹ en la variedad florade presentó los más altos índices de germinación con el 79.37% y 77.48%, también influyó positivamente en el peso fresco de planta con un promedio de 7.15 g, otro aspecto a considerar fue el rendimiento que alcanzó a un promedio de 3.85 tha⁻¹.

Otro estudio denominado “Aplicación de quitosano incrementa la emergencia, crecimiento y rendimiento del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en condiciones de invernadero” (Reyes *et al*, 2020) obtuvo como conclusión a aplicación de quitosano en dosis de 2 g l⁻¹ en tomate de la variedad Floradade presentaron los más altos promedios de germinación, tasa de emergencia y emergencia, desarrollo de radicular, altura de planta, biomasa fresca, diámetro ecuatorial, diámetro polar y rendimiento.

Sobre el contenido nutricional, otro estudio llamado “Efecto del quitosano sobre variables del crecimiento, rendimiento y contenido nutricional del tomate” (Reyes *et al*, 2020) mostró que los indicadores bioquímicos de calidad del fruto de tomate y su contenido de minerales no mostraron diferencias con la aplicación de quitosano.

Pero el quitosano no solo se usa para un mayor crecimiento rendimiento, este también es utilizado para combatir enfermedades postcosecha, así lo afirma Bautista *et al.* (2017) quienes utilizaron quitosano para controlar las plagas postcosecha, lo cual es ratificado por Lárez (2008) al indicar que el quitosano no solo se ha utilizado para mejorar las variables agronómicas sino para combatir enfermedades.

Finalmente tomando en cuenta la capacidad protectora del quitosano sobre los frutos en su etapa postcosecha, retrasa el crecimiento y desarrollo de enfermedades tanto fungosas como bacterianas y a su vez mantienen la calidad de los alimentos, retrasan la maduración y deterioro, prolongando la vida útil de los mismos y manteniendo los atributos comerciales y alimenticios (Bautista & Bravo, 2004; García, 2008).

1.2. Objetivos del estudio

Objetivo general

- Determinar la respuesta agronómica y fitosanitaria de plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) a la aplicación de quitosano en condiciones de invernadero.

Objetivos específicos

- Analizar el porcentaje de emergencia de las semillas de tomate (*Solanum lycopersicum*), utilizando Quitosano.
- Evaluar las variables agronómicas del cultivo de tomate ante la presencia de Quitosano en condiciones de invernadero.
- Evaluar la incidencia y severidad de manchas foliares causadas por Tizón temprano (*Alternaria solani*) en plantas de tomate inoculadas con quitosano en diferentes dosis.

1.3. Hipótesis

Hipótesis Nula: H₀

H₀: Las plántulas de tomate NO presentaran una respuesta agronómica, productiva y fitosanitaria favorable a la aplicación del quitosano.

H₁: Las plántulas de tomate presentaran una respuesta agronómica, productiva y fitosanitaria favorable con la aplicación del quitosano.

1.4. Marco teórico

Origen y generalidades del tomate

El origen de este cultivo se localiza en la región andina extendiéndose desde el sur de Colombia hasta el norte de Chile, lugares desde donde fue trasladado a México donde se domesticó y comprendió la base de la dieta. En el siglo XVI ya se consumían en México tomates de diferentes tamaños y de distintas formas y colores los mismos que a esta fecha ya estaban en España, donde se expandió por el continente europeo y posteriormente difundido a Estados Unidos y Canadá (Monardes, 2009).

Encuadramiento taxonómico

El tomate pertenece a la familia de las solanáceas, género *Solanum* y especie *lycopersicum*. (Tabla 3).

Tabla 3. Taxonomía del tomate

Reino	<i>Plantae</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Orden	<i>Solanales</i>
Familia	<i>Solanaceae</i>
Genero	<i>Solanum</i>
Especie	<i>Lycopersicum</i>
Nombre científico	<i>Solanum lycopersicum</i>

Fuente: García (2017)

1.5. Caracteres morfológicos

Planta

El tomate puede presentar dos hábitos de crecimiento, puede ser limitado o de crecimiento determinado e ilimitado o de crecimiento indeterminado. La que podemos encontrar normalmente es la indeterminada que se caracteriza por un extensivo crecimiento, rara vez erecto, sin orden ni límite cuyos tallos presentan segmentos uniformes con tres hojas que a su vez contiene yemas y una inflorescencia, terminando siempre en un ápice vegetativo. Esta característica difiere en las plantas de crecimiento determinado ya que al terminar en una inflorescencia resulta en un crecimiento limitado y los tallos tienen segmentos progresivos con menos hojas por inflorescencia (Escalona *et al.*, 2009).

Sistema radical

Está formado por una raíz pivotante que puede llegar a medir hasta 2 m, pero tiene la capacidad de desarrollar raíces adventicias concentradas en los 30 cm del perfil de suelo (Álvarez, 2018).

Tallo principal

El tallo del tomate es medianamente grueso, con un ángulo ligero y semileñoso, posee además tricomas simples y glandulares. Su eje puede tener un grosor de 2 a 4 cm en la base, desde donde se desarrollan las hojas, los tallos secundarios y posteriormente las inflorescencias (Noreña et al, 2013).

Hoja

Se disponen de forma alternada sobre el tallo, de borde dentado y recubierta de pelos glandulares, compuestas e imparipinnadas, con foliolos lobulados y peciolados (Intagri, 2009).

Flor

La flor del tomate es perfecta e hipógina por lo que evita la polinización cruzada, con un mínimo de 5 sépalos e igual cantidad de pétalos dispuestos en forma helicoidal, así mismo un número igual de estambres alternados con los pétalos. Las flores están agrupadas en lo que comúnmente se llaman racimos que no es más que la agrupación de las inflorescencias (Jano, 2006).

Fruto

Los frutos del tomate están dispuestos en racimos de bayas, estas bayas pueden ser bi o pluriloculares cuyo peso varía de acuerdo a la variedad. Se constituye de pericarpio, tejido placentario y semillas (Escalona *et al.*, 2009).

1.6. Fenología del cultivo

El ciclo de vida del tomate comprende en establecimiento de la planta joven, crecimiento vegetativo, floración e inicio del cuaje, inicio del desarrollo de la fruta, maduración de la fruta (CATIE, 2008).

Establecimiento de la planta joven

Esta etapa comprende el periodo en el que se forman inicialmente las partes aéreas de las plántulas de tomate, comúnmente se le conoce como desarrollo del semillero (López, 2016).

Crecimiento vegetativo

Esta etapa comprende los primeros 40 a 45 días a partir de la siembra de las semillas, después de esto empieza el desarrollo continuo para las plántulas de tomate, posteriormente le siguen semanas de crecimiento rápido (Cordova *et al*, 2018).

Floración e inicio del cuaje de la fruta

La etapa de floración se da de 20 a 40 días después del trasplante hasta la finalización del ciclo de crecimiento de la planta, por otra parte, el cuaje inicia cuando la flor es fecundada para posteriormente transformarse en fruto (Pérez *et al*, 2010)

Inicio del desarrollo de la fruta

Una vez polinizada la flor (mediante insectos como las abejas o por el viento) empieza el cuaje de la fruta. En esta etapa donde inicia el crecimiento del fruto y la acumulación de materia seca, presenta ritmos estables hasta llegar a los dos o tres grados de maduración. En esta etapa los frutos no suelen caerse (Bolaño, 2006).

Maduración de la fruta

Los frutos del tomate maduran aproximadamente a los 80 días después del trasplante, dependiendo de la variedad, las condiciones climáticas, el sistema de riego, la vía de aplicación de nutrientes y la cantidad de nutrientes (CATIE, 2008).

1.7. Caracteres fisiológicos

En el cultivo de tomate no existe la necesidad de un fotoperiodo al momento de desarrollar flores, pero este si es determinante en su crecimiento vegetativo. La temperatura acompañada por la luminosidad favorece el crecimiento vegetativo. Generalmente necesita de 23 a 17 °C para fructificar, si la temperatura esta más baja que 17 °C o más alta que 23 °C resultara en la caída de las flores, esto se puede evitar con la aplicación de auxinas ya que inducen a la formación de frutos partenocarpicos (Álvarez, 2018).

La temperatura, luz y humedad intervienen también en la correcta formación de polen para que pueda polinizar una gran cantidad de flores. La semilla de los frutos de tomate no tiene periodo de dormancia y llega a ser viable por cuatro años siempre y cuando se mantengan a temperaturas de 3 a 5 °C y de 5 a 10% de humedad. Una vez sembrada

germina entre los primeros tres y seis días después, dato que se cumple si el suelo está a una temperatura de 16 a 25 °C (Larín *et al.*, 2018).

1.8. Requerimientos del cultivo

Luz

A pesar que el tomate es un cultivo que no depende de la duración del día, si es sensible a la radiación, requiere de una buena iluminación en el día, la cual se ve modificada por los patrones y la densidad de siembra, podas, tutorado y las demás prácticas culturales que determinan la captación de luz de las plantas (FAO, 2013).

Altitud

Es una planta muy versátil puede sembrarse tanto a los 20 como a los 2000 metros sobre el nivel del mar dependiendo de la variedad (Larín *et al.*, 2018), por lo que no es raro ver cultivos de tomate en la costa como en la sierra ecuatoriana.

Temperatura

La temperatura es un factor determinante en la correcta distribución de los productos obtenidos mediante la fotosíntesis. Se puede considerar que las temperaturas óptimas para el cultivo de tomate son entre 30 °C durante el día y no menor a los 16 °C por las noches (Flores *et al.*, 2007)

Humedad

El ideal de humedad relativa en el ambiente para el cultivo de tomate es de 70 % sin Sobrepasar el 80% ya que humedades mayores propician el desarrollo de enfermedades generalmente en el follaje y dependiendo de la severidad pueden afectar al fruto (Guzmán *et al.*, 2017).

