



**Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede
Ibarra**

ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES

INFORME FINAL DEL PROYECTO

TEMA:

ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DEL QUITOSANO COMO ESTIMULANTE EN LA FASE
DE ENRAIZADO EN PATRONES DE ROSAS (*Natal Brier*)

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERA AGROPECUARIA

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:

GESTIÓN SOSTENIBLE Y APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS NATURALES

SUBLINEA:

DESARROLLO Y SOSTENIBILIDAD

AUTORA:

GUACHA JARAMILLO LIZBETH MERCEDES

ASESOR:

JOSÉ VALDEMAR ANDRADE CADENA



Ibarra, octubre de 2022

José Valdemar Andrade Cadena

ASESOR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final de investigación, el mismo que se ajusta a las normas vigentes en la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales (ECAA), de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede Ibarra (PUCESI), en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

(f).....

José Valdemar Andrade Cadena

C.C.: 1001927167



PÁGINA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

El jurado examinador, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede Ibarra (PUCESI):

(f).....

José Valdemar Andrade Cadena

C.C.: 1001927167

(f)

Diego Manuel León Tapia

C.C.:1711668895

(f)

PhD Edmundo René Recalde Posso

C.C.: 1001774494



ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Guacha Jaramillo Lizbeth Mercedes, declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 165 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, que manifiesta textualmente: “Se reconoce facultad de los autores y demás titulares de derechos de disponer de sus derechos o autorizar las utilidades de sus obras o prestaciones, a título gratuito u oneroso, según las condiciones que determinen. Esta facultad podrá ejercerse mediante licencias libres, abiertas y otros modelos alternativos de licenciamiento o la renuncia”.

Ibarra, octubre de 2022

f):

Guacha Jaramillo Lizbeth Mercedes

C.C.: 0401771670



AUTORÍA

Yo, Guacha Jaramillo Lizbeth Mercedes, portadora de la cédula de ciudadanía N° 0401771670, declaro que la presente investigación es de total responsabilidad del (los) autor (es), y eximo expresamente a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra de posibles reclamos o acciones legales.

f):.....

Guacha Jaramillo Lizbeth Mercedes

C.C.: 0401771670



DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, Guacha Jaramillo Lizbeth Mercedes, con C.C.: 0401771670, autora del trabajo de grado intitulado: “Estudio de la influencia del quitosano como estimulante en la fase de enraizado en patrones de rosas (*Natal Brier*)”, previo a la obtención del título profesional de Ingeniería Agropecuaria, en la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra a difundir a través del sitio web de la Biblioteca de la PUCESI el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de la Universidad.

Ibarra, octubre de 2022

f):

Guacha Jaramillo Lizbeth Mercedes

C.C.: 0401771670



**DECLARACIÓN DE COMPORTAMIENTO ÉTICO EN LA ELABORACIÓN,
DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

Por medio de la presente declaro conocer y aplicar en la elaboración, desarrollo y evaluación de Proyecto de Titulación: ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DEL QUITOSANO COMO ESTIMULANTE EN LA FASE DE ENRAIZADO EN PATRONES DE ROSAS (NATAL BRIER)”, lo propuesto en el Código de Ética de la investigación y el aprendizaje de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, aprobado por el Consejo Superior de la PUCE con fecha octubre de 2022

Para constancia firma:

f):

Guacha Jaramillo Lizbeth Mercedes

C.C: 0401771670

Carrera: Ingeniería Agropecuaria

Ibarra, octubre de 2022

DEDICATORIA

A mi adorada Florcita, una vez más mi hija trajo sentido a mi vida, una vez más ella fue la causante de mi anhelo de salir adelante, progresar y culminar con éxito esta tesis, por eso, dedico a ella cada esfuerzo que realicé en la construcción de esta; agradezco a Dios por darme tan hermosa compañía y motivación para cada día ser mejor.

A mi madre, gracias por el apoyo ilimitado e incondicional, por todos los esfuerzos, por ser la principal promotora de mis sueños, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que me ha inculcado.

AGRADECIMIENTO

Nunca es tarea sencilla dar las gracias a tantas personas que han contribuido en mi beneficio. Aunque se han escrito muchas palabras de gratitud, en ocasiones el papel no puede plasmar a la perfección tanto afecto y admiración como siento en el término de tan fructífero estudio.

Agradezco a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mi familia, que de una u otra manera me han dado un soporte para que yo pueda cumplir mis metas.

A su vez, he puesto mi empeño en este estudio con la misma motivación y apoyo que he recibido tan generosamente de parte de mi tutor, PhD. Valdemar Andrade, el cual me ha brindado sus conocimientos tan respetados; al igual que al resto de profesores de la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales, por brindar sus conocimientos y apoyarme cuando lo he pedido. Asimismo, a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra, que me ha abierto sus puertas y me ha permitido formar parte de un equipo de profesionales.

Quiero concluir mis agradecimientos agradeciendo a mis dos ángeles, Milton y Mercedes, aunque se hayan ido al cielo, mi alma está muy cerquita de las suyas.

ÍNDICE

ÍNDICE	ix
RESUMEN	15
ABSTRACT	16
INTRODUCCIÓN	17
OBJETIVOS	19
2.1 Objetivo General	19
2.2 Objetivos Específicos	19
2.3 Hipótesis	19
ESTADO DEL ARTE	20
3.1 Generalidades de la rosa	20
3.1.1 Origen de la Rosa	21
3.1.2 Descripción Botánica y Fenológica de la Rosa	21
3.1.3	23
3.2 Situación de la rosa como ornamental en el Ecuador	23
3.2.1 Datos relevantes del Cultivo de la Rosa	23
3.3 Fisiología del Enraizamiento	26
3.3.1 Totipotencia Celular	27
3.3.2 Principios del Enraizamiento	27
3.3.3 Estimulación del Enraizamiento	28
3.3.4 Factores que afectan el enraizamiento	28

3.4 Bioestimulantes en la Agricultura	29
3.4.1 Definición de Bioestimulante	29
3.4.2 Tipología de los Bioestimulantes	30
3.5 El Quitosano	31
3.5.1 Biopolímeros de Quitina	32
3.5.2 Fisiología del Quitosano	32
MATERIALES Y MÉTODOS	35
4.1 Materiales	35
4.1.1 Materiales Físicos	35
4.1.2 Materiales Biológicos	36
4.2 Métodos	36
4.2.1 Localización del área de estudio	36
4.2.2 Factores de estudio	38
4.2.3 Diseño Experimental	39
4.2.4 Procesamiento de Datos	39
4.2.5 Unidad Experimental	40
4.2.6 Parcelas Netas	41
4.3 Variables en Estudio	42
4.3.1 Variables Independientes	42
4.3.2 Variables Dependientes	42
4.4 Determinación del diseño agronómico del ensayo	43

4.4.1 Diseño de Parcelas	43
4.4.2 Preparación del Sustrato	43
4.4.3 Selección de estacas para la siembra	43
4.4.4 Tratamiento y siembra de estacas	44
CAPÍTULO V	45
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	45
5.1 Determinación de la dosis más efectiva de quitosano en el crecimiento radicular de patrones de rosas (<i>Natal brier</i>).	45
5.1.1 Prueba de normalidad y homogeneidad de la varianza	45
5.2 Análisis estadístico de las variables	47
5.2.1 Variables de campo	47
5.2.2 Variables de laboratorio	53
CONCLUSIONES	60
RECOMENDACIONES	61
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62
ANEXOS	76

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Producción nacional de rosas	24
Tabla 2: Tratamientos	38
Tabla 3: Esquema del ANOVA	40
Tabla 4: Prueba de supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas	46
Tabla 5: ANOVA de la variable días a la brotación de la yema foliar.	47
Tabla 6: ANOVA de la variable largo de la yema foliar	52
Tabla 7: ANOVA de la variable masa radicular (materia seca)	56
Tabla 8: ANOVA de la variable masa foliar (materia seca)	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Hectáreas sembradas (2014-2019)	24
Figura 2 : Mapa de la provincia del Carchi	37
Figura 3: Ubicación del sitio experimental – cantón San Pedro de Huaca	37
Figura 4: Delimitación de parcelas netas	41
Figura 5: Determinaciones de Grupos y Rangos de la variable días a la brotación de la yema foliar por cada tratamiento	49
Figura 6: Comparación múltiple de promedios de dosis de quitosano de la variable brotación de la yema foliar	50
Figura 7: Comparación múltiple de promedios de tiempo de quitosano de la variable brotación de la yema foliar	51
Figura 8: Comparación múltiple de promedios de Tukey al 5% de los tratamientos de la variable largo de la yema foliar.	53
Figura 9: Comparación múltiple de promedios de dosis de quitosano de la variable largo de la yema foliar.	54
Figura 10: Comparación múltiple de promedios del factor tiempo de inmersión mediante la prueba de Tukey al 5% de la variable largo de la yema foliar	55
Figura 11: Comparación múltiple de promedios de Tukey al 5% de los tratamientos de la variable masa radicular.	57
Figura 12: Comparación múltiple de promedios del factor dosis de inmersión mediante la prueba de Tukey al 5% de la variable masa radicular.	58
Figura 13: Comparación múltiple de promedios del factor tiempo de inmersión mediante la prueba de Tukey al 5% de la variable masa radicular.	59
Figura 14: Comparación múltiple de rangos de los tratamientos de la variable masa foliar	61
Figura 15: Comparación múltiple de promedios del factor dosis de inmersión mediante la prueba de Tukey al 5% de la variable masa foliar.	62
Figura 16: Comparación múltiple de promedios del factor tiempo de inmersión mediante la prueba de Tukey al 5% de la variable masa foliar.	63

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 : Temperatura y Humedad Relativa del Ensayo	76
Anexo 2 : Recopilación de datos	77
Anexo 3 : Mezcla de Sustrato	78
Anexo 4 : Asentamiento de Sitio Experimental	78
Anexo 5 : Recepción de Patrones	78
Anexo 6 : Desinfección de Patrones	79
Anexo 7 : Dosificación e inmersión de patrones en quitosano	79
Anexo 8 : Siembra de patrones	80
Anexo 9 : Riego	81
Anexo 10 : Primeros brotes	81
Anexo 11 : Recolección de Datos	82
Anexo 12 : Muestras para análisis en laboratorio	82

● RESUMEN

Esta investigación se realizó partiendo de la preocupación por la sostenibilidad y la productividad de las industrias básicas, como tema que ha llevado a cuestionarse si la generación de bienes provenientes de la agricultura merece ser comercializada, o si estos deben pasar por procesos de penalización debido a los problemas ambientales a los que se les asocia. En este sentido, se ha producido cultivos de manera constante, abusando del uso de gran cantidad de insumos sintéticos; lo que ha dejado una huella contaminante reflejada en una bio acumulación de sustancias nocivas. En función de esto, se identificó como problema central: ¿Qué dosis de quitosano y a que tiempo de inmersión resulta ser más eficiente en el enraizamiento de patrones de rosas *Natal brier*?, se determinó como objetivo principal la validación del efecto del quitosano como bioestimulante en el desarrollo del sistema radicular de estos patrones, en el cantón San Pedro de Huaca, provincia del Carchi; donde se plantearon las siguientes variables dependientes: Días a la brotación de la yema, Largo de la yema 60 días después de la siembra, Masa Foliar 60 días después de la siembra, Masa Radicular 60 días después de la siembra. Obteniendo como resultado respecto del tiempo de brotación de las yemas foliares, que el empleo de quitosano a diferentes dosis y tiempos de inmersión del material vegetal, no muestra un efecto bioestimulante en los procesos fisiológico de emisión foliar, así como también el tamaño de la yema foliar y la masa foliar y radicular en materia seca; razón por la cual no se encontró una relación bioestimulante del quitosano en una mejora de la producción de patrones de rosa.