Requerimientos edafológicos

Dependiendo de la variedad el cultivo de tomate no presenta requerimientos tan difíciles de conseguir, en cuanto a características físicas, terrenos con topografía plana o semiplana, suelos con textura franco a franco arcillosa, estructura granular, profundidad efectiva mayor a 80 cm, densidad aparente de 1.20 g.cm⁻³, contenido de materia orgánica

mayor a 3.5%, con una buena capacidad de retención de humedad y además una buena capacidad de drenaje (Larín *et al.*, 2018).

El rango óptimo de las características químicas para el tomate inicia con un pH de 5.5 a 6.0, N de acuerdo al tipo de suelo, 13 a 40 ppm de P, 5% de K, 15% de Ca, 18% de Mg, acidez total menor al 10% y una conductividad eléctrica de 0.75 a 2.0 mS.cm⁻¹(Larín *et al.*, 2018).

1.9. Bioestimulante

El quitosano

El quitosano es un copolímero lineal conformado por dos monómeros, el 2- Acetilamina-2-desoxi-β-D-(+)-Glucopiranososa y el 2-amino-2-desoxi-β-D-Glucopiranososa, la estructura química de este biocompuesto lo convierte en un biopolímero con una amplia gama de utilidades en todas las cadenas productivas y abre camino al desarrollo científico (Giraldo, 2015).

Es un polímero que se encuentra ubicado en la pared celular de hongos, levaduras y en el exoesqueleto de invertebrados como cangrejos e insectos (Rodríguez, 2016). Entre sus principales propiedades destacan la facilidad que tiene para enlazarse con sustancias de carga negativa, también actúa como floculante, adherente y absorbente, además posee una estructura rígida que le permite mantener una condición de estabilidad térmica (Sugimoto, 1999; Crini, 2005).

Con relación a la actividad agrícola, el quitosano tiene sus inicios en los años 2000 en cultivos frutales y a su vez en vegetales entre estos el tomate, posee una serie de interrelaciones y efectos benéficos en los ciclos vitales de las plantas (Lárez, 2019). Entre estos está su actividad bactericida, fungicida y antiviral e induce resistencia, el conjunto de estas cualidades lo hacen un perfecto fitoprotector en todas las etapas fenológicas del cultivo (Lárez, 2008).

El quitosano interviene en la relación bioquímica de las plantas con el patógeno produciendo lisis en la pared celular y evitando que este se desarrolle y afecte negativamente al cultivo, promueve el desarrollo tanto de semillas, tallos, hojas flores, frutos por su efecto fertilizante y fitohormonal y además sirve como una capa protectora

en el proceso de postcosecha, aumentando su vida de anaquel en el destino final (Luna, 2012; Molina *et al.*, 2017; Giraldo, 2015; Rodríguez *et al.*, 2009).

1.10. Enfermedad

Tizón Temprano (*Alternaria solani*)

También llamada *Early blight* en inglés, esta enfermedad propicia donde existe periodos alternos y constantes de lluvia y calor. Tiene la capacidad de sobrevivir en el suelo, en los residuos de cosecha, en frutos que ya fueron afectadas y además existe la posibilidad de que se pueda propagar por semilla (Larín *et al.*, 2018).

El principal tipo de daño es en las hojas, donde se observan unas manchas irregulares de color café con un halo de color amarillo, cuando la enfermedad avanza en el centro de estas manchas se puede observar anillos concéntricos. Si existe un numero alto de estas lesiones, pueden unirse tornando amarilla y seca a la hoja y resultando en la caída de la misma (Larín *et al.*, 2018).

En cuanto al fruto, en etapas tempranas inicia a nivel de cáliz necrosándose por completo, estas lesiones tienen bordes bien definidos y alcanzar 2 cm, en casos más severos puede cubrir completamente el fruto. Cuando la infección es avanzada se observa una capa negra polvosa constituida por las hifas de *Alternaria solani* (Larín *et al.*, 2018).

CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 Localización

La investigación se realizó entre los meses de enero a junio del 2021, en la finca experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicada en el km 7 de la Vía Quevedo–El Empalme. Recinto San Felipe, cantón Mocache, provincia de Los Ríos, entre las coordenadas geográficas de 01° 06’ de latitud Sur y 79° 29’ de longitud Oeste, a una altitud de 120 msnm con una temperatura media de 25.8 °C.

2.2 Condiciones meteorológicas

Las condiciones meteorológicas donde se desarrolló la presente investigación pertenecen al cantón Mocache, Los Ríos, Ecuador. (Tabla 4).

Tabla 4. Condiciones agro climáticas del Cantón Mocache

Parámetros	Promedio
Temperatura °C	25.47
Humedad relativa, %	85.84
Precipitación, anual. Mm	2223.78
Heliofanía, horas/ luz /año	898.77
Evaporación, promedio anual (%)	78.30
Zona ecológica	bh – T
Topografía	Ligeramente Ondulada

Fuente: Departamento Agro meteorológico del INIAP. Estación Experimental Tropical Pichilingue (2015).

2.3 Métodos

Manejo del experimento

El desarrollo del experimento se llevó a cabo en una estructura protegida (Invernadero) facilitada por la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, con el fin de controlar las condiciones para el desarrollo del cultivo de tomate (Reyes *et al.*, 2020).

Tratamiento de las semillas

Las semillas se desinfectaron mediante inmersión por 5 minutos en una solución de hipoclorito de sodio al 5% (Reyes *et al.*, 2020). (Figura 1).

Aplicación de bioestimulante

Se aplicaron las diferentes concentraciones de quitosano, embebiendo las semillas 4 horas antes de la siembra. En el caso del testigo se embebió en agua destilada. Ambas fueron escurridas y dejadas secar al aire, posterior al secado se colocan en bandejas de polietileno de 0.72 m x 0.4 m. A los 20 días se seleccionaron al azar 10 plántulas emergidas por repetición, a las cuáles se registró las variables correspondientes especificadas más adelante (Figura 1).

Siembra en bandeja germinadora.

La siembra se realizó en bandejas germinadoras de 50 orificios para cada tratamiento se hizo un pequeño hoyo de 0,5 cm en el centro de cada orificio, donde se ubicó la semilla. Se mantuvo la humedad durante el experimento y las semillas se consideraron emergidas cuando la plántula rompió y surgió a través de la superficie del sustrato (López, 2016). (Figura 1).

Trasplante de plántulas.

Las plántulas se trasplantaron cuando tenían en promedio 15 cm de altura a bolsas de cultivo de 52 litros, se colocó una planta por bolsa. Una semana después del trasplante se inicia con la aspersion de quitosano (López, 2016). (Figura 1).

Fertilización.

Se utilizó un plan básico de fertilización para determinar de forma real el efecto del quitosano sobre el rendimiento de las plantas (López, 2016).

Trasplante 52 gplanta⁻¹ de 10-30-10

15 días después de trasplante 52 gplanta⁻¹ de 15-15-15

30 días después de trasplante 71 gplanta⁻¹ de 16-3-26-2-1

45 días después de trasplante 71 gplanta⁻¹ de 15-15-15

Tutorado y amarre

Después de 20 días del trasplante se establece el tutorado con estacas o cañas en los extremos de cada hilera, las piolas fueron amarradas a la base de cada planta. Los amarres se hacían de acuerdo con el desarrollo de la planta (López, 2016).

Cosecha

Cuando los tomates alcanzaron la madurez comercial, coloración y días a cosecha, se retiraron de las plantas y se contabilizaron para estimar de forma precisa el rendimiento y los demás datos de los frutos (López, 2016).

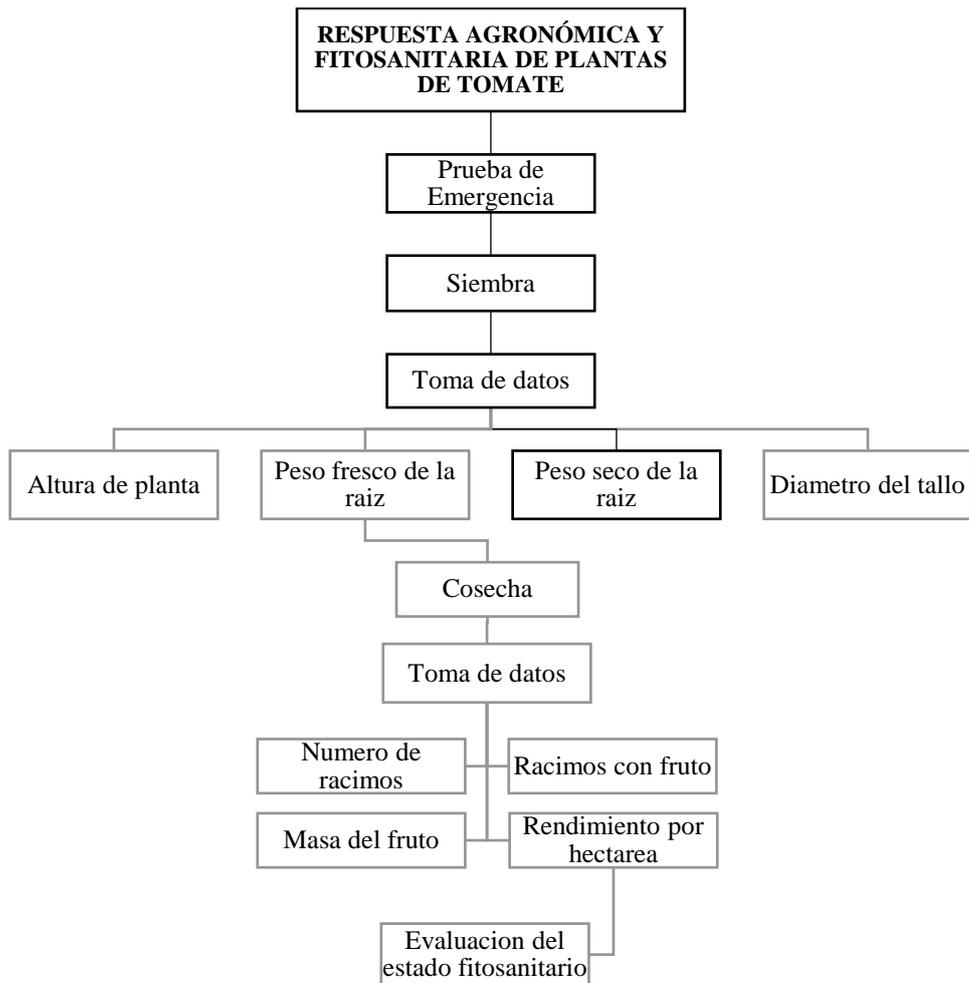


Ilustración 2. Esquema de la metodología

2.4 Tratamientos en estudio

Para el experimento hay un total de 6 tratamientos, se utilizaron 20 plantas y cinco repeticiones por cada tratamiento (Tabla 5).

Tabla 5. Tratamiento y dosis utilizado (aplicaciones a los 15, 30, 60 días)

Tratamiento	Dosis quitosano (mgl ⁻¹)	Numero de plantas	Repeticiones	Total
T0	Solo agua	20	5	100
T1	50	20	5	100
T2	100	20	5	100
T3	150	20	5	100
T4	200	20	5	100
T5	250	20	5	100
T6	300	20	5	100
Total				700

2.5 Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), con seis tratamientos y cinco repeticiones. Para la comparación de medias se aplicó la prueba de Tukey (P value de 0,05) y comparaciones entre tratamientos. El modelo matemático lineal aplicado será el siguiente.

$$Y_i = u + T_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_i=Variable de respuesta

u= Media general

T_i= Efecto del tratamiento

E_{ji}= Efecto del error

Tabla 6. Análisis de varianza

Fuente de variación	Formula	Grados de libertad
Tratamiento	t-1	5
Error experimental	t(r-1)	24
Total	t.r-1	29

2.6 Variables a evaluarse

Con la finalidad de evaluar el efecto del quitosano en cada uno de los tratamientos con seis dosis distintas de quitosano y un testigo, se registraron las siguientes variables

Variables agronómicas

Porcentaje de emergencia (%).

El porcentaje total de emergencia fue contabilizado hasta el último día de la evaluación (15 días) y el resultado se obtiene empleando la siguiente ecuación:

$$Emergencia (\%) = \frac{Plántulas\ emergidas}{Semillas\ sembradas} \times 100$$

Donde se divide el total de plántulas emergidas entre el total de semillas sembradas y se lo multiplica por 100.

Altura de la planta

La altura de la planta se midió con una regla graduada en centímetros cada planta se midió desde el nivel del suelo hasta la copa de la planta, la evaluación se realizó a los 60 días después de la siembra (DDS).

Longitud de la raíz (cm).

Para determinar la longitud de la raíz se utilizaron 5 plantas aleatorias por repetición, y con la ayuda de una cinta métrica se procedió a determinar la longitud de la raíz principal

Masa fresca de la raíz (g).

Para determinar el peso fresco de la raíz a los 60 DDS se utilizaron 5 plantas aleatorias por repetición, se retiró todo material contaminante lavándola y secándola con papel toalla y con la ayuda de una balanza analítica se obtuvo el peso en gr.

Masa seca de la raíz (g).

Para determinar el peso seco de la raíz a los 60 DDS se utilizaron 5 plantas aleatorias por repetición, una vez retirado todo material contaminante, se colocó en un horno a 70 °C por 48 horas, posterior se obtuvo la masa en g con una balanza analítica.

Diámetro del tallo (mm).

Para determinar el diámetro del tallo se requirió muestrear de forma aleatoria cinco plantas por repetición, lo cual se realizó con la ayuda de un calibrador o pie de rey. Los datos se registraron a los 60 días después de la siembra.

Variables de Producción**RF= Racimos con frutos:**

A los 60 DDS se realizó un conteo físico de los racimos presentes en las plantas de tomate

FP= frutos por planta

A los 60 DDS se realizó un conteo físico de los frutos presentes en los racimos de las plantas de tomate.

MF= masa del fruto

A los 60 DDS se pesaron los frutos presentes en los racimos de las plantas de tomate.

Variables de rendimiento

Rendimiento por hectárea (kg ha^{-1}).

El rendimiento se obtuvo por medio del peso total de la parcela útil transformándolo a kg ha^{-1} , para ello se empleó la siguiente ecuación:

$$Kg\mathit{ha}^{-1} = \frac{\text{Rendimiento por parcela útil (kg)} \times 10000 \text{ m}^2}{\text{Área de parcela útil (m}^2)} \times 100$$

Evaluación del estado fitosanitario.

***Alternaria solani* (Tizón temprano)**

El porcentaje de incidencia se estimó contabilizando el número de plantas afectadas del total de plantas evaluadas, de los muestreos al azar. Para el cálculo del porcentaje (%) de incidencia, se utilizó la siguiente fórmula:

$$I (\%) = \frac{\text{Número de plantulas con sintomas}}{\text{Número total de plantas de la muestra}} \times 100$$

El grado de severidad (Tabla 7) se transformó a porcentaje de infección mediante la fórmula de Townsed y Heuberger (1943).

$$P = \frac{\sum n \times v}{N \times C} \times 100$$

Dónde: P: Grado de severidad en %; n: número de muestras por categoría; v: Valor numérico de cada categoría; N: número total de muestras y C: categoría mayor.

Tabla 7. Escala de evaluación de severidad para manchas foliares causadas por *Alternaria solani* (Tizón temprano) (Pat et al., 2017)

No. Escala	% de daño	Área foliar con manchas
1	0 a 0	Toda el área foliar de la planta sin manchas
2	0.1 a 5	De 5 a 10 manchas en el área foliar
3	6 a 10	1/4 de la planta se encuentra afectada
4	11 a 25	1/3 de la planta se encuentra afectada
5	26 a 50	1/2 de la planta se encuentra afectada
6	51 a 75	El 75% de toda la planta se encuentra afectada
7	76 a 100	Todas las hojas muertas. Tallos muertos y muriendo

CAPÍTULO 3. RESULTADOS

3.1 Variables Agronómicas.

Emergencia

Para la variable emergencia, se observó que el tratamiento que presentó el mayor resultado fue el T6 (300 mg l⁻¹ de quitosano) con un porcentaje de emergencia de 96.50%, resultado que presenta diferencias significativas con respecto a los demás tratamientos y al testigo experimental (T0) (Tabla 8).

Tabla 8. Porcentaje de emergencia a los 15 días (%)

Tratamiento	Dosis quitosano (mg l ⁻¹)	Tasa de emergencia (%)
T0	Solo agua	72,47 ± 2.12 ^d
T1	50	79.22± 1.96 ^c
T2	100	82.66± 3.21 ^c
T3	150	85.64± 2.55 ^c
T4	200	88.32± 2.87 ^b
T5	250	91.29± 3.01 ^b
T6	300	96.50± 2.99 ^a
CV (%)		9%

Letras distintas indican diferencias significativas, según la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

CV: Coeficiente de variación.

Altura de la planta

Para la variable altura de la planta, se observó que el tratamiento que presentó el mayor resultado fue el T6 (300 mg l⁻¹ de quitosano) con una altura de 91.14 cm, resultados que presentan diferencias significativas ($p \leq 0.05$) con respecto a los demás tratamientos y al testigo experimental (T0) (Figura 2).

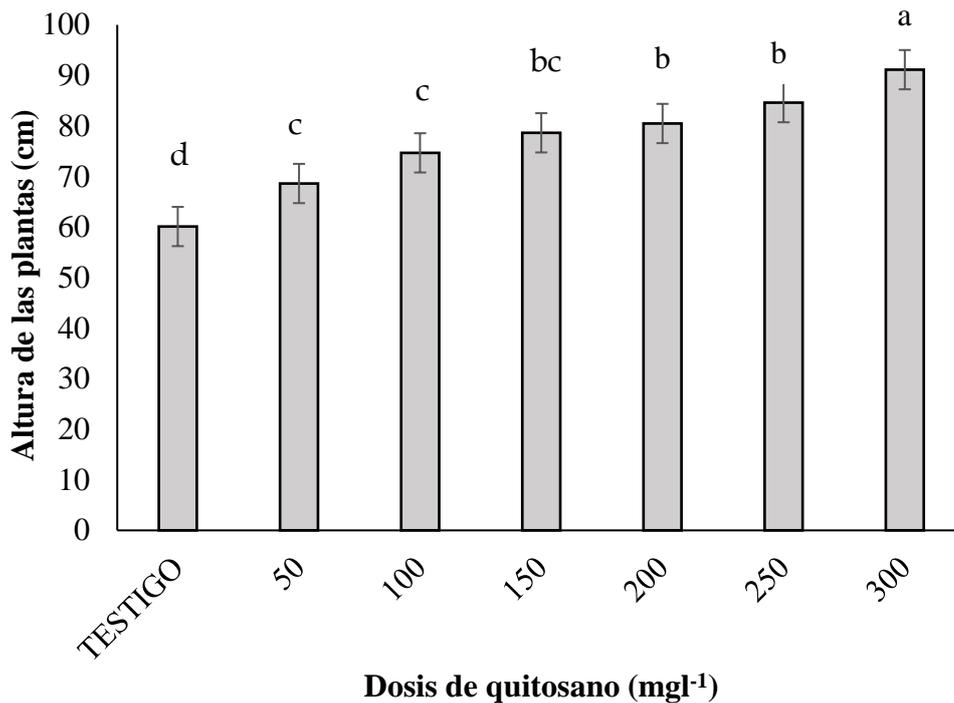


Ilustración 3. Altura de las plantas de tomate en condiciones de invernadero. Letras distintas indican diferencias significativas, según la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$). Las barras muestran el error estándar de la media.