Palabras clave: Insumos sintéticos, contaminantes, patrones, quitosano

- **ABSTRACT**

This research was carried out based on the concern for the sustainability and productivity of basic industries, as an issue that has led to the questioning of whether the generation of goods from agriculture deserves to be marketed, or if they should go through penalization processes due to associated environmental problems. In this sense, crops have been produced constantly, abusing the use of a large amount of synthetic inputs; which has left a polluting footprint reflected in a bio-accumulation of harmful substances. Based on this, the central problem was identified: What dose of chitosan and at what immersion time turns out to be more efficient in the rooting of Natal brier roses? the validation of the effect of chitosan as a biostimulant in development will continue as the main objective. of the root system of these rootstocks, in the San Pedro de Huaca canton, Carchi province; where it was proposed as dependent variable: Days to bud sprouting, Bud length 60 days after sowing, Foliar Mass 60 days after sowing, Root Mass 60 days after sowing. Obtaining as a result regarding the sprouting time of the leaf buds, that the use of chitosan at different doses and times of immersion of the plant material, does not show a biostimulant effect on the physiological processes of leaf emission, as well as the size of the bud. leaf and leaf and root mass in dry matter; reason for which a biostimulant relationship of chitosan in an improvement of the production of rose patterns was not found.

Keywords: Synthetic inputs, pollutants, rose patterns, chitosan

CAPÍTULO I

● INTRODUCCIÓN

Ecuador cuenta con ciertas ventajas en lo referente a sus exportaciones de materias primas debido a su diversidad, clima, suelo, causado por la ubicación en la que se encuentra; ha tenido una gran incidencia en la economía del país, además, en las últimas décadas los mercados internacionales se han vuelto mucho más exigentes en la adquisición de rosas limpias, donde el uso de químicos sea reducido (Aguirre, 2018). Es de gran importancia reconocer que la producción de rosas, además de la competitividad y calidad de este producto dentro del mercado internacional, en su producción, se debe conocer productos de origen orgánico que logren reemplazar a los químicos que se usan comúnmente (Peña, 2008).

Para dar cumplimiento con las necesidades del cultivo, fue necesario elaborar un plan de manejo, para tomar la decisión cómo, dónde y cuándo aplicaría programas de fertilización en determinadas situaciones, además, se tomó en cuenta si es rentable económicamente y si es compatible con la preservación de recursos naturales y con el medio ambiente. Desde la perspectiva agronómica, la eficiencia de los sistemas de aplicación de fertilizantes permite el suministro de nutrientes en cantidades adecuadas a las plantas durante las distintas etapas del ciclo: establecimiento, desarrollo vegetativo, floración y producción (Calvache, 2014).

En la producción florícola también existe el incremento de la demanda de químicos, los cuales al ser utilizados indiscriminadamente causan un acelerado daño en el ambiente, esto hace que se busque alternativas en el manejo (Peña, 2008). Por ende, se presenta una alternativa de enraizamiento de patrones, la cual se deriva al uso de biopolímeros, como el quitosano, donde sus aplicaciones presentan bio compatibilidad y bio degradabilidad, y se promueve como un producto de gran eficiencia y elevados rendimientos en el ámbito agrícola; este cuenta con propiedades que garantizan una efectividad práctica y económica, resultando ser superior a otros insumos de enraizamiento de uso común que hoy en día se encuentran en el mercado, lo que evita llegar a una producción sostenible de bajo impacto ambiental, bio compatible con tejidos de las plantas, con otras propiedades como las de acción antimicrobiana, entre otras

ventajas, que actualmente se han estudiado como derivadas del quitosano, así lo indica (Lárez Velásquez, 2008).

El quitosano es un biopolímero de gran interés desde el punto de vista industrial y científico debido a sus potenciales aplicaciones; por ende, esta investigación es oportuna, ya que presenta el uso de este principio viable para lograr sustituir a varios de los productos de síntesis y de importación, contribuyendo con una producción sostenible y limpia. En este sentido, se propiciaría la reducción de la dependencia de insumos importados; por eso, esta investigación está enfocada en el uso de este producto como bioestimulante en el enraizamiento de patrones de rosas *Natal brier* (López-Corona, y otros, 2020).

En el país, alrededor del 75% de la superficie total de producción de cultivo de rosas se dedica al cultivo de corte, debido a varios factores climáticos, los cuales favorecen este tipo de cultivo, entre los que destacan (intensidad de luz y temperatura), esto favorece a la obtención de una extensa gama de colores y a la vida útil de la misma, lo que llevado al Ecuador a destacarse dentro del ámbito de la floricultura a nivel mundial, convirtiendo a este sector en una significativa fuente de generación de empleos de varias de las provincias productoras y por ende de ingreso de divisas (Corporación Financiera Nacional, 2017). En nuestro país, debido a las condiciones agroecológicas y climáticas, existe la posibilidad de cultivar muchas variedades de flores, por eso, se considera que Ecuador es un lugar adecuado para el desarrollo de la floricultura; pues todas estas ventajas hacen que nuestro país sea competitivo en la producción de rosas, las cuales tienen una gran aceptación internacionalmente.

CAPÍTULO II

• OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Validar el efecto del quitosano como bioestimulante en el desarrollo del sistema radicular de patrones de rosas *Natal brier*, en el cantón San Pedro de Huaca, provincia del Carchi.

2.2 Objetivos Específicos

- Determinar la dosis más efectiva de quitosano en el crecimiento radicular de patrones de rosas (*Natal brier*).
- Evaluar la respuesta fisiológica de patrones de rosa ante la aplicación de quitosano.
- Valorar la variación en la cantidad de masa radicular presente en los patrones de rosa a partir de la adición de quitosano.

2.3 Hipótesis

- **Ho:** El uso de quitosano no estimula la inducción radicular de patrones de rosas (*Natal brier*)
- **Ha:** El uso de quitosano estimula la inducción radicular de patrones de rosas (*Natal brier*)

CAPÍTULO III

● ESTADO DEL ARTE

○ 3.1 Generalidades de la rosa

El cuerpo del rosal, se encuentra compuesto por dos partes; una parte aérea que consta de hojas, flores y tallo y una subterránea, la cual comprende la raíz. La rosa, al ser una planta angiosperma, es decir que posee flores, comprende dos etapas de desarrollo: La etapa vegetativa y la etapa reproductiva, donde la fase de crecimiento es indeterminada puesto que produce nuevos tejidos y brotes juveniles cada año (Salazar, 2017).

En el país, alrededor del 75% de la superficie total de producción de rosas, se dedica al cultivo de corte, esto es debido a varios factores climáticos; los cuales favorecen este tipo de actividad agrícola, entre los que destacan (intensidad de luz y temperatura); esto coadyuva a que los colores de las rosas tengan una alta intensidad y a la vida de florero. Esto ha llevado a que el Ecuador se destaque dentro del ámbito de la floricultura a nivel mundial, convirtiendo a este sector de la producción, en una significativa fuente de generación de empleos de varias de las provincias y por ende de ingreso de divisas (Corporación Financiera Nacional [CFN], 2017). En Ecuador, debido a las condiciones agroecológicas y climáticas, existe la posibilidad de cultivar muchas variedades de flores, por esto se considera que Ecuador es un lugar adecuado para el desarrollo de la floricultura; pues todas estas ventajas hacen del país un espacio competitivo en la producción de rosas, las cuales tienen una gran aceptación internacional (Portilla, 2018).

En base a los datos de la Asociación Nacional de Productores de Flores del Ecuador, (Expoflores, 2019), mencionan que: existe un incremento en la exportación de flores, especialmente de las rosas, pues depende de la capacidad de las empresas florícolas para que creen sus oportunidades, canales de distribución y comercialización, y, por ende, los mecanismos que usen para promocionar e incentivar el consumo en Estados Unidos y Europa, que vienen siendo los más grandes compradores a nivel mundial.

▪ **3.1.1 Origen de la Rosa**

La rosa, es una planta exótica cuyo origen, posiblemente, se haya dado en el Oriente Medio; donde sus principales centros se establecen en las zonas templadas y subtropicales del hemisferio norte, así lo indica Francisco, (2010). En estos lugares, históricamente, la rosa se consideraba un símbolo de belleza, tal es el caso de sirios, egipcios, griegos y romanos; alrededor de 200 especies botánicas de rosas son originarias de estos lugares; sin embargo, no se conoce la cantidad exacta y real debido a la existencia de poblaciones híbridas que se encuentran en estado silvestre (Fernández, 2020).

Pese a que los saberes sobre su cultivo se dieron miles de años atrás, su estudio científico inició en el siglo III A.C., donde Heródoto ya hacía menciones de Rosa Damascena; así también Teofrasto, realizó su primera descripción botánica, en la que se diferenciaba el color y tipo de flor (doble o sencilla). El comercio favoreció el intercambio de especies y la expansión del cultivo. Hoy en día, las variedades que se comercializan son híbridas, derivadas de las especies que han desaparecido. En tal sentido, para la flor de corte se utilizan tipos de híbridos de té, y en menor cantidad, los de *Floribunda* (Esparza, 2003).

3.1.2 Descripción Botánica y Fenológica de la Rosa

Como se mencionó previamente, hay aproximadamente 200 especies botánicas de rosas originarias del hemisferio norte; sin embargo, no se puede afirmar con exactitud esta cantidad debido a que existen varias especies en estado silvestre; estas presentan una gama de colores amplia, entre blanco, rojo, rosa, lavanda y amarilla, las cuales poseen diversas sombras y matices, y nacen en tallos verticales espinosos (Esparza, 2003).

Cabe indicar que el rosal, es una especie perenne, la cual tiene la capacidad de generar tallos florales con continuidad, presentando diferenciaciones en su calidad y cantidad, así como también, periodos de desarrollo que nacen de una yema (axilar), esta brota y se forma la base estructural para que la planta pueda formarse y de la posterior obtención de flores, logrando un que se forme un tallo listo para que pueda ser cosechado, según Zambrano, (2019). Por otro lado, se considera que el 50% del desarrollo fenológico es vegetativo y la siguiente mitad, de reproducción. El periodo vegetativo se divide en

dos etapas, la primera: la inducción del brote y la segunda: el desarrollo del tallo para flor, donde el promedio del ciclo del tallo floral suele ser de 10 a 11 semanas (Pallo, 2017).

Raíz

La rosa cuenta con una raíz profunda, pivotante y vigorosa; sin embargo, las plantas que provienen de estacas tienden a reducir esta característica, ya que el sistema radical de la rosa se vuelve pequeño proporcionalmente, por lo que su capacidad productiva es baja. En plantas injertadas, el sistema radical tiene un mejor desarrollo, esto permite que las plantas tengan una mayor calidad y producción (Yong, 2004).

Tallo

La Rosa presenta un crecimiento erecto o sarmentoso con ramas lignificadas que presentan un color verde con manchas rojizas; aunque si los tallos son jóvenes, se muestran de color marrón y con espinas (Pallo, 2017). Termina en una flor, siempre y cuando no haya ocurrido un aborto floral. El ápice vegetativo de un tallo joven va a desplegar cierto número de hojas, para posteriormente, mostrar miembros de la flor, así termina su desarrollo; aunque también podría darse el crecimiento de una flor terminal (Weyler y Kusery, 2001).

Hoja

Estas pueden ser caducas o perennes, compuestas, pecioladas y con folíolos de margen aserrado; generalmente presentan glándulas anexas sobre los márgenes, las cuales pueden o no ser odoríferas (Yong, 2004).

Flor

Existen flores de diversas formas y diferentes características debido a la elevada cantidad de hibridaciones; son completas, con 5 pétalos y perigonios, donde el cálamo presenta bordes protuberantes en torno del gineceo, por ende, hace que tenga la forma de copa o tasa (Weyler y Kusery, 2001).

Fruto

Estos son secos, monospermos, duros e indehiscentes; suelen mostrarse al final del ciclo de apertura de la flor (planta o florero) (Álvarez, 1980).

3.1.3 Evolución de la Rosa

El apogeo del comercio, en sus inicios gracias al pueblo árabe, favoreció el intercambio de especies propias y la expansión del cultivo por todo el mundo. En el siglo XV, se catalogaron cuatro variantes (*R. alba*, *R. moschata*, *R. damascena*, *R. gallica*), a las que se sumaron rosas de origen chino. Estos cruzamientos con otras variantes de Medio Oriente, América y Europa, dieron lugar a la aparición de las rosas modernas (Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 2020).

Esta evolución ha dado lugar a muchas hibridaciones de la especie; el creciente interés sobre las aplicaciones industriales ha acrecentado sus porcentajes (farmacéuticos, ornamentales, elaboración de cosméticos, alimentos, entre otros) (Mondaca, 2019). En este punto es importante recalcar, que el productor debe tener la necesidad de innovar y diversificar técnicas de obtención de flores, ya que no solamente se debe mejorar la calidad y producción, sino que se debe desarrollar variedades resistentes a enfermedades y más competitivas; por ende, se vuelve imprescindible desarrollar investigaciones sobre las características genéticas de la rosa (Sonnino y Ruane, 2013).

○ 3.2 Situación de la rosa como ornamental en el Ecuador

El sector de plantas ornamentales, especialmente del rosal, es un sector con una elevada tecnificación que busca obtener un producto de alto valor; este además cuenta con manejos y protocolos agronómicos avanzados y completos, donde se ejecutan técnicas integradas con programas de bio estimulación y fertilización (Alcántara, et al., 2019). Las rosas, suelen ser el mayor atractivo de las floristerías, por tal motivo se erigen como el producto mejor vendido; también suelen ser abundantes los rosales en los jardines, donde dan un toque de distinción único (Ruíz, 2009).

▪ 3.2.1 Datos relevantes del Cultivo de la Rosa

La geografía del Ecuador es la causa principal para el desarrollo de la industria florícola; pues el país cuenta variedad de microclimas, ideales para la producción masiva de rosas de calidad. El cultivo de flores es de gran importancia para la economía local, ya que representa el 8,6% del PIB total (Expoflores, 2019).

- **3.2.1.1 Evolución del área sembrada en Ecuador**

En las Tablas 1 y en la figura 1 es posible apreciar datos estratégicos para comprender la importancia de la producción de rosas para el país, en este caso se evidencia información del año 2016 y 2014-2019 respectivamente.

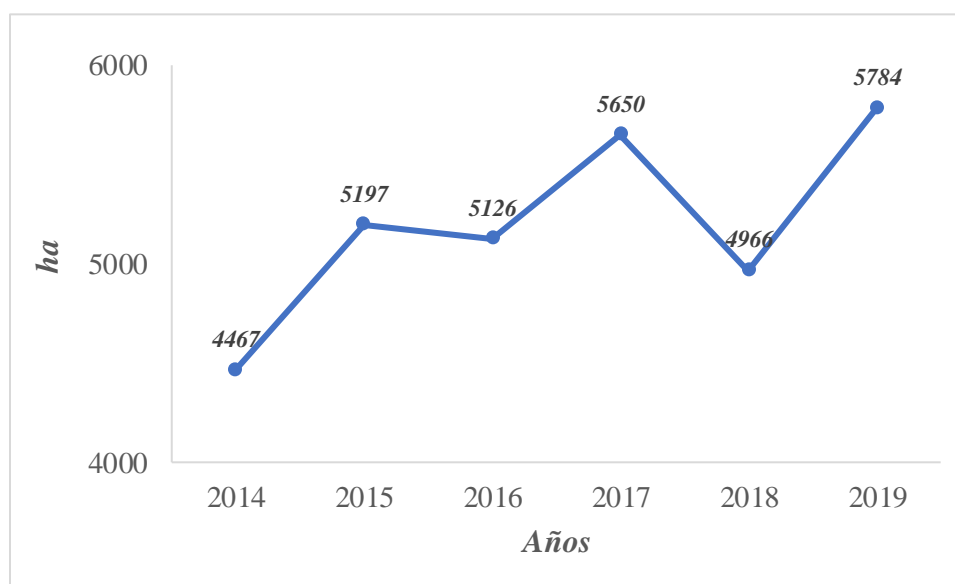
Tabla 1

Producción nacional de rosas

Año	Especie	Superficie Cosechada (ha)	Producción (tallos)	Rendimiento (tallos ha ⁻¹)	Porcentaje Nacional
2016	Rosa	5126	3804852741	742265	68%

Figura 1

Hectáreas sembradas (2014-2019)



Nota: La figura demuestra las hectáreas sembradas de rosas de los años 2014 al 2019. Adaptado de (CFN, 2017)

En base a los datos, se puede observar que en el año 2019 se tuvo un considerable incremento de hectáreas sembradas en territorio ecuatoriano (CFN, 2017).

- **3.2.1.2 Agroecología para el cultivo de rosa**
- **Agua**

La eficiencia en la aplicación de agua en el rosal bajo invernadero implica determinar la cantidad adecuada y momentos de aplicación, con el objetivo de lograr compensar el déficit de humedad del suelo y la evaporación; por otro lado, si existe una deficiente preparación del suelo, se induce a que la planta tenga una insuficiente absorción de nutrientes. No obstante, se ha comprobado que se debe proporcionar 25 mm de agua a la semana, bajo condiciones de invernadero (Arévalo et al., 2013). A pesar de esto, la lámina de riego es variable, ya que va a depender del comportamiento del clima que haya dentro del invernadero (Yong, 2004).

- **Temperatura**

En el cultivo del rosa, viene a ser un factor de gran importancia en la producción del rosal, tiene una gran influencia, por lo que puede llegar a causar afecciones en la fisiología de la planta y en su metabolismo celular. El rosal va a soportar una temperatura máxima de 26°C para realizar la fotosíntesis; si existen temperaturas más altas los procesos se van a detener, incluso pueden provocar su muerte; de allí, la importancia de controlar las condiciones dentro del invernadero (Flores, 2015).

- **Humedad**

Según Pérez, (1991), el porcentaje de humedad ambiental no debe disminuir del 75%, si esto llega a ocurrir se adoptarían medidas para que no suceda. No obstante, la humedad relativa (HR) que se recomienda para el rosal oscila entre el 60- 80%; si no sobrepasa el 60% y existen altas temperaturas, los tallos suelen volverse más delgados y los botones pequeños.

- **Luz**

La producción del rosal es adecuada en verano, donde existen intensidades elevadas y periodo de duración de luz/día; es todo lo opuesto en invierno, donde el periodo de horas luz disminuye, y, por ende, la intensidad va a reducir. Cabe mencionar que la luz es de gran importancia para el rosal, ya que los nuevos brotes tienen la capacidad de sintetizar los azúcares necesarios para su adecuado desarrollo, por ende, el rosal es un cultivo con alta exigencia de luminosidad (Vargas, 2010).

pH

Según Tipanta (2008), el rosal se desarrolla de mejor manera en suelos donde predomina la acidez, pero se recomienda que estos cuenten con un pH: 6,0 a 6,5; no obstante, Padilla, (2007), menciona que existe un mayor aprovechamiento para la mayoría de los nutrientes suele ocurrir en rangos de 6,5 a 7,5.

- **3.2.1.3 Patrones de Rosas**
- *Natal Brier*

Este patrón es relativamente nuevo, de gran vigorosidad a comparación de *Manetti* y *Canina*; últimamente está siendo usado en Holanda debido a su excelente producción en invierno, sin embargo, no es compatible con todas las variedades; un ejemplo es *Natal brier + Escada*, donde existe una mayor susceptibilidad al ennegrecimiento de los pétalos (Kester, 1997).

- *Manetti*

Pertenece a la familia de las *noisettes*, este tipo de patrón se destaca por su facilidad para ser propagada por esqueje, por su resistencia y por su adaptabilidad para ser injertada; a pesar de esto, un punto negativo es que puede producir chupones. Es importante reconocer que *Manetti*, es un híbrido que no tiene la capacidad de generar semillas, por ende, su propagación siempre será por esqueje; tiende a florecer varias semanas más tarde que otro tipo de rosales y sus flores poseen un moderado aroma dulce (Kester, 1997).

3.3 Fisiología del Enraizamiento

En la reproducción asexual, una planta se multiplica partiendo de estructuras vegetativas de la misma, las cuales se regeneran a base de segmentos de sus órganos, estacas, esquejes, acodos, raíces y brotes adventicios. (Ramírez, 2014). Específicamente para la rosa, existen reportes que mencionan, que el porcentaje de enraizamiento de estacas de rosal asciende cuando hay mayores niveles de luminosidad. Entre los factores

exógenos, el sustrato y el medio de propagación afectan la capacidad del enraizamiento, ya que esta depende de sus propiedades físicas y químicas (Mondaca, 2019).