Longitud de raíz

Para la variable longitud de raíz, no hubo diferencia significativa ($p \geq 0.05$) entre ninguno de los tratamientos, a pesar de ello, el tratamiento con mayor diferencia numérica en longitud de raíz fue el tratamiento T6 con 25.88 ± 1.13 cm al que se le aplicó 300 mg.l^{-1} (Tabla 9).

Diámetro del tallo

Para la variable de diámetro del tallo, se observó que el tratamiento que presentó el mayor resultado fue el T6 (300 mg.l^{-1} de quitosano) con un diámetro de 10.06 ± 1.44 cm, resultados que presentan diferencias significativas ($p \leq 0.05$) con respecto al testigo (T0) pero no presenta diferencias significativas con respecto a los tratamientos T4 y T5 ($p \geq 0.05$) (Tabla 9).

Masa fresca de la raíz

Para la variable peso fresco de la raíz, se observó que el tratamiento que presentó el mayor resultado fue el T6 (300 mg l⁻¹ de quitosano) con un peso de 1.55± 0.72 gr, resultados que no presentan diferencias significativas ($p \geq 0.05$) con respecto al testigo (T0) ni de los demás tratamientos experimentales (Tabla 9).

Masa seca de la raíz

Para la variable peso seco de la raíz, se observó que el tratamiento que presentó el mayor resultado fue el T6 (300 mg l⁻¹ de quitosano) con un peso de 0.49± 0.09 g, resultados que presentan diferencias significativas ($p \leq 0.05$) con respecto al testigo (T0) y los tratamientos T1 y T2, pero no representa diferencias significativas con respecto a los tratamientos T3, T4 y T5 ($p \geq 0.05$) (Tabla 9).

Tabla 9. Medición de variables agronómicas del cultivo de tomate con quitosano en diferentes dosis en condiciones de invernadero

TRT	Dosis quitosano (mg l ⁻¹)	Longitud Raíz (cm)	Diámetro del tallo (mm)	Masa fresca de la raíz (g)	Masa seca de la raíz (g)
T0	TESTIGO	13.93±1.55 ^c	7.29±0.91 ^c	1.42± 0.69 ^{ab}	0.26± 0.09 ^{cb}
T1	50	14.86±1.26 ^c	7.89±0.98 ^c	1.44± 0.99 ^a	0.30± 0.08 ^b
T2	100	15.66±1.72 ^c	8.32±1.44 ^{bc}	1.46± 0.83 ^a	0.33± 0.06 ^b
T3	150	17.97±1.98 ^c	8.96±1.01 ^b	1.48± 0.54 ^a	0.37± 0.07 ^a
T4	200	19.61±2.12 ^c	9.12±1.55 ^{ab}	1.52± 0.72 ^a	0.42± 0.08 ^a
T5	250	23.55±1.93 ^c	9.51±1.03 ^a	1.53± 0.48 ^a	0.44± 0.10 ^a
T6	300	25.88±1.13 ^c	10.06±1.44 ^a	1.55± 0.72 ^a	0.49± 0.09 ^a

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas, según la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$). TRT= Tratamiento

3.2 Variables de Producción

Racimos con frutos

Para la variable racimos con frutos, se observó que el tratamiento que presentó el mayor resultado fue el T6 (300 mg l⁻¹ de quitosano) con 15.03±1.98 racimos con fruto, resultados que presentan diferencias significativas ($p \leq 0.05$) con respecto a los demás tratamientos y al testigo (T0) (Tabla 10).

Frutos por planta

Para la variable frutos por planta, se observó que el tratamiento que presentó el mayor resultado fue el T6 (300 mg l⁻¹ de quitosano) con 75.63±2.13 frutos por planta, resultados que presentan diferencias significativas ($p \leq 0.05$) con respecto a los demás tratamientos y al testigo experimental (T0) (Tabla 10).

Masa del fruto

Para la variable masa del fruto, se observó que el tratamiento que presentó el mayor resultado fue el T6 (300 mg l⁻¹ de quitosano) con masa del fruto de 181.23±4.35 g, resultados que no presentan diferencias significativas ($p \geq 0.05$) con respecto al T5, pero si representa diferencia significativa ($p \leq 0.05$) con respecto a los demás tratamientos y al testigo (T0) (Tabla 10).

Tabla 10. Efecto del quitosano en diferentes dosis sobre los componentes de producción del cultivo de tomate en condición de invernadero.

Tratamiento	Dosis quitosano (mg l ⁻¹)	RF	FP	MF
T0	Solo agua	6.37±1.23 ^c	28.95±2.47 ^d	82.9±4.32 ^d
T1	50	6.99±1.01 ^c	34.51±3.05 ^d	114.96±3.77 ^c
T2	100	7.56±1.42 ^{bc}	42.36±1.92 ^c	121.18±5.04 ^c
T3	150	8.99±1.33 ^{bc}	48.46±2.25 ^c	143±4.36 ^b
T4	200	10.21±1.12 ^b	51.29±1.56 ^c	155.67±4.13 ^{ab}
T5	250	12.26±1.56 ^b	63.64±2.23 ^b	174.14±3.99 ^a
T6	300	15.03±1.98 ^a	75.63±2.13 ^a	181.23±4.35 ^a

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas, según la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$). RF= Racimos con frutos; FP= Frutos por planta; MF= masa del fruto.

3.3 Variables de Rendimiento

Rendimiento por hectárea

Para la variable de rendimiento se observó que el tratamiento con mayor rendimiento fue el T6 (300 mg l⁻¹ de quitosano) con una producción de 26321.00 kg ha⁻¹ resultados que presentan diferencias significativas ($p \leq 0.05$) con respecto a los otros tratamientos y al control experimental (T0) (Tabla 11).

Tabla 11. Rendimiento por hectárea (kgha⁻¹)

Tratamiento	Dosis	
	quitosano (mgl ⁻¹)	Kgha ⁻¹
T0	Solo agua	15011.06±32.39 ^d
T1	50	18901.17±45.16 ^c
T2	100	20322.01±62.77 ^b
T3	150	21501.55±50.23 ^b
T4	200	22266.18±80.83 ^b
T5	250	23303.24±73.32 ^b
T6	300	26321.00±61.51 ^a
CV (%)		17%

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas, según la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$). CV: Coeficiente de variación.

3.4 Estado Fitosanitario

Incidencia y Severidad

Para el estado fitosanitario se observó que el tratamiento con menor porcentaje de incidencia y severidad fue el tratamiento T6 (300 mgl⁻¹) con valores de 29.8 % y 37.3% respectivamente (Tabla 12).

Tabla 12. Incidencia y severidad de manchas foliares causadas por *Alternaria solani* (Tizón temprano) plantas de tomate en condiciones de invernadero inoculadas con quitosano en diferentes dosis.

Tratamiento	Dosis quitosano (mgl ⁻¹)	Incidencia %	Severidad %
T0	Solo agua	66.3±2.25 ^a	52.5±3.06 ^a
T1	50	57.6±1.57 ^b	50.3±3.50 ^a
T2	100	51.1±2.62 ^{bc}	48.7±3.44 ^b
T3	150	48.3±3.16 ^c	46.5±3.73 ^b
T4	200	45.5±2.22 ^c	45.5±2.58 ^b
T5	250	32.6±1.98 ^d	40.6±2.99 ^{bc}
T6	300	29.8±2.05 ^d	37.3±2.21 ^c
CV (%)		27%	12%

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas, según la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$). CV: Coeficiente de variación.

CAPÍTULO 4. DISCUSION DE RESULTADOS

4.1 Emergencia

La aplicación de 300 mg l^{-1} de quitosano (T6) estimuló considerablemente el porcentaje de emergencia hasta un 24.03% referente al tratamiento control. Nuestros datos coinciden con lo reportado por Reyes *et al.* (2019) quienes determinaron que en las variedades Amalia y Floradae se obtenía mayores porcentajes emergencia a los 14 días después de siembra con aplicaciones de 2 g l^{-1} de quitosano. Sin embargo, son menores a los reportados por Enríquez & Reyes (2018) quienes reportaron que al cuarto día después de la aplicación de quitosano se obtenía 100% de germinación en semillas de tomate variedad Amalia. Esto posiblemente se deba al reconocimiento de las moléculas de quitosano por receptores específicos de las células vegetales, la activación de estos receptores estimula la síntesis de proteínas que intervienen en el metabolismo de la célula tales como PAL (Fenilalanina Amonio Liasa), celulasas, proteasas, quitinasas entre otras, las cuales aumentan la disponibilidad de nutrientes para el embrión acelerando este proceso (González *et al.*, 2014; Enríquez & Reyes, 2018).

4.2 Altura de planta

La aplicación de 300 mg l^{-1} de quitosano (T6) estimuló considerablemente la altura de la planta hasta 31.03 cm por encima del tratamiento control (60.11 cm). Nuestros datos coinciden con lo reportado por Pincay *et al.* (2021) y Gonzales *et al.* (2016) quienes determinaron que en el tomate variedad Yuval 810 utilizando el método de aspersión directa a las plantas de tomate y en plántulas de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) aplicando 350 mg ha^{-1} de quitosano a los 25 días después de la germinación respectivamente, se obtenían mayores alturas de planta con respecto al testigo experimental. Nuestros resultados son mayores a los reportados por Molina *et al.* (2017) quienes reportaron un incremento en la altura de la planta de 10.81 cm con respecto al tratamiento testigo en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L. variedad sd20a). Esto posiblemente se deba a la cualidad fertilizante del quitosano y a la diferencia en los niveles de absorción de cada cultivo (Larez, 2019).