La formación de raíces es un proceso morfo genético que implica factores externos e internos, como la identidad genética, adquisición de competencia para empezar la formación y desarrollo de primordios y la reprogramación genética; por otro lado, la falta de conocimientos sobre estos factores restringe las posibilidades de propagación sobre su cambio (Gutiérrez, 1995). Todos los factores que componen este sistema, en conjunto con otros propios de naturaleza ambiental y endógena, hacen posible el enraizamiento; es decir que la ausencia de uno de ellos, lo impediría (Castillo et al., 2013).

3.3.1 Totipotencia Celular

Es la capacidad que posee una célula para dar origen a todos los tipos de células diferenciadas que van a cumplir una función en algún organismo dado, así como también, la regeneración de estos (Lackie, 1989). Por otro lado, también se puede definir como la capacidad que tiene una célula individual de expresar su genoma en totalidad, obtenido de las células donde surgió su división. (Rueda, 2019)

▪ 3.3.2 Principios del Enraizamiento

La propagación asexual o vegetativa, por medio de enraizamiento de varetas de tallo, es el método más común de cultivos florícolas; esto permite multiplicar y adquirir plantas de buena calidad comercial y homogéneas a la vez, en un tiempo relativamente corto (Sisaro y Hagiwara, 2016).

El enraizamiento se encuentra también determinado por la condición del esqueje y su edad, se ve favorecido por las características del medio en donde va a enraizar, el uso de sustancias estimulantes (fitohormonas o reguladores de crecimiento) y el tiempo de corte; donde mientras más sano y joven sea, las posibilidades de enraizamiento son mayores. (Garay, 2017)

3.3.3 Estimulación del Enraizamiento

El enraizamiento de patrones es posible porque varias células vegetales maduras, en determinados medios y por el estímulo de algunos factores, regresan a una condición meristemática, y así desarrollan un punto de crecimiento nuevo (Mondaca, 2019). El efecto estimulante de las hormonas en el enraizamiento de patrones se descubrió en 1935, cuando fue posible conocer técnicas de propagación nuevas; se tuvo la oportunidad de encontrar a el ácido indol acético (AIA) y el ácido indol butírico (AIB), ambos producidos de forma natural por las plantas y que estimulan la aparición de raíces (Rosero et al., 2017).

3.3.4 Factores que afectan el enraizamiento

Edad

La edad de la estaca influye significativamente en las variables de desarrollo, puesto a que las más jóvenes muestran mayor supervivencia, número de hojas nuevas y enraizamiento (Molina, 2016).

Clima

Los cambios bruscos de temperatura generan que las plantas reaccionen de manera más sensible, lo que hace que se debiliten varias actividades de desarrollo y generalmente produce menos biomasa y una disminución de sustancias importantes como las proteínas (Bellet, 2018).

Tipo de Sustrato

La eficiencia de la propagación por estacas depende de la combinación de factores exógenos y endógenos; entre los factores exógenos el sustrato o medio de propagación, interfiere en la capacidad de enraizamiento, lo que depende de sus propiedades físicas y químicas principalmente (Cárdenas y López, 2011).

Los mismos autores mencionan que la diferencia principal entre los sustratos es la capacidad de retención del agua, por consecuencia, su relación agua: aire ya que depende de esto el abastecimiento de oxígeno necesario para la respiración.

3.4 Bio estimulantes en la Agricultura

Según Valverde (2019), las plantas no cuentan con la capacidad de movimiento, por lo que cumplen sus actividades en función de lo que perciben en su ambiente; estos componentes -que se identifican como bio estimulantes- tienen la capacidad de modificar la fisiología de las plantas para incrementar el rendimiento de los cultivos al elevar su potencial genético. Los bio estimulantes actúan y se usan desde la germinación de la semilla hasta la maduración del fruto. Es importante reconocer cuáles son los adecuados para cada fase de desarrollo y las varias vías de aplicación: foliar, riego (la plata activa su metabolismo inmediatamente y asimila los nutrientes de mejor manera) y tratamiento de la semilla (Benavides, 2021).

Es por ello por lo que Espinosa (2015), menciona que actualmente la agricultura requiere balancear su producción con un máximo de seguridad para el consumidor final; los productores, el medio ambiente y los bio estimulantes se manejan bajo estas directrices, siendo un verdadero reto el maximizar beneficios para que el agricultor logre aumentar la producción con recursos más eficientes.

▪ 3.4.1 Definición de Bioestimulante

Saborío (2002), define a los bio estimulantes como microorganismos y/o sustancias que cuando se aplican a la rizosfera o a las plantas cumplen la función de estimular los procesos naturales para mejorar y beneficiar la absorción de nutrientes, por lo tanto, elevan la calidad del cultivo independientemente del contenido existente de nutrientes.

El efecto de los bio estimulantes en las plantas es resultado de cómo influyen en el metabolismo de las mismas. Así, logran estimular la síntesis de hormas de origen natural, por ende, aumentan su actividad, estimulan el enraizamiento, mejoran la

absorción de nutrientes y contribuyen a mejorar la calidad y productividad de la planta (Yakhin et al., 2017).

▪ **3.4.2 Tipología de los Bio estimulantes**

● **3.4.2.1 Origen Mineral**

Los bio estimulantes minerales se originan en fuentes naturales y se utilizan como un complemento al aporte de materiales orgánicos en los cultivos; sin embargo, son de menor interés, puesto que con un adecuado manejo del suelo y los aportes de materia orgánica no son tan necesarios (Gonzálvez, 2008).

Varios bio estimulantes de origen mineral están compuestos de micronutrientes, los cuales son incorporados a los cultivos con el fin de acrecentar los beneficios y suplir deficiencias de estos en el periodo de enraizamiento y desarrollo de la planta (Samudio, 2020).

● **3.4.2.2 Origen Vegetal**

Los bio estimulantes de origen vegetal tienden a mejorar la eficiencia en la utilización de los nutrientes en razón de que actúan sobre procesos específicos en el metabolismo de los cultivos, factor que ayuda a que las plantas tengan vigorosidad y en consecuencia a generar un mayor rendimiento de todo el cultivo (García, 2015).

Un ejemplo es el extracto de plantas y algas que constituye un gran aporte de materia orgánica y además es un método muy antiguo en la historia de la agricultura; sin embargo, su catalogación como bioestimulante es muy reciente. Por otro lado, se encuentran las mezclas de péptidos y aminoácidos, los cuales se obtienen partiendo de la hidrólisis enzimática de las proteínas de procedencia de productos de la agroindustria vegetal (residuos de los cultivos) (Reyes, 2011).

● **3.4.2.3 Origen Animal**

Los bio estimulantes de origen animal son los hidrolizados de proteínas que resultan de una mezcla de aminoácidos, oligo péptidos y polipéptidos; se obtienen a partir de la hidrólisis química o enzimática de las proteínas (tejidos epiteliales, colágeno, entre otros.) (López, 2015).

Dichos compuestos pueden ser sustancias puras o mezclas, que es lo más común. Además, otras moléculas nitrogenadas que también se consideran bio estimulantes de procedencia animal, incluyen betaínas, aminoácidos no proteicos, poliaminas; las cuales regulan el intercambio hídrico de las células y mejorar la resistencia de las plantas en situaciones de sequía (Pautasso, 2021).

- **3.4.2.4 Origen Microbiano**

La tierra también depende de los organismos que habitan en ella y que hacen que la fertilidad natural sea posible; entre ellos hay la existencia de las micorrizas que son un tipo de hongos los cuales rodean a las raíces de la planta y las penetra de manera intracelular para que se logre formar un sistema de interconexión subterránea entre las raíces (López et al., 2018). Dicha red, permite el flujo de nutrientes hacia las plantas y entre las raíces que se encuentran interconectadas, por ende, se establece una unión bajo el suelo y de esta manera los beneficios son un adecuado funcionamiento y la sobrevivencia (Noda, 2009).

Varios inoculantes microbianos tienen la capacidad de modificar y sintetizar el nivel hormonal en las plantas, las cuales regulan una gran cantidad de procesos fisiológicos, los cuales se derivan del crecimiento; además, los hongos micorrízicos logran mejorar la nutrición (especialmente del fósforo) y absorción del agua (Pautasso, 2021).

3.5 El Quitosano

El uso de estos bio estimulantes en la agricultura ecuatoriana se avizora con un horizonte prometedor a corto y mediano plazo. Existen registros de efectividad y producción en la región costera del país y, por otro lado, diversas organizaciones empresariales procesan, producen y comercializan quitina y quitosano, constituyendo un paso de gran importancia para dar inicio a que se garantice el abastecimiento local de este tipo de productos (Lárez, 2008).

Se ha demostrado que este biopolímero tiene diferentes actividades biológicas que resultan ser prometedoras, en ellas se incluye la actividad microbiana, hemostática y antitumoral y la aceleración de curación de laceraciones. (Chen y Chih-Yu, 2007) Las características antibacterianas y fúngicas de origen natural del quitosano y sus derivados,

han dado cabida a su utilización como desinfectante, ya que cuenta con mayor actividad antibacteriana, menor toxicidad y amplio espectro (Scheda et al., 2005).

▪ **3.5.1 Biopolímeros de Quitina**

La primordial fuente de quitina son los esqueletos externos de los crustáceos (camarón, cangrejo, entre otros) que poseen una elevada agrupación de este elemento. Según (Rocha, 2008), el quitosano es un biopolímero biodegradable de origen no perjudicial, semipermeable, bio compatible y con sobresalientes cualidades.

Todas aquellas características que posee el quitosano -igualmente su carga positiva- le otorgan factibles y permitidas aplicaciones en numerosos campos por las variadas cualidades biológicas que se le atribuyen como antioxidante, antimicrobiana, anti fúngica, antiinflamatoria, entre otros (Ramírez et al., 2010).

▪ **3.5.2 Fisiología del Quitosano**

● **3.5.2.1 Quitosano como Fertilizante**

El uso y aplicación de quitosano evidencia consecuencias positivas en el desarrollo de las plantas, sea en la estimulación de la emergencia de los patrones y esquejes, como también en el crecimiento de raíces, hojas y retoños. En diversas situaciones se demuestra la estimulación de la emergencia de las semillas que se han sometido a un tratamiento con el quitosano y han logrado elevar los porcentajes de germinación, alcanzando niveles que demandan la certificación del cultivo (Bhaskara et al., 1999).

Pese al adecuado manejo agronómico del cultivo de rosas en los invernaderos y predios no existe la posibilidad de conseguir botones que posean un mayor tamaño y que sean de otros colores que aquellos que ya son definidos para cada variedad; por lo tanto, para poder conseguir colores más intensos y mejorar la calidad del botón floral, se debe usar algunos productos que garanticen una significativa presencia de masa radicular que además estimula el crecimiento de la planta y permite alcanzar la armonía tallo (Costales, 2018).

● **3.5.2.2 Quitosano como Bioestimulante**

El quitosano ya se ha manipulado como un bioestimulante en diversos prototipos como en los cultivos de maíz (Hidalgo et al., 2016), el tabaco (Gómez et al., 2007), el arroz (Colina, 2017) y la orquídea (Zambrano, 2019). Este mecanismo ha logrado el mejoramiento de la evolución de germinación y emergencia de la planta, así como el enraizamiento, la productividad de masa foliar, elevados rendimientos en la cosecha, adsorción de macro y micronutrientes; por tanto, tiende también a estimular mecanismos de defensa y formación de barreras físicas de las plantas (Morin-Crini et al., 2019).

Sus particulares mecanismos de acción le permiten que actúe como regulador de crecimiento, mejorando el vigor de las plantas y, por ende, su rendimiento. Por otro lado, mejora el desarrollo y crecimiento de microorganismos benéficos, los cuales tienen una relación simbiótica con las plantas; a su vez, incrementa la actividad microbiana en el suelo y mejora la disposición de nutrientes y la absorción de estos (Reyes, 2019).

- **3.5.2.3 Quitosano como inductor de defensa de la planta**

Anteriormente se comprobó que el quitosano es un inductor de defensa de las plantas, hace que estas se sensibilicen para que puedan responder con mayor rapidez al ataque de patógenos (Pearce y Ride, 1982). Por otro lado, el uso de este bioestimulante para el recubrimiento de frutas y vegetales ha sido ensayado desde varios años atrás y se ha demostrado que posee excelentes propiedades fungicidas y bactericidas, gran capacidad de formar películas (preservación de productos en los cambios de atmósferas) y baja toxicidad para el consumo (El-Ghaouth, 1994).

Según Costales-Menéndez et al., (2020), el quitosano se encuentra inmiscuido en una alta variedad de respuestas que se vinculan a la defensa de varios sistemas de la planta, como: expresión de genes, proteínas de resistencia, inducción de fitoalexinas, lignificación de la pared celular, entre otros.

- **3.5.2.4 Quitosano como enraizante**

Para relacionar al quitosano como un enraizante hay que destacar la mejora de esta actividad mediante la bio estimulación. Ciertamente las raíces de las plantas no son visibles, pero no por ello son menos importantes; al contrario, este órgano es clave para la absorción de nutrientes e incide directamente en el rendimiento del cultivo (Alcántara et al., 2019).

Está demostrado que al aplicar quitosano en esquejes se estimula el crecimiento de la raíz y el constante desarrollo de raicillas nuevas, lo que se asegura un sistema radicular de mayor eficiencia; así como también se fortalece la vigorosidad y lignificación de las plantas por medio del mecanismo SAR (Resistencia Sistémica Adquirida). Generalmente la eficiencia del efecto bio estimulador del quitosano obedece a las características de ese polímero y a su composición (Molina, 2017).

- **3.5.2.5 Quitosano en el enraizamiento de varetas**

Es de gran importancia conocer los métodos de propagación de esquejes puesto que radica en la posibilidad de obtener y manejar un cultivo de importancia nacional y mundial. El quitosano tiene un efecto directo estimulador en el enraizamiento de esquejes y resulta excepcionalmente activo como generador de raíces y raicillas, menciona López (2019); no obstante, la respuesta del cultivo ante este producto dependerá ampliamente de la concentración, del tiempo de aplicación y de la procedencia del esqueje.

Por otra parte, el quitosano garantiza efectividad para el desarrollo radicular de esquejes, y también, la efectividad práctica y económica en comparación a otros insumos tradicionales. Es importante mencionar que una vez que se haya usado en los esquejes, permite una potencial estimulación, crecimiento y desarrollo de la raíz, y a su vez activa mecanismos de defensa de la misma (López et al., 2019). En general la eficiencia del quitosano es gracias a su conformación y a la característica de este polímero, ya que una vez que el esqueje entra en contacto con este producto, tiende a sentir que se encuentra con la presencia de algún patógeno, inmediatamente inicia el desarrollo de todos sus mecanismos de defensa, lo que produce que tenga la raíz un significativo desarrollo, por ende, le permitirá absorber mayormente los nutrientes, haciendo que tengan mayor fortaleza y vigor (Colina, 2017).

CAPÍTULO IV

● MATERIALES Y MÉTODOS

○ 4.1 Materiales

▪ 4.1.1 Materiales Físicos

Equipos

- Termo higrómetro
- Calibrador
- Flexómetro
- Balanza digital
- Computador
- Cámara fotográfica
- Invernadero

Herramientas

- Tijera de injertar
- Regadera 2l
- Azadones
- Baldes plásticos

Materiales para trabajos de campo

- Tarrinas plásticas
- Tinas
- Jeringas para dosificación de productos
- Fundas de polietileno de 4x5

- Marcador permanente
- Etiquetas
- Cuadros de madera
- Cinta impermeable para rótulos

Insumos

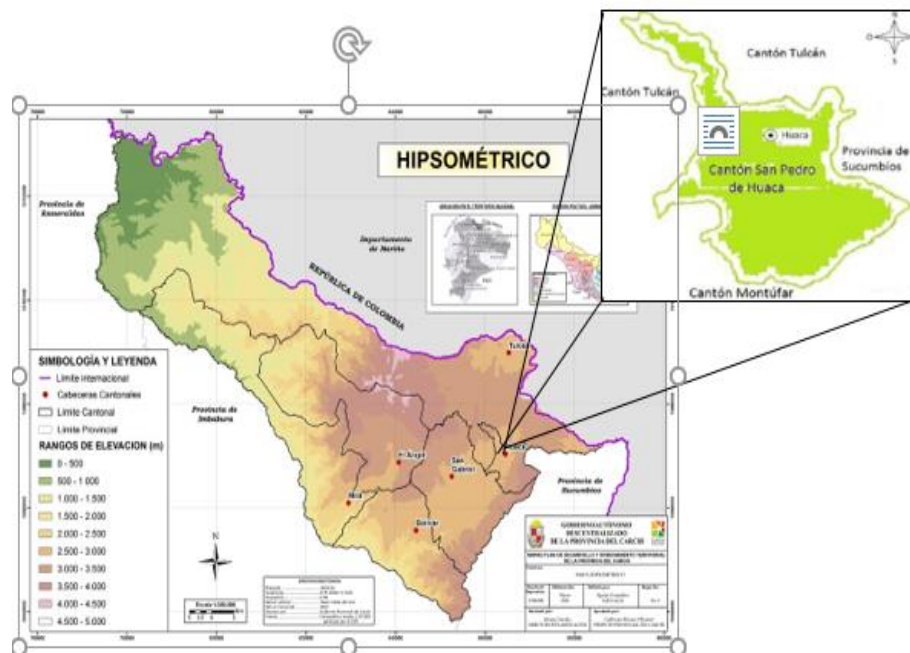
- Agua para riego
 - Humus
 - Pomina
 - Cuaderno de notas
 - Esfero
- **4.1.2 Materiales Biológicos**
 - Patrones de rosas *Natal brier*
- **4.2 Métodos**
 - **4.2.1 Localización del área de estudio**

El presente trabajo de investigación se realizó en la finca experimental “San Francisco”, cantón San Pedro de Huaca, provincia del Carchi. La zona de estudio se encuentra a una altitud de 2980 m s.n.m. en las coordenadas 0° 37’ 7” latitud norte y 77° 45’13” longitud Oeste; con una temperatura que varía de 8 °C a 18 °C (GAD San Pedro de Huaca, 2014).

En este sitio se desarrolló la investigación a fin de obtener fundamentos fisiológicos de la estimulación radicular mediante el uso de sustancias naturales (quitosano) en patrones de rosas *Natal brier*. En la Figura 2 y 3 se visualiza gráficamente el lugar de estudio.

Figura 2

Mapa de la provincia del Carchi



Nota: Ubicación de la provincia donde se realizó la presente investigación. Tomado de (PDOT Carchi, 2019)

Figura 3

Ubicación del sitio experimental – cantón San Pedro de Huaca



Nota: Ubicación exacta de donde se realizó el ensayo de la presente investigación. (Google Earth, 2022)

▪ 4.2.2 Factores de estudio

Los factores en estudio se establecen de acuerdo con las investigaciones realizadas por Peña, et al., (2014)

Factor A: Dosis de quitosano

Las dosis y los tiempos de inmersión se establecieron con base a investigaciones realizadas por González et al., (2017).

A1: 1000 mg l⁻¹

A2: 2000 mg l⁻¹

A3: 3000 mg l⁻¹

Factor B: Tiempo de inmersión

B1: 8 horas

B2: 16 horas

B3: 24 horas

Los tratamientos establecidos se muestran en la tabla 2.

Tabla 2

Tratamientos

Tratamiento	Simbología	Descripción
T1	A1B1	1000 mg l ⁻¹ + 8 horas de inmersión
T2	A1B2	1000 mg l ⁻¹ + 16 horas de inmersión
T3	A1B3	1000 mg l ⁻¹ + 24 horas de inmersión
T4	A2B1	2000 mg l ⁻¹ + 8 horas de inmersión
T5	A2B2	2000 mg l ⁻¹ + 16 horas de inmersión
T6	A2B3	2000 mg l ⁻¹ + 24 horas de inmersión
T7	A3B1	3000 mg l ⁻¹ + 8 horas de inmersión
T8	A3B2	3000 mg l ⁻¹ + 16 horas de inmersión
T9	A3B3	3000 mg l ⁻¹ + 24 horas de inmersión
T10	Testigo convencional	(ANA+AIB 2000 mg l ⁻¹)
T11	Testigo absoluto	

▪ **4.2.3 Diseño Experimental**

La investigación fue de tipo experimental y cuantitativa, donde se medirán diferentes variables que se asocian a la inducción radicular en los patrones de rosas *Natal brier*.

Para el análisis de los fundamentos fisiológicos sobre la estimulación radicular, mediante el uso de sustancias naturales (quitosano), se establecieron datos sostenibles y repetibles tomando en cuenta una medición que sea controlada y orientada a obtención de resultados sólidos y el desarrollo de una metodología cuantitativa acorde al planteamiento de la investigación, en el contexto del compendio y análisis de los datos recopilados.

Esta investigación se realizó en un invernadero y se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) en arreglo factorial $A \times B + 2$, con un total de once tratamientos y cuatro repeticiones. Se verificaron los resultados a los 60 días después de la siembra (DDS), a fin de evidenciar la masa alcanzada en la parte foliar y radicular, con la asistencia de una balanza y, una vez que se han cortado las raíces, se pesaron y llevaron a la estufa para determinar el peso seco (Vega & Voltolina, 2007).