4.3 Longitud de raíz

La aplicación de 300 mg l⁻¹ de quitosano (T6) estimuló considerablemente la longitud de la raíz hasta 11.95 cm por encima del tratamiento control (13,93±1.55 cm). Nuestros datos coinciden con lo reportado por Enríquez & Reyes (2018) y Terry *et al.* (2017) quienes determinaron que en plántulas de tomate se obtenía mayor longitud de raíz siembra con aplicaciones de 1 gl⁻¹ de quitosano. Sin embargo, son mayores a los reportados por Coello (2019) quien no encontró diferencia significativa en las longitudes de raíz de las variedades Vyta y Floradae mediante aplicaciones de 3 gl⁻¹ de quitosano. Esto posiblemente se deba a la dosis de aplicación de quitosano, ya que dosis muy altas pueden resultar tóxicas para el normal desarrollo de las primeras etapas de crecimiento influyendo directamente con la longitud de las raíces (Gonzales *et al.* 2014).

4.4 Diámetro del tallo

La aplicación de 300 mg l⁻¹ de quitosano (T6) estimuló considerablemente el diámetro del tallo hasta en 2.77 cm por encima del tratamiento control (7.29±0.91 mm). Nuestros datos coinciden con lo reportado por Terry *et al.* (2017) quienes determinaron que en plántulas de tomate se obtenía mayores diámetros de tallo mediante aplicación de 1 gl⁻¹ de un producto a base de quitosano a los 10, 15 y 25 días después de germinación. Sin embargo, son menores a los reportados por Pincay *et al.* (2021) quienes encontraron resultados superiores a los 16 mm de diámetro de tallo en tomate variedad Yuval 810 mediante aplicaciones de 1 gl⁻¹ de quitosano vía aspersión a los 15 y 30 días después de trasplante. Esto posiblemente se deba a la combinación, concentración y aplicación oportuna de quitosano en el cultivar y en la fase fisiológica donde es necesario para expresar su máximo potencial (Costales & Falcon, 2018).

4.5 Masa fresca de la raíz

La aplicación de 300 mg l⁻¹ de quitosano (T6) estimuló parcialmente el peso fresco de la raíz con 0.13 g por encima del tratamiento control (1,55± 0.72 g). Nuestros datos coinciden con lo reportado Benavides *et al.* (2001) quienes determinaron que en plantas de lechuga (*Lactuca sativa* L.) no se obtienen resultados significativos con aplicaciones foliares de quitosano al 0.1 y 0.25% peso/volumen. Sin embargo, son menores a los reportados por Reyes *et al.* (2019), quienes encontraron que se obtienen resultados significativos en el peso fresco de plántulas de tomate, mediante aplicaciones de 1 y 2 gl⁻¹ de quitosano. Esto posiblemente se deba a la concentración de quitosano utilizada ya

que resultados significativos se han encontrado a mayores concentraciones que las evaluadas en este estudio.

4.6 Masa seca de la raíz

La aplicación de 300 mg l⁻¹ de quitosano (T6) estimuló en parcialmente el peso seco de la raíz con 0.23 g por encima del tratamiento control (0.49± 0.09). Nuestros datos coinciden con lo reportado Morales *et al.* (2017) quienes determinaron que en plantas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) a los 20 días después de siembra, el quitosano no estimula un mayor peso seco de la raíz. Sin embargo, son menores a los reportados por Vázquez (2016) y Ambuludi (2015) quienes encontraron que aplicaciones de quitosano intervienen en el desarrollo de un mayor peso seco de las raíces de tomate. Esto posiblemente se deba a que el método de aplicación de quitosano es mediante aspersion en las partes aéreas de la planta, por lo que este estimulador de crecimiento no entra en contacto directo con la raíz.

4.7 Racimos con frutos

La aplicación de 300 mg l⁻¹ de quitosano (T6) estimuló considerablemente el número de racimos con frutos hasta en 9 racimos referente al tratamiento control (6.37±1.23 racimos con fruto). Nuestros datos coinciden con lo reportado por Reyes *et al* (2020) quienes determinaron que en plantas de tomate se obtenía mayor número de racimos con frutos mediante aplicaciones de 300 mg l⁻¹ de quitosano. Sin embargo, son mayores a los reportados por Terry *et al.* (2017) quienes determinaron que la aplicación de quitosano tomate cultivar Mara, resultaba en 3.32 racimos con frutos referente al testigo control.

4.8 Frutos por planta

La aplicación de 300 mg l⁻¹ de quitosano (T6) estimuló considerablemente el número de frutos por planta hasta en 47 frutos referente al tratamiento control (28.95±2.47 frutos por planta). Nuestros datos coinciden con lo reportado por Reyes *et al* (2020) quienes determinaron que en plantas de tomate se obtenía mayor número frutos por planta mediante aplicaciones de 300 mg l⁻¹ de quitosano. Sin embargo, son mayores a los reportados por García *et al.* (2021) quienes determinaron que la aplicación de quitosano tomate variedades ESEN y L-43 aumenta el número de frutos por planta a 6.9 y 10.5 respectivamente referente al testigo control. Esto posiblemente se deba a la capacidad estimulante del quitosano, además de ello al inhibir la presencia de patógenos con los que

competir por nutrientes, permite el desarrollo armónico de los procesos celulares resultando en una mayor producción de frutos (Nge *et al.*, 2006).

4.9 Masa del fruto

La aplicación de 300 mg^l⁻¹ de quitosano (T6) estimuló la masa del fruto hasta 98.33 g por encima del tratamiento control (82.9±4.32 g por fruto). Nuestros datos coinciden con lo reportado por Reyes *et al.* (2020) quienes determinaron que en plantas de tomate se obtenía mayor masa del fruto mediante aplicaciones de 300 mg^l⁻¹ de quitosano. Sin embargo, son mayores a los reportados por García *et al.* (2021) y Terry *et al.* (2017) quienes determinaron que la aplicación de quitosano en plantas de tomate variedad ESEN, L-43 y Mara aumentan la masa de los frutos en 42, 22 y 18.21 g respectivamente. Esto posiblemente se deba a la capacidad del quitosano en afectar positivamente los procesos fisiológicos de las plantas aumentando el tamaño de las células de los frutos y al funcionar como una película protectora mantiene la turgencia de las mismas (Lachimba *et al.*, 2020).

4.10 Rendimiento por hectárea

La aplicación de 300 mg^l⁻¹ de quitosano (T6) estimuló considerablemente el rendimiento hasta en 11,309.94 Kg^{ha}⁻¹ por encima del tratamiento control (15011.06 Kg^{ha}⁻¹). Nuestros datos coinciden con lo reportado por Lachimba *et al.* (2020) y Rodríguez *et al.* (2013) quienes al evaluar el comportamiento de la variedad Amalia con diferentes dosis de quitosano descubrieron que los tratamientos mayor rendimiento referente al testigo control fueron a los que se le aplicó 300 mg^{ha}⁻¹. Esto posiblemente se debe a la capacidad fitoprotectora del quitosano, manteniendo a las plantas en su zona de confort y permitiéndole expresar su máximo potencial productivo (Larez, 2008).

4.11 Incidencia y Severidad

La aplicación de 300 mg^l⁻¹ de quitosano (T6) estimuló considerablemente los mecanismos de defensa de la planta ante el ataque de *Alternaria solani* (Tizón temprano), reduciendo la incidencia y severidad hasta en un 36.5 y 15.2% respectivamente referente al tratamiento control. Nuestros datos coinciden con lo reportado por Stocco (2016) y Rodríguez *et al.* (2019) quienes determinan que aplicando quitosano en diferentes fases fenológicas se puede reducir la incidencia y severidad de *Alternaria* spp en uva de mesa y tomate respectivamente. Esto posiblemente se debe a que la presencia de quitosano

produce malformaciones en las hifas del hongo, además influye en la producción de OHs, polifenoxidasa y peroxidasa, que son moléculas liberadas por las plantas como mecanismo de defensa ante ataques de agentes fitopatógenos (Sánchez, 2007; Rodríguez *et al.*, 2019).

CONCLUSIONES

La utilización de quitosano en las semillas de tomate (*Solanum lycopersicum*), en cuanto al porcentaje de emergencia, obtiene su mayor puntaje cuando se le aplican 300 mg l^{-1} de quitosano.

Las variables agronómicas en general se ven afectadas de manera positiva en los tratamientos a los que se le aplico 300 mg l^{-1} de quitosano dando los mayores resultados en comparación con el testigo experimental.

La aplicación de quitosano en las plantas de tomate, reduce consecutivamente a medida que se eleva la dosis de quitosano aplicada dando el menor porcentaje de incidencia y severidad de tizón temprano a los tratamientos a los que se le aplico 300 mg l^{-1} de quitosano.

RECOMENDACIONES

Repetir el experimento partiendo de la dosis más alta utilizada en este y elevándolas consecutivamente para establecer un punto de equilibrio en la aplicación de quitosano a las plantas.

Probar la misma variedad de tomate en la costa y en la sierra para establecer dosis de aplicación de quitosano en las diferentes regiones del país.