▪ **4.2.4 Procesamiento de Datos**

Los datos que se obtuvieron de la investigación se procesaron y tabularon por medio del programa XLSTAT 2022.1.2 (identificador: 64705f73-0950-4081-b421-05509a27c1bb), a continuación se procedió a determinar la normalidad de los datos mediante la prueba estadística *Shapiro - Wilk*, el análisis de varianza (ANOVA) y, al no presentar significancia entre cada tratamiento se procedió a realizar las comparaciones de promedios, de la misma forma al presentar significancia entre cada tratamiento se realizó la prueba de *Tukey al 5%*.

En la Tabla 3 se expone el detalle de este esquema

Tabla 3

Esquema del ANOVA

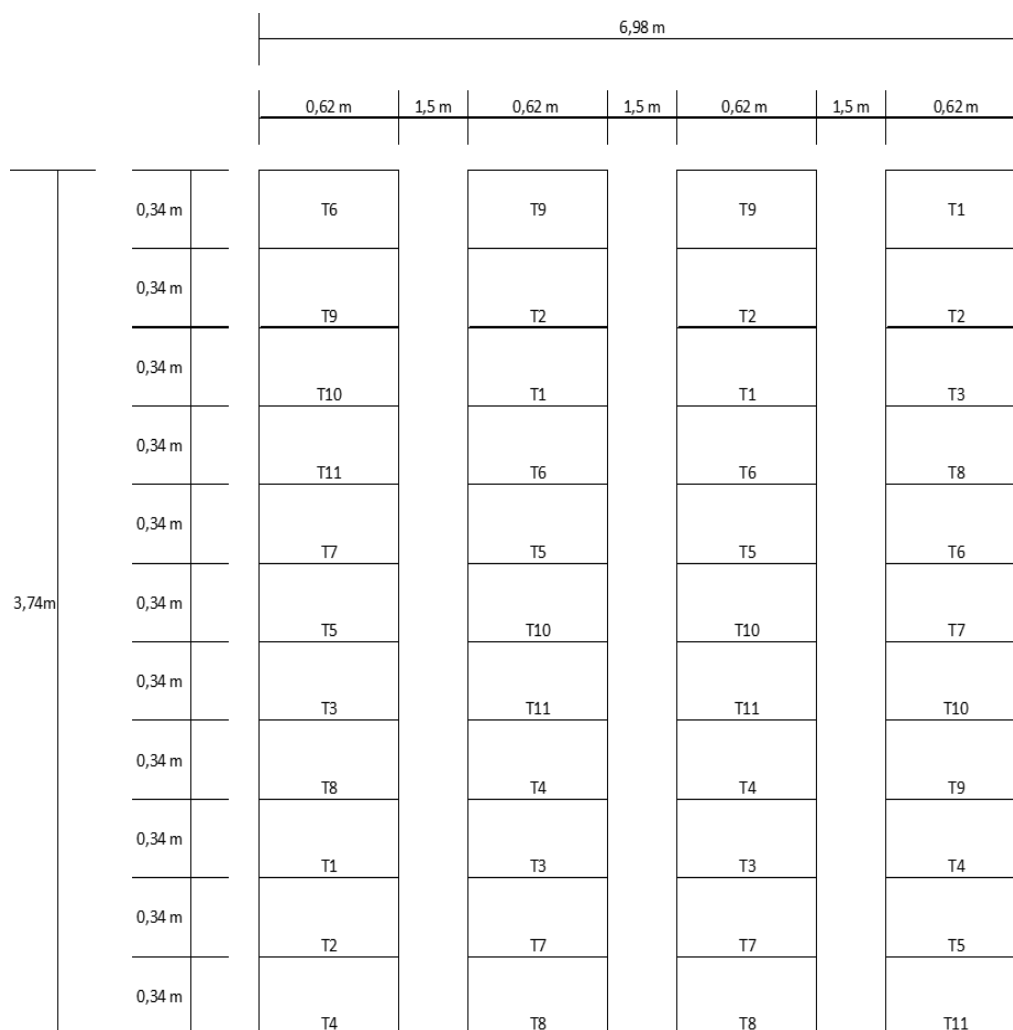
FV	GL
<i>Total</i>	43
<i>Tratamientos</i>	10
<i>Bloques</i>	3
<i>Factor A (Dosis)</i>	2
<i>Factor B (Tiempo de inmersión)</i>	2
<i>Interacción AXB</i>	4
<i>T1 vs T2</i>	1
<i>T1-T2 vs resto</i>	1
<i>Error experimental</i>	30

▪ 4.2.5 Unidad Experimental

Se contó con 44 unidades experimentales, cada una con 50 baretas de rosa *Natal brier* con 5 yemas activas para la fase de inmersión; en la fase de enraizamiento se utilizó una funda de 4 x 5 pulgadas y como sustrato pomina y vermicompost en la siguiente proporción: 2 sacos de pomina por 1 saco de vermicompost (Lucero, 2013). En la siguiente figura podemos evidenciar la distribución del ensayo.

Figura 4

Delimitación de parcelas netas



▪ **4.2.6 Parcelas Netas**

La parcela neta fue de 0,34 m de largo y 0,62 m de ancho, con un área total de 0,21 m²; cada bloque cuenta con once tratamientos, se dejó caminos de 1,50 m entre bloques para la toma de datos y el manejo del cultivo, donde el área total del experimento fue de 26,10m².

- **4.3 Variables en Estudio**

- **4.3.1 Variables Independientes**

Esta investigación se realizó usando diferentes dosis y tiempos de inmersión en patrones de rosas *Natal brier*.

- **4.3.2 Variables Dependientes**

- **Días a la brotación de la yema**

Según lo establecen Avendaño et al., (1992), a los 60 días posteriores de realizado el proceso de siembra de los patrones, se tomó datos de las varetas de rosas que iniciaron el crecimiento de una yema, efectuando la lectura visual de toda la parcela.

- **Largo de la yema 60 días después de la siembra**

A los 60 días posteriores de realizado el proceso de siembra de los patrones, con un calibrador pie de rey, se determinó el diámetro del brote, efectuando la medición de las varetas en toda la parcela. (Cevallos, 2021)

- **Masa Foliar 60 días después de la siembra**

A los 60 días posteriores de realizado el proceso de siembra de los patrones con ayuda de una balanza se procede a tomar 20 muestras de patrones al azar de cada sitio y se pesa la masa foliar en fresco; posterior, con ayuda de una estufa se deseca las muestras para obtener el valor del peso seco. (Cevallos, 2021)

- **Masa Radicular 60 días después de la siembra**

A los 60 días posteriores de realizado el proceso de siembra de los patrones con ayuda de una balanza se procede a tomar 20 muestras al azar de cada sitio y se pesa la raíz en fresco; posterior, con ayuda de un horno se deseca las muestras para obtener el valor del peso seco. (Cevallos, 2021)

○ **4.4 Determinación del diseño agronómico del ensayo**

Previo a la ejecución del ensayo se realizó una visita de campo para determinar el área de trabajo. La preparación del área del ensayo inició con la nivelación del terreno, adecuando para dar las condiciones óptimas para el desarrollo de los plantines.

▪ **4.4.1 Diseño de Parcelas**

Para el diseño se utilizó cuadros de madera y piola, con el fin de delimitar las unidades experimentales y caminos, cada parcela experimental se constituyó de 550 varetas, dando un total de 2200 varetas sembradas; posterior, se rotuló cada parcela neta para su identificación.

▪ **4.4.2 Preparación del Sustrato**

Para la preparación del sustrato, se tomó en cuenta las indicaciones dadas por (Carvalho et al., 2016), por ende, para la preparación se emplearon los siguientes materiales:

- 225 kg de vermicompost.
- 450 kg de cascajo piedra pomina.

Estos dos materiales se mezclaron de forma manual con ayuda de un azadón y pala; posterior se desinfectó con Propamocarb Clorhidrato, con una concentración de 2 cc l⁻¹. A las 24 horas de este proceso se colocó el sustrato en las 2200 fundas de polietileno perforadas, material preparado que fue llevado a las parcelas del experimento y se humedecieron con agua, hasta lograr el punto capacidad de campo.

▪ **4.4.3 Selección de estacas para la siembra**

Las estacas para la siembra provienen de la variedad *natal-brier*, en la actualidad es la variedad más utilizada en las patroneras, ya que presenta resistencia a las variaciones del clima, al ataque de plagas y enfermedades, y, además, tienen una tasa alta de enraizamiento.

Para la selección de las estacas (Sisaro & Hagiwara, 2016) sugieren que se tome en cuenta los siguientes elementos referenciales:

- Presencia de 2 o más yemas vegetativas
- Plantas vigorosas
- Plantas sanas
- Menores a 2 años de vida vegetativa
- 15 a 20 cm de longitud
- Diámetro mínimo de 6 mm

Donde se consideró que las yemas inferiores fueron las encargadas de estimular a la estaca sembrada para que logre formar la raíz.

▪ **4.4.4 Tratamiento y siembra de estacas**

Cortadas y seleccionadas las estacas, se hidrató y desinfectó en una tina con agua mezclada con *Propamocarb* con una concentración de 2 cc l⁻¹ durante 30 minutos; posterior, se pasaron las estacas a las tarrinas plásticas con quitosano, luego de haber pasado los tiempos de inmersión detallados con anterioridad, se procedió a sembrar en las fundas de polietileno llenas de sustrato.

- **CAPÍTULO V**

- **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

5.1 Determinación de la dosis más efectiva de quitosano en el crecimiento radicular de patrones de rosas (*Natal brier*).

5.1.1 Prueba de normalidad y homogeneidad de la varianza

Una vez procesados los datos se procedió a la realización de la prueba de Normalidad de *Shapiro-Wilk*, obteniendo valores de (*p-value* >0,05) de las variables dependientes; para las variables que presentaron valores de *p-value* <0,05, los datos se transformaron por medio de raíz cuadrada ($\sqrt{}$), de acuerdo con los datos mostrados en la tabla 4.

Tabla 4*Pruebas de supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas*

<i>Variable</i>	<i>Observaciones</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación estandar</i>	<i>Shapiro test</i>	<i>p valor</i>	<i>p valor transformación raíz de X (\sqrt{X})</i>	<i>Levene test homogeneidad de varianza</i>
<i>Variables de campo</i>							
<i>Días a la brotación de la yema</i>	44	30,13	2,13	0,94	0,022	0,052	0,556
<i>Largo de la yema</i>	44	16,51	1,08	0,96	0,151		0,630
<i>Variables de laboratorio</i>							
<i>Masa radicular seca</i>	44	0,83	0,32	0,96	0,197		0,211
<i>Masa foliar seca</i>	44	0,93	0,40	0,98	0,700		0,440

Nota. Shapiro-Wilk test p -value $>0,05$: los datos provienen de distribución normal; p -value $<0,05$: los datos no provienen de distribución normal

5.2 Análisis estadístico de las variables

A continuación, se presentan los análisis estadísticos de cada una de las variables determinadas.

5.2.1 Variables de campo

- **Días a la brotación de la yema foliar**

Luego del análisis de varianza (ANOVA), se observa la existencia de diferencias altamente significativas, para los tratamientos; factor de estudio B (tiempo de inmersión del material vegetal o varetas) y testigo 1 y 2 vs el resto, también se presenta diferencia significativa para la interacción de los factores A (dosis de quitosano) y B (tiempo de inmersión), no se encuentra diferencia significativa para los bloques, factor A (dosis de quitosano) y diferencia entre testigos. El coeficiente de variación en esta variable es de 2,29%, lo que determina la dispersión existente entre los datos, respecto del valor promedio de 30,13 días (tabla 5).

Tabla 5

ANOVA de la variable días a la brotación de la yema foliar.

<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>CM</i>	<i>F. cal</i>	
<i>Total</i>	43	0,036		
<i>Tratamientos</i>	10	0,106	6,74	**
<i>Bloques</i>	3	0,009	0,58	ns
<i>Factor A (dosis de Quitosano)</i>	2	0,046	2,95	ns
<i>Factor B (tiempo de inmersión)</i>	2	0,205	13,03	**
<i>Interacción AxB</i>	4	0,046	2,95	*
<i>Testigo 1vsTestigo 2</i>	1	0,014	0,88	ns
<i>Testigo 1-Testigo 2vs resto</i>	1	0,357	22,72	**
<i>Error experimental</i>	30	0,016		

CV 2,29 %

Promedio 5,49*-* días

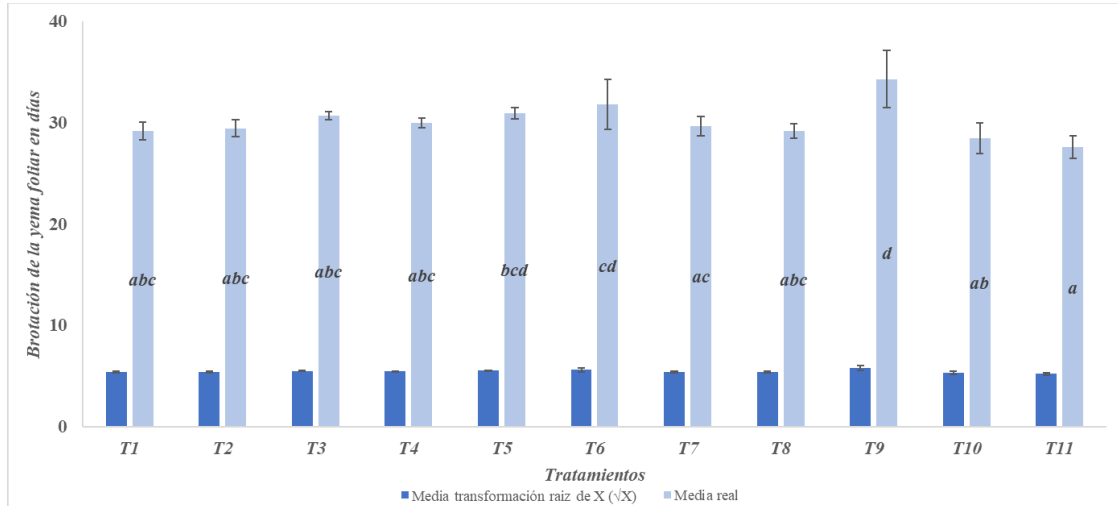
Nota: F.V: Fuentes de variación, GL: Grados de libertad, CM: Cuadrados medios, F cal: valor F calculado, CV: Coeficiente de variación, p-valor (0,05): valor alfa con 95% de confiabilidad, p-valor (0,01): valor alfa con 99% de confiabilidad, *: Diferencia significativa, **: Diferencia altamente significativa, ns: no existe diferencia significativa. *-* los datos del promedio en esta variable provienen de datos transformados.

Por su parte la prueba de comparación múltiple de promedios por medio de Tukey al 5%; (figura 5) se observa la existencia de seis rangos o grupos de significancia de la variable días a la brotación de la yema foliar. El tratamiento de menor tiempo para alcanzar la brotación de la yema foliar es el tratamiento testigo absoluto en el que no se aplica ningún tipo de bioestimulante con 27,61 días en promedio; seguido del tratamiento testigo convencional en el que se emplean inductores de brotación comerciales con 28,50 días. Respecto de los tratamientos en estudio, el menor tiempo de brotación de las yemas foliares, se pudo alcanzar con la dosis de 1000 mg l⁻¹ y 3000 mg l⁻¹ de quitosano, con un tiempo de inmersión de 8 y 16 horas respectivamente. El tratamiento con menor eficiencia en la brotación de las yemas foliares se presentó con la utilización de quitosano a 3000 mg l⁻¹ y 24 horas de inmersión, pues la brotación se verifica a los 34,33 días en promedio; de acuerdo con la investigación realizada por Chullca et al., (2020) este tipo de efecto puede suscitarse por la baja concentración de hormonas de crecimiento endógenas de quitosano en las yemas foliares ya que el lugar de síntesis es en las raíces por tanto la adición exógena de quitosano a manera de bioestimulante no muestra ningún tipo de efecto en el desarrollo de yemas foliares, además Rodríguez et al., (2001) demuestra como la influencia del quitosano en cultivos para consumo masivo puede llegar a no acelerar ni fomentar el desarrollo de los frutos ni de flores, más sin embargo en su investigación obtuvo como resultado que el efecto del quitosano es más evidente en las zonas aplicadas de las plantas mas no en toda la estructura vegetal.

De los resultados mostrados, se puede establecer que el quitosano, no siempre puede desempeñar una función bioestimulante, para este caso de la rosa, el mejor tratamiento en el tiempo de inducción de yemas foliares se alcanza sin la aplicación de ningún tipo de bioestimulante (quitosano) o las combinaciones de bio estimulantes hormonales comerciales (ANA+AIB 2000 mg l⁻¹).

Figura 5

Comparación múltiple de promedios de Tukey al 5% de los tratamientos de la variable días a la brotación de la yema foliar.

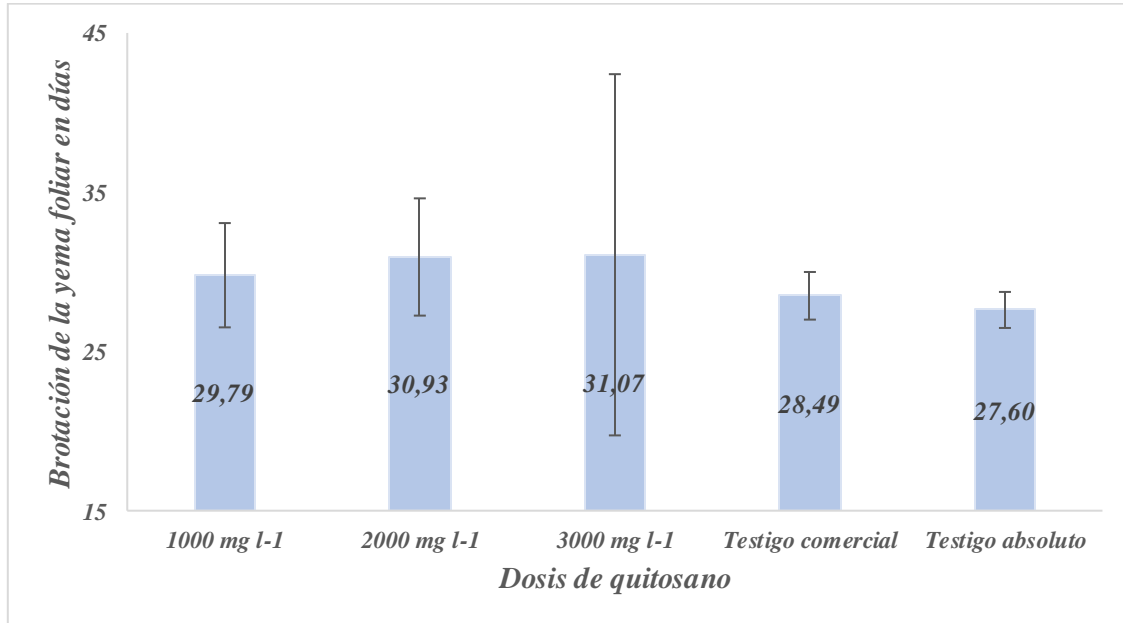


Nota: el mejor tratamiento es el T11 (testigo absoluto) con 27,61 días, tratamiento 10 (testigo comercial ANA+AIB 2000 mg l⁻¹) con 28,50 días; seguido del Tratamiento 1 (1000 mg l⁻¹ + 8 horas de inmersión) con 29,19 días.

El ordenamiento de promedios del factor de estudio concentraciones de quitosano (figura 6) se observa que las concentraciones de 1000 mg l⁻¹; induce en 29,79 días en promedio la brotación de yemas foliares, Reyes et al., (2019) demostró que la respuesta de plantas de tomate frente a la aplicación de quitosano no demuestra ser influenciadas en cuanto al desarrollo de las plantas tanto en flores como en frutos.

Figura 6

Comparación múltiple de promedios de dosis de quitosano de la variable brotación de la yema foliar.



Nota: la concentración de quitosano con menores tiempos a la brotación de las yemas foliares 1000 mg l⁻¹, comparado con el testigo absoluto que induce la brotación de la yema foliar en 27,6 días en promedio.