Comprobar la efectividad del quitosano contra otro tipo de enfermedades, tanto fungosas como bacterianas.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, E. (2018). Cultivo de Tomate. Recuperado de http://centa.gob.sv/docs/guias/hortalizas/Guia%20Centa_Tomate%202019.pdf
- Ambuludi, J. (2015). Efectos de elicitores en el comportamiento agronómico del híbrido tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Yuval 810 cultivado en waterboxx. Tesis. Universidad Estatal Península De Santa Elena. Facultad De Ciencias Agrarias. Ecuador.
- Andrade, C., Ayaviri, D. (2018). Demanda y Consumo de Productos Orgánicos en el Cantón Riobamba, Ecuador. *Información Tecnológica*. 29(4): 217-226.
- Banco Central del Ecuador. (2021, enero). Reporte de conductora sector agropecuario (93). BCE. Recuperado de <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/Encuestas/Coyuntura/Integradas/etc202003.pdf>
- Barrera, J. (2015). Evaluación de cuatro programas de fertilización foliar complementaria en la producción de tomate riñón (*Solanum lycopersicum*) L. Var. Sheila bajo invernadero. Tesis. Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. Ecuador.
- Batista, D., Murillo, B., Nieto, A., Alcaráz, L., Troyo, E., Hernández, L., & Ojeda, C. (2017). Mitigación de NaCl por efecto de un bioestimulante en la germinación de *Ocimum basilicum* L. *Terra Latinoamericana*. 35(4): 309-320.
- Bautista, S., Bravo, L. (2004). Evaluación del quitosano en el desarrollo de la pudrición blanda del tomate durante el almacenamiento. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*. 6(1): 63-67.
- Bautista, S., Ventura, R., Correa, Z., Corona, M. (2017). Quitosano: un polisacárido antimicrobiano versátil para frutas y hortalizas en poscosecha. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 23(2):103-122.
- Benavides, A., Romero, J., Ledesma, A., Raygoza, J. (2001). La aplicación foliar de quitosano en ácido acético aumenta la biomasa de la lechuga. *Biotam*. 12(3): 1-6.

- Betancourt, J. (2014). Evaluación de cuatro híbridos de tomate con dos tipos de poda de conducción cultivados bajo el sistema hidropónico. Tesis. Universidad de Guayaquil. Facultad de ciencias Agrarias. Ecuador.
- Bolaños, A. (2006). Introducción a la Olericultura. Recuperado de https://books.google.com.ec/books?id=vBS_GwIrE1MC&pg=PA68&dq=fenologia+del+tomate&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwj65rTgptzyAhXjSTABHYTiDhwQ6AEwAXoECAgQA#v=onepage&q=fenologia%20de%20tomate&f=false
- Cabrera, M., Borrero, Y., Rodríguez, A., Angarica, M., Rojas, O. (2011). Efecto de tres bioestimulantes en el cultivo de pimiento (*Capsicum annun*, L) variedad atlas en condiciones de cultivo protegido. Ciencia en su PC. 4: 32-42.
- CATIE. (2008). Producción ecológica de cultivos anuales comerciales: chile y tomate. Proyecto de desarrollo social integrado y sostenible, Chiapas, México. México.
- Chang, M. (2020). Factores que influyen en la percepción de compra de alimentos orgánicos en los hombres y mujeres de 25 a 34 años de la ciudad de Guayaquil. Tesis. Universidad Casa Grande. Facultad de comunicación Mónica Herrera. Ecuador.
- Coello, J. (2019). Efecto del quitosano, hongos micorrízicos y ácidos húmicos sobre el crecimiento y desarrollo de variedades de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) bajo condiciones controladas. Tesis. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Facultad de Ciencias Agronómicas. Ecuador.
- Córdoba, H. A., Gómez, S. V., & NúStez, C. E. (2018). Evaluación del rendimiento y fenología de tres genotipos de tomate cherry (*Solanum lycopersicum* L.) bajo condiciones de invernadero. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas, 12(1), 113–125. <https://doi.org/10.17584/rcch.2018v12i1.7348>
- Costales, D., Falcon, A. (2018). Combinación de formas de aplicación de quitosano en el desarrollo de soya biofertilizada. Cultivos Tropicales. 39(3): 71-79.
- Crini, G. (2005). Recent developments in polysaccharide-based materials used as adsorbents in wastewater treatment. Progress in Polymer Science, 30(1), 38–70. <https://doi.org/10.1016/j.progpolymsci.2004.11.002>

- Dimas, N., Cano, P., Figueroa, U., Favela, E., Moreno, A., Márquez, C., Ochoa, E., Preciado, P. (2009). Uso de abonos orgánicos en la producción de tomate en invernadero. *Terra Latinoamericana*. 27(4): 319-327.
- Escalona, V., Alvarado, P., Monardes, H., Urbina, C., Martin, A. (2009). Manual de cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Nodo Hortícola. Chile.
- Enriquez, E., Reyes, J. (2018). Evaluación de quitomax® en la emergencia, crecimiento y nutrientes de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Ciencia y Tecnología*. 11(2): 31-37
- Falcon, A., Menéndez, D., González, D., Nápoles, M. (2015). Reseña bibliográfica. Nuevos productos naturales para la agricultura: Las oligosacarinas. *Cultivos Tropicales*. 36: 111-129.
- FAO. (2013). El cultivo de tomate con buenas prácticas agrícolas en la agricultura urbana y periurbana Paraguay, Paraguay: MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA.
- FAO. (2021). FAOSTAT. Cultivos y productos de ganadería. <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>
- Floes, J., Ojeda, W., López, I., & Rjano, A. (2007). REQUERIMIENTOS DE RIEGO PARA TOMATE DE INVERNADERO. *Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C*, 25(2), 127–134.
- Flores, C. (2016). La Contaminación Agrícola por el uso de Agroquímicos y su Consecuencia Jurídica en relación a la Soberanía Alimentaria y al Derecho al Buen Vivir en la Comunidad de San Joaquín de la Parroquia Cuellaje, del Cantón Cotacachi, Provincia de Imbabura en el primer semestre del año 2016. Tesis. Universidad Central del Ecuador. Facultad de jurisprudencia, ciencias políticas y sociales. Ecuador.
- García, M. (2008). Películas y cubiertas de quitosana en la conservación de vegetales. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*. 18(1): 71-76.

- García, S. (2015). Análisis de la contaminación por el uso de plaguicidas en los suelos agrícolas de la provincia del Carchi, bioacumulación y propuesta de un modelo productivo sostenible. Tesis. Universidad internacional SEK. Facultad de ciencias naturales y ambientales. Ecuador.
- García, E. (2019). Evaluación del quitosano, sobre la emergencia y crecimiento en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Tesis. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Facultad de ciencias agrarias. Ecuador.
- García, M. (2017). TOMATE. Recuperado 29 de agosto de 2021, de <http://taxonomiaenplantas2017.blogspot.com/2017/11/tomate.html>
- García, T., González, L., Boicet, T., Jiménez, M., Falcon, A., Terrero, J. (2021). Respuesta agronómica de dos variedades de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) a la aplicación del bioestimulantes con quitosano. Terra Latinoamericana. 39: 1-9.
- Giraldo, J. (2015). Propiedades, obtención, caracterización y aplicaciones del quitosano. 10.13140/RG.2.1.3350.9287.
- González, L., Jiménez, M., Vaquero, L., Paz, I., Falcon, A., Araujo, L. (2017). Evaluación de la aplicación de quitosana sobre plántulas de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.). Centro Agrícola. 44(1): 34-40.
- González, D., Costales, D., Falcon, A. (2014). Influencia de un polímero de quitosana en el crecimiento y la actividad de enzimas defensivas en tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Cultivos Tropicales. 35(1): 35-42.
- González, L., Maqueira, L., Nápoles, M., Núñez, M. (2017). Efecto de bioestimulantes en el rendimiento de dos cultivares de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) biofertilizados. Cultivos Tropicales. 38(2): 113-118.
- Granados, E. (2015). Efecto de bioestimulantes foliares en el rendimiento del cultivo de berenjena; Ocós, San Marcos. Tesis. Universidad Rafael Landívar. Facultad de ciencias ambientales y agrícolas. Guatemala.

- INIA. (2018). Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades Alternaria en tomate. Chile.
<https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/123456789/66737/NR41201.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- INTAGRI. (2009). Manual de Producción de Tomate en Invernadero. Celaya, Mexico:
J. Z. Catellanos.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censo. (2021). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua ESPAC 2020*. Recuperado de
https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2020/Presentacion%20ESPAC%202020.pdf
- Jano, F. (2006). Cultivo y producción de tomate (1.^a ed.). Lima, Perú: Ripalme.
- Lachimba, W., González, L., Boicet, T. (2020). Comportamiento del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) Variedad Amalia en Cuba y Ecuador al aplicarle Quitomax®. *Revista Granmense de Desarrollo Local*. 4: 515-526.
- Larez, C. (2008). Algunas potencialidades de la quitina y el quitosano para usos relacionados con la agricultura en latinoamerica. *UDO Agrícola*. 8(1):1-22.
- Larín, M., Díaz, L., De Serrano, R. (2018). Cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum*). Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. El Salvador.
- López, L. (2016). Manual técnico del cultivo de tomate *Solanum lycopersicum*. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria. Costa Rica.
- López, J., Hurtado, G., & Aparicio, V. (2010). Guía Técnica de Cultivo de Tomate. San Salvador, El Salvador: CENTA
- Luna, Y. (2012). Obtención de quitosano a partir de quitina para su empleo en conservación de frutillas y moras. Tesis. Universidad Central Del Ecuador. Facultad de Ingeniería Química. Ecuador.
- Luna, R., Reyes, J., Espinosa, K., Luna, M., Luna, F., Celi, M., Espinoza, A., Rivero, M., Cabrera, D., Alvarado, A., González, J. (2016). Efecto de diferentes abonos

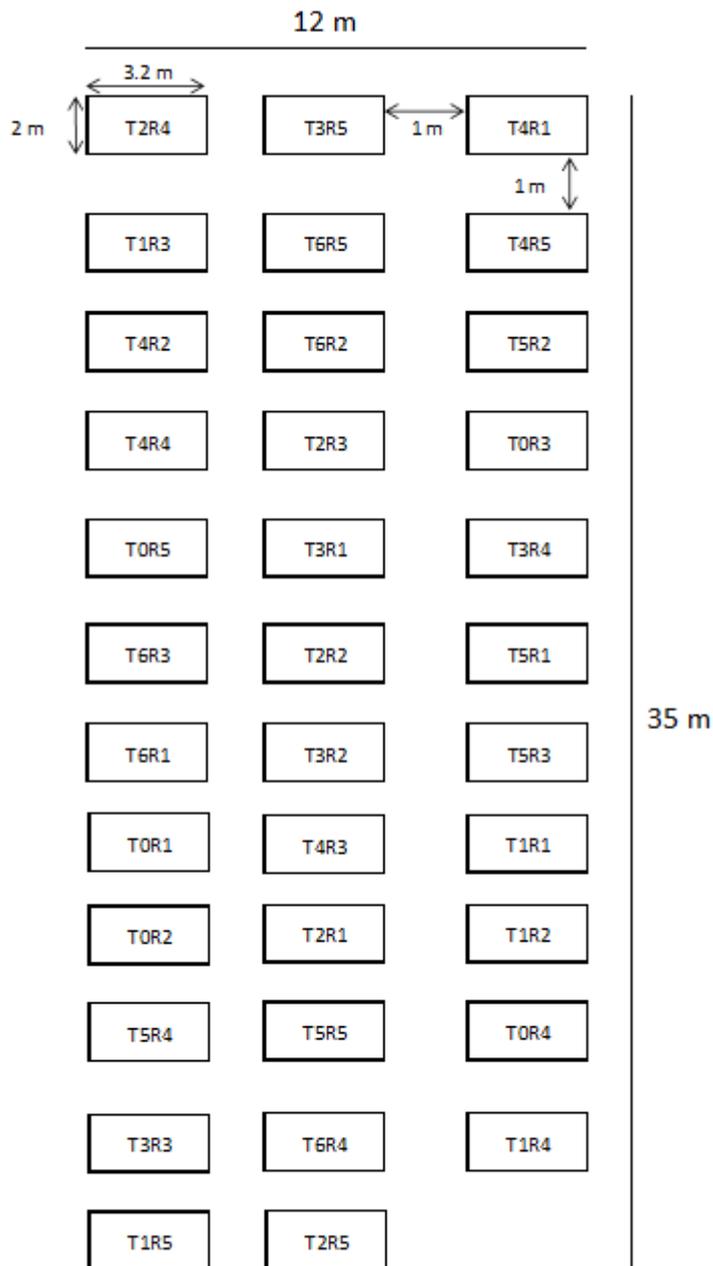
- orgánicos en la producción de tomate (*Solanum lycopersicum*, L). Biotecnia. 23(3): 33-36.
- Macea, R. B., de Hoyos, C. F., Montes, Y. G., Fuentes, E. M., & Ruiz, J. I. R. (2015). Síntesis y propiedades de filmes basados en quitosano/lactosuero. *Polímeros*, 25(1), 58–69. <https://doi.org/10.1590/0104-1428.1558>
- Martínez, L., Castro, I., Díaz, L., Núñez, M. (2007). Influencia del tratamiento a semillas con quitosana en el crecimiento de plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Cultivos Tropicales*. 28(4): 79-82.
- Mite, W. (2016). Análisis del comportamiento del consumidor de alimentos orgánicos, en las principales cadenas de supermercados de la ciudad de Guayaquil. Tesis Postgrado. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Ecuador.
- Molina, J., Colina, M., Rincón, D., Vargas, J. (2017). Efecto del uso de quitosano en el mejoramiento del cultivo del arroz (*Oryza sativa* L. variedad sd20a). *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*. 8(2): 151-165.
- Morales, D., Rodríguez, J., Jerez, E., Rodríguez, P., Álvarez, I., Diaz, Y. (2017). Efecto del Quitomax® en plantas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) sometidas a dos regímenes de riego crecimiento y rendimiento. *Cultivos Tropicales*. (38)2: 119-128.
- Moreira, W. (2016). Análisis del comportamiento del consumidor de alimentos orgánicos, en las principales cadenas de supermercados de la ciudad de Guayaquil. Tesis. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Maestría en Gerencia en Marketing. Ecuador.
- Murillo, A., Rodríguez, D. (2018). Alimentación saludable, la gran tendencia del consumo actual. Tesis. Universidad Autónoma de Occidente. Facultad de ciencias económicas y administrativas. Colombia.
- Nge, K., Nwe, N., Chandkrachang, S., Stevens, W. (2006). Chitosan as a growth stimulator in orchid tissue culture. *Journal of Plant Science* (170):1185-1190.
- Noreña, J., Sánchez, G., Rodríguez, V., & Aguilar, P. (2013). Tecnología para el cultivo de Tomate bajo condiciones protegidas. Bogota , Colombia: Corpoica.

- Observatorio tecnológico del tomate para la industria. (2021). Producción. Recuperado 29 de agosto de 2021, de <https://observatoriotomate.com/produccion/>
- Pincay, D., Cedeño, J., Espinosa, K. (2021). Efecto del quitosano sobre el crecimiento y la productividad de *Solanum lycopersicum*. Centro Agrícola. 48(3): 25-31.
- Reyes, J., Enríquez, E., Ramírez, M., Zúñiga, E., Lara, L., & Hernández, L. (2020). Efecto del quitosano sobre variables del crecimiento, rendimiento y contenido nutricional del tomate. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 11(3), 457–465. <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i3.2392>
- Reyes, D. (2020). Aplicación de quitosano incrementa la emergencia, crecimiento y rendimiento del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en condiciones de invernadero. Biotecnia, 22(3), 156–163. <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v22i3.1338>
- Reyes, M. (2016). Control de Tizón en Tomate Industrial Mediante un Sistema de Alerta Temprana. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Villa Alegre, Chile. Boletín INIA N°338, 71p.
- Reyes, J., Enríquez, E., Ramírez, M., Rodríguez, A., Rivero, M. (2019). Respuesta de plántulas de cultivares de tomate a la aplicación de quitosano. Centro Agrícola. 46(4): 21-29.
- Reyes, J., Rivero, M., García, E., Beltrán, F., Ruiz, F. (2020). Aplicación de quitosano incrementa la emergencia, crecimiento y rendimiento del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en condiciones de invernadero. Biotecnia. 22(3): 156-163.
- Rodríguez, A., Ramírez, M., Rivero, D., Bósquez, E., Barrera, L., Bautista, S. (2009). Propiedades químico-estructurales y actividad biológica de la quitosana en microorganismos fitopatógenos. Revista Chapingo Serie Horticultura 15(3): 307-317.
- Rodriguez, R., Figueredo, J., Gonzalez, O. (2013). Influencia de la quitosana en tomate (*Solanum lycopersicum*, Mill) var. “Amalia”. Centro Agrícola. 40(2): 79-84.

- Rodríguez, C., González, R., Bautista, S., Gutiérrez, P. (2019). Efecto del quitosano en el control de *Alternaria* sp. en plantas de jitomate en invernadero. *Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*. 22: 1-7.
- Sanchez, D., Bautista, S., Castillo, P. (2007). Efecto del quitosano en el desarrollo y morfología de *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl. *Anales de Biología*. 29: 23-32.
- Sugimoto, K. (1999). Preparation and characterization of chitin and chitosan derivates. *Carbohydrate Polymers*, 36, 49–59.
- Stocco, A. (2016). Etiología, manejo y monitoreo de *alternaria* spp. en uva de mesa. Tesis. Universidad Nacional de Cuyo. Facultad de Ciencias Agrarias. Argentina
- Tayupanta, D. (2011). Validación del efecto de tres bioestimulantes radicales en viveros de rosa de la asociación agropecuaria Quinlata. Patate – Ecuador. Tesis. Escuela politécnica del ejército. Departamento de ciencias de la vida. Ecuador.
- Terry, E., Falcon, A., Ruiz, J., Carrillo, Y., Morales, H. (2017). Respuesta agronómica del cultivo de tomate al bioproducto QuitoMax®. *Cultivos Tropicales*. 38(1): 147-154.
- The conference board. (2018). Global Consumer Confidence. Recuperado de <https://www.nielsen.com/wp-content/uploads/sites/3/2019/04/TCB-Global-Consumer-Confidence-Report-Q2-2018.pdf>
- Vazquez, M. (2016). Efecto de las nanopartículas de Cu introducidas en quitosano sobre el crecimiento, desarrollo y contenido de licopeno en tomate (*Solanum lycopersicum* L.) bajo invernadero. Saltillo – Mexico. Tesis. Universidad Autonoma Antonio Narro. Division de Agronomia. Departamento de Botanica. Mexico.

ANEXOS

Anexo 13. Distribucion de los tratamientos





BIOREND

FITORREGULADOR CONCENTRADO SOLUBLE (SL)

Biorend es un producto de origen natural, biodegradable, no tóxico, y no contaminante, cuyo ingrediente activo es un polímero derivado de la Quitina, llamado Qitosano, proveniente de exoesqueleto de *Centolla (Lithodes santolla)*, inductor de resistencia, con efecto bioestimulante, para aplicación en frutales hortalizas y forestales, entre los cuales se encuentran vides, cerezos, manzanos, arándanos, papa, lechuga, eucalipto y pinos.
(ver cuadro de instrucciones de uso). (www.biorend.cl)

COMPOSICIÓN

Qitosano*		2,5 % p/v (25 g/L)
Cofomulantes	c.s.p.	100 % p/v (1 L)
* pol-D-glucosamina		

Autorización Servicio Agrícola y Ganadero N° 4048

NO CORROSIVO - NO EXPLOSIVO - NO INFLAMABLE

LEA ATENTAMENTE LA ETIQUETA ANTES DE USAR EL PRODUCTO

FABRICANTE

Biotex S.A.
Estancia Cameron
Timaukel
Tierra del Fuego
XII Región Chile



DISTRIBUIDOR

Summit Agro Chile SpA
Orinoco 90, Oficina 2002, Piso 20,
Las Condes, Santiago de Chile
Teléfono: +56 2 2 4306300
ventas@summit-agro.cl



Lote de Fabricación:

Fecha de Vencimiento:

Contenido Neto: 20 Litros

CUIDADO

PRECAUCIONES Y ADVERTENCIAS

Grupo Químico: Quitosano pertenece al grupo de los polisacáridos

- Conservar y comercializar este producto sólo en su envase original.
 - Almacenar este producto en un lugar seguro y bien ventilado, fuera del alcance de los niños y personas no responsables.
 - Transportar y mantener este envase bien cerrado, alejado de fuentes de calor y humedad. Evite que el producto se congele.
 - Permitir que intervengan sólo personas adultas y con experiencia en el manejo del producto.
 - Durante la manipulación del producto usar guantes de goma, protector facial, botas de goma y delantal impermeable.
 - Durante la aplicación del producto usar guantes de goma, botas de goma, traje impermeable de cuerpo entero, antiparras y máscara con filtro. No trabaje en la niebla generada al pulverizar el producto, no aplique con viento. Durante la preparación y aplicación aleje los animales y personas extrañas. No comer, beber o fumar durante su manipulación y/o aplicación del producto.
 - Después de cada aplicación o antes de comer beber o fumar, lavarse cuidadosamente las manos, brazos y cara con abundante agua de la llave. Al terminar la jornada de trabajo, tomar una ducha, empleando abundante agua de la llave.
 - **Instrucciones para realizar triple lavado de envases:** Vacíe el envase en el estanque pulverizador y manténgalo en posición de descarga por 30 segundos, a continuación agregue agua hasta un cuarto (1/4) de la capacidad del envase. Luego cierre el envase y agite durante 30 segundos; vierta el agua en el equipo pulverizador y mantenga el envase en posición de descarga por 30 segundos. Realizar este procedimiento tres veces. Finalmente, perforo el envase para evitar su reutilización. Almacene los envases limpios, secos, sin tapa, en sitio cerrado y techado para la entrega en centro de acopio autorizado.
- Síntomas de intoxicación:** No se conocen síntomas de intoxicación. El producto no debiera provocar efectos ni síntomas adversos en seres humanos, ya sea que fuese ingerido o inhalado en pequeñas cantidades o al tener contacto directo con la piel de quien lo manipula. Una ingestión deliberada de grandes cantidades pudiera provocar náuseas, dolor abdominal, vómito y dolor de cabeza.

PRIMEROS AUXILIOS

Contacto ocular: Enjuagar bien los ojos con abundante agua corriente durante 15 minutos. No administrar medicamentos. Si se provocara una irritación persistente, consultar a un médico. En el caso que el afectado utilice lentes de contacto, lavar con abundante agua de la llave por 5 minutos, luego retirarlos y continuar con el lavado hasta completar los 15 o 20 minutos.

Contacto con la piel: Retirar la vestimenta y lavar la zona afectada durante algunos minutos con abundante agua de la llave. Retirar ropa y zapatos. Lavar con abundante agua limpia la piel y minuciosamente entre pelo, uñas y pliegues cutáneos. Si se llegase a desarrollar una irritación persistente, consultar a un médico.

Ingestión: En caso de ingestión no inducir vómitos, avisar y mostrar la etiqueta a un médico.

En caso de inhalación: Salir al aire libre. Mantener al afectado abrigado y en descanso. Llamar a un médico.

TRATAMIENTO MEDICO DE EMERGENCIA: Tratamiento sintomático

ANTIDOTO: No posee antídoto específico.

Riesgos Ambientales: No tóxico para abejas, aves o peces. No obstante no vierta producto ni limpie los equipos fuentes de agua de cualquier tipo.

MANTENGA FUERA DEL ALCANCE DE NIÑOS Y PERSONAS INEXPERTAS, EN CASO DE INTOXICACIÓN MOSTRAR LA ETIQUETA O EL ENVASE AL PERSONAL DE SALUD.

REALIZAR TRIPLE LAVADO DE LOS ENVASES, UTILIZARLOS Y ELIMINAR DE ACUERDO CON LAS INSTRUCCIONES DE LAS AUTORIDADES COMPETENTES.

NO TRANSPORTAR NI ALMACENAR CON ALIMENTOS, PRODUCTOS VEGETALES O CUALQUIER OTRO QUE ESTE DESTINADO AL USO O CONSUMO HUMANO O ANIMAL.

NO LAVAR LOS ENVASES O EQUIPOS DE APLICACIÓN EN LAGOS, RÍOS Y OTRAS FUENTES DE AGUA. NO REINGRESAR AL AREA TRATADA ANTES DEL PERIODO INDICADO DE REINGRESO.

LA ELIMINACIÓN DE RESIDUOS DEBERA EFECTUARSE DE ACUERDO CON LAS INSTRUCCIONES DE LA AUTORIDAD COMPETENTE.

TELEFONOS DE EMERGENCIA:

RITA-CHILE : 2-2661 94 14 / 2-2777 19 94

BIOAGRO S.A. : 2-2512 40 07

Nota al Comprador: A nuestro entender la información contenida en la etiqueta es correcta, sin embargo, como la aplicación y una serie de otros factores que influyen en el empleo del producto escapan a nuestro control, los riesgos del uso y manejo de este producto son de responsabilidad exclusiva del usuario, cualquiera que fuese el método de aplicación que se emplee. Garantizamos la cantidad óptima e invariable y el porcentaje de contenido activo de este producto hasta el momento que salga de nuestro control directo.



INSTRUCCIONES DE USO

BIOREND estimula la emisión de raíces y raicillas mediante el mecanismo SAR. (Resistencia Sistémica Adquirida) permitiendo a la planta explorar un mayor volumen de suelo y por lo tanto absorber más agua y nutrientes, fortalecer el vigor y grado de las plantas, haciéndolas menos susceptibles a ataques al sistema radical, permitir la cicatrización de heridas, reducir la deshidratación post-transplante en especies de siembra y transplante.

Cuadro de Instrucciones de Uso:

Cultivo	Dosis	Número de Aplicaciones	Momentos de aplicación	Formas de aplicación
Vid vinífera, Vid de mesa, Kiwi	10 L/ha plantaciones nuevas 20 L/ha plantaciones adultas	1 - 2 dependiendo del estado general de las plantas	En pick de actividad radicular	Riego por goteo, inyección o aspersión al suelo
Limonero, Naranja, Clementinas				
Duraznero, Nectarino				
Damasco, Cerezo				
Olivo				
Manzano, Peral,				
Arándano, Frambuesa, Mora				
Palto	5 L/ha	2		
Viveros (vides y paltos)	Dilución al 1 o 2% (*)	2 - 3	Cada 15 días. A partir radícula formada	
Ajo	5 litros/ 100 litros	1	En estado semilla	Inmersión (15 minutos)
Papa	3 a 7,5 L/ha	4	Cada 10 días. Comenzar a los 30 días post siembra	Riego
Cebolla	1 litro/ 100 litros	3	30 días antes del transplante	Aspersión al suelo (platabandas)
	3 litros/ 100 litros	1	Antes de transplantar	Inmersión de raíces (30 segundos)
Tomate invernadero	15 litros/ 100 litros	1	Pre-plantación	Inmersión por 30 segundos en speedling
	5 - 10 L/ha	4	10 días post-plantación cada 7 días	Riego
	10 - 15 litros L/ha	4	Inicio de madurez fisiológica, cada 7 días	Riego
Eucaliptus	Solución al 15%	1	Previo a Transplante	Baño de Raíces
Pinos	Solución al 20%	1	Previo a Transplante	Baño de Raíces
Viveros Eucaliptus y Pinos	10ml de solución por planta al 5% de Biorend	2	30 y 60 días post emergencia	Aplicaciones foliares

(*) La dosis mínima de Biorend es de 2 a 4 cc. por cada litro de contenedor, empleándose la dosis mayor en plantas con sintomatología de stress.

El producto sólo debe ser aplicado por personal idóneo y bajo las condiciones establecidas de aplicación y seguridad. Para mayor información comuníquese con el Departamento Técnico de Summit Agro Chile SpA.

Carencia: No corresponde.

Preparación de Diluciones: Llenar el estanque de aplicación a 1/3 de su capacidad. Agregar Biorend de acuerdo a la dosis recomendada con el sistema de agitación funcionando y luego completar con agua.

Incompatibilidad: Incompatible con productos de valencia +2 y de pH mayor a 6.0. En el tratamiento de semillas debe aplicarse solo. No utilizar agua ni aplicar en mezzas con pH > 6.0

Compatibilidad: Consultar por compatibilidades al Departamento de Summit Agro Chile SpA.

Fitotoxicidad: Biorend no es fitotóxico en las dosis de aplicación y cultivos recomendados.

Tiempo de reingreso: Posible reingresar 2 horas después de la aplicación o una vez que se ha secado el depósito sobre el follaje, para el caso de seres humanos. En animales no corresponde, ya que estos cultivos no son de consumo animal.