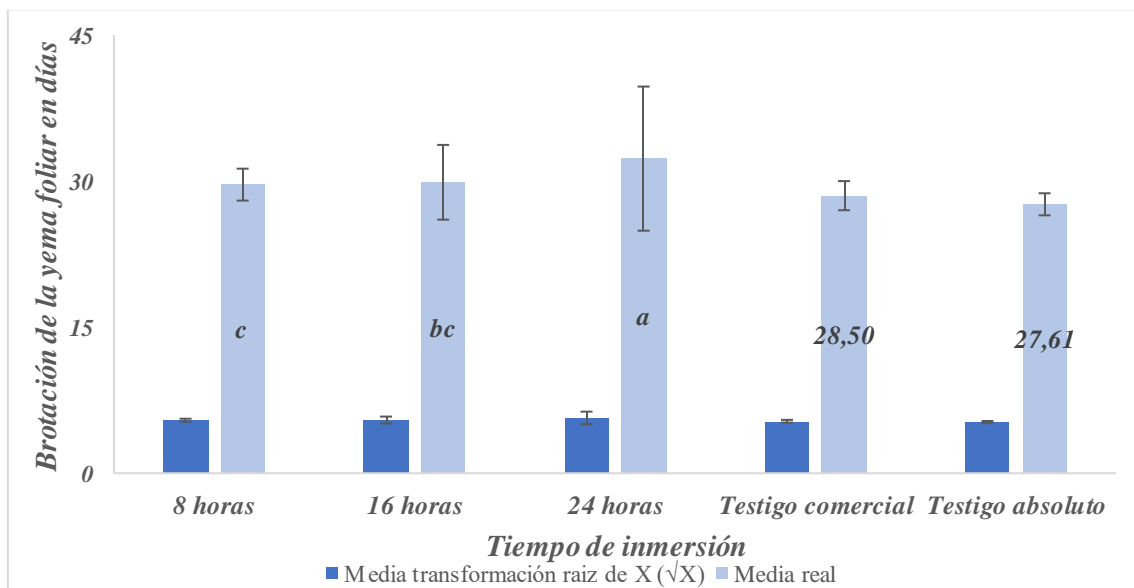
En la investigación realizada por Azcón y Talón (2003) el efecto de la forma de aplicación del quitosano ha sido demostrado en la estimulación del crecimiento de arroz (*Oryza sativa L.*) y del rendimiento de flores y cormos de fresa (*Fragaria sp.*). Mientras que, en rosas según Costales et al., (2018) la adición de quitosano durante el proceso de brotación de yemas foliares no demuestra diferencias significativas en comparación con el uso de otro tipo de bio estimulantes e incluso en comparación con cultivos sin bio estimulantes puede llegar a generar menor producción de frutos y flores; razón por la cual no hubo interacción de los factores: dosis (1000 mg l⁻¹ y 3000 mg l⁻¹) y días a la brotación de la yema foliar.

La comparación de promedios mediante la prueba de Tukey al 5%, (figura 7); del factor de estudio tiempo de inmersión en solución de quitosano; se observa tres rangos de significancia, el menor tiempo de brotación de las yemas foliares se verificó con una inmersión de las varetas de 8 horas, con 29,62 días; seguido de la inmersión de 16 horas

con 29,86 días. El mayor tiempo requerido para la emisión de yemas foliares se presentó con la inmersión de las varetas de rosa en soluciones de quitosano por 24 horas, requiriendo de hasta 32,29 día en promedio para la producción de yemas foliares.

Figura 7

Comparación múltiple de promedios de Tukey al 5% del factor en estudio tiempo de inmersión en solución de quitosano de la variable brotación de la yema foliar.



Nota: El menor tiempo requerido para la producción de yemas foliares, en los tratamientos experimentales se presentó con la inmersión de varetas de rosa en quitosano de 8 horas, con 29,62 días, para la brotación de la yema foliar; seguido de la inmersión de 16 horas con 29,86 días y el mayor tiempo requerido para la brotación con una inmersión de 24 horas con 32,29 días. Los resultados se comparan con los valores de los testigos, siendo menores que los experimentales.

Tal y como se indicó anteriormente, de acuerdo con Costales, et al., (2020) este efecto puede ser originado debido a la baja concentración de hormonas de crecimiento endógenas que se presentan en las yemas foliares, por lo cual la acción exógena de la aplicación de quitosano no impulsa la aceleración del desarrollo de yemas laterales.

- **Largo de la yema**

Una vez realizado el análisis de varianza (ANOVA) tabla 6, se observa la existencia de diferencias altamente significativas, para los tratamientos; factor B (tiempo de inmersión) y Testigo 1 y 2 vs el resto. No existe diferencia significativa, para bloques, factor A (dosis de quitosano), e interacción A x B, así como Testigo 1 vs Testigo 2. El coeficiente de variación para esta variable muestra un 4,56%, de dispersión de los datos, con respecto al valor del promedio de 16,51 cm.

Tabla 6

ANOVA de la variable largo de la yema foliar

<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>CM</i>	<i>F. cal</i>
<i>Total</i>	43	1,158	
<i>Tratamientos</i>	10	2,791	4,92 **
<i>Bloques</i>	3	1,620	2,85 Ns
<i>Factor A (dosis de Quitosano)</i>	2	0,977	1,72 Ns
<i>Factor B (tiempo de inmersión)</i>	2	5,069	8,93 **
<i>Interacción AxB</i>	4	1,168	2,06 Ns
<i>Testigo 1vsTestigo 2</i>	1	0,030	0,05 Ns
<i>Testigo 1-Testigo2vs resto</i>	1	11,112	19,58 **
<i>Error experimental</i>	30	0,568	

CV 4,56 %
Promedio 16,51 cm

Nota: F.V: Fuentes de variación, GL: Grados de libertad, CM: Cuadrados medios, F cal: valor F calculado, CV: Coeficiente de variación, p-valor (0,05): valor alfa con 95% de confiabilidad, p-valor (0,01): valor alfa con 99% de confiabilidad, *: Diferencia significativa, **: Diferencia altamente significativa, ns: no existe diferencia significativa.

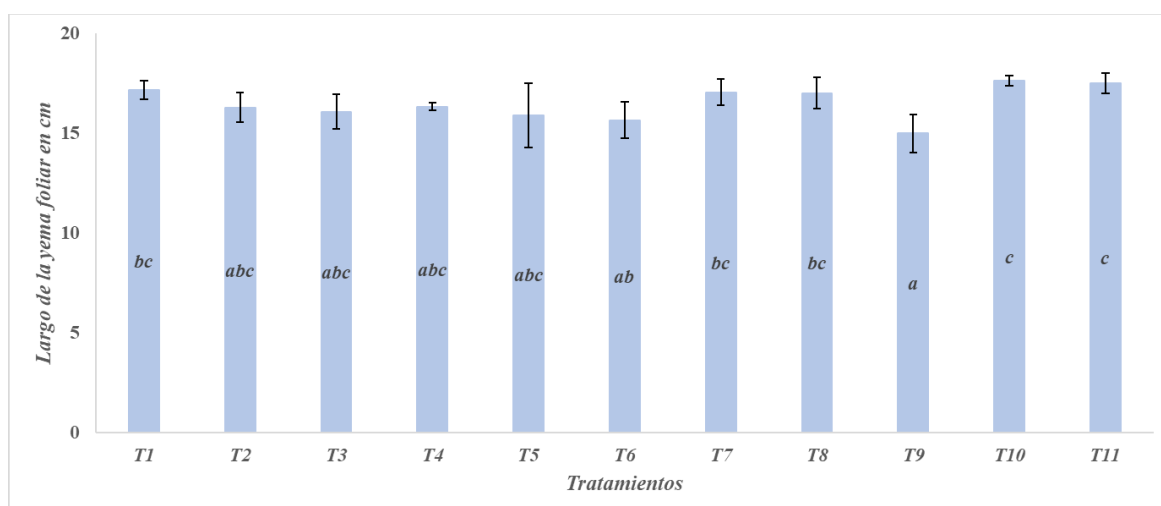
Al comparar mediante la prueba de Tukey al 5% (figura 8), los tratamientos en la variable indicada, se observa la existencia de 5 rangos de significancia. El tratamiento que indujo a un mayor crecimiento de la yema foliar, lo constituye el testigo comercial (T10) con un promedio de 17,64 cm seguido del testigo absoluto (T11), con un promedio de 17,51 cm. Los tratamientos experimentales de quitosano (T1) a una dosis de 1000 mg

1⁻¹ y 8 horas de inmersión, muestran un promedio de 17,16 cm. El tratamiento que presentó un menor crecimiento fue el constituido por la dosis de 3000 mg l⁻¹ de quitosano y un tiempo de inmersión de 24 horas con un promedio de crecimiento de 14,98 cm.

Varias investigaciones sobre la aplicación de quitosano en cultivos de productos de consumo masivo, Gonzales (2014) en su investigación sobre la influencia de un polímero quitosano en el crecimiento y actividad de enzimas defensivas de tomate obtuvo como resultado que la adición de este polímero no mostro mayor producción en cuanto a yemas foliares es decir no es recomendable su uso en cuanto a la producción de flores y frutos.

Figura 8

Comparación múltiple de promedios de Tukey al 5% de los tratamientos de la variable largo de la yema foliar.

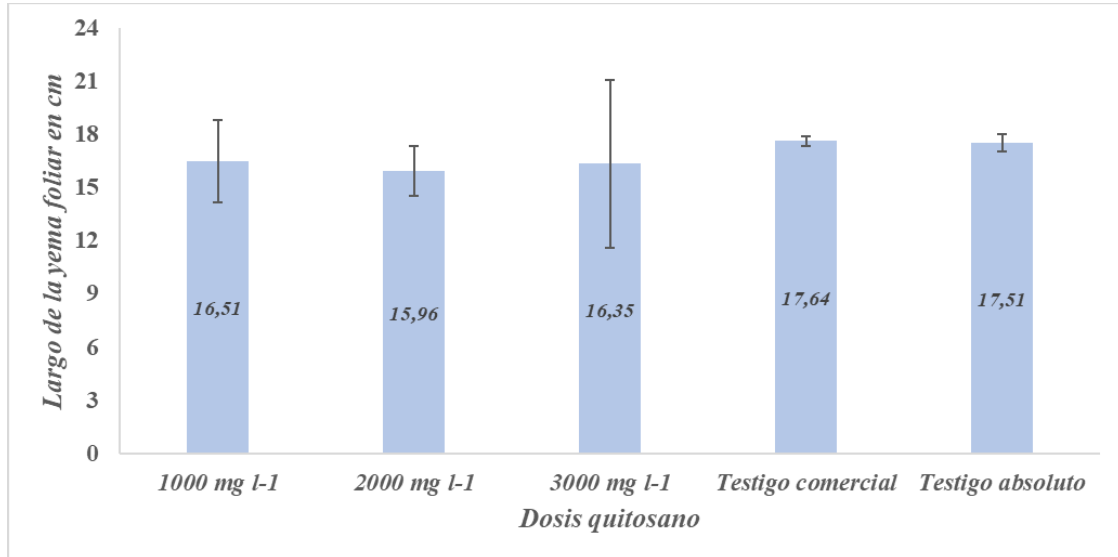


Nota: El tratamiento con mayor crecimiento de la yema foliar es el tratamiento testigo comercial (T10) con 17,64 cm, seguido del testigo absoluto (T11), con 17,51 cm.

En la figura 9, se muestra la comparación de promedios del factor de estudio dosis de quitosano, indicando que existe una diferencia de apenas 0,55 cm en promedio entre la dosis de 2000 mg l⁻¹ y 1000 mg l⁻¹. Corroborando con lo mencionado por Pincay-Manzana et al., 2021, en lo cual obtuvieron resultados similares mediante la aspersión de quitosano a plantas de tomate, a diferentes dosis, a 1000 mg l⁻¹ se presentó la mayor longitud del tallo.

Figura 9

Comparación múltiple de promedios de dosis de quitosano de la variable largo de la yema foliar.



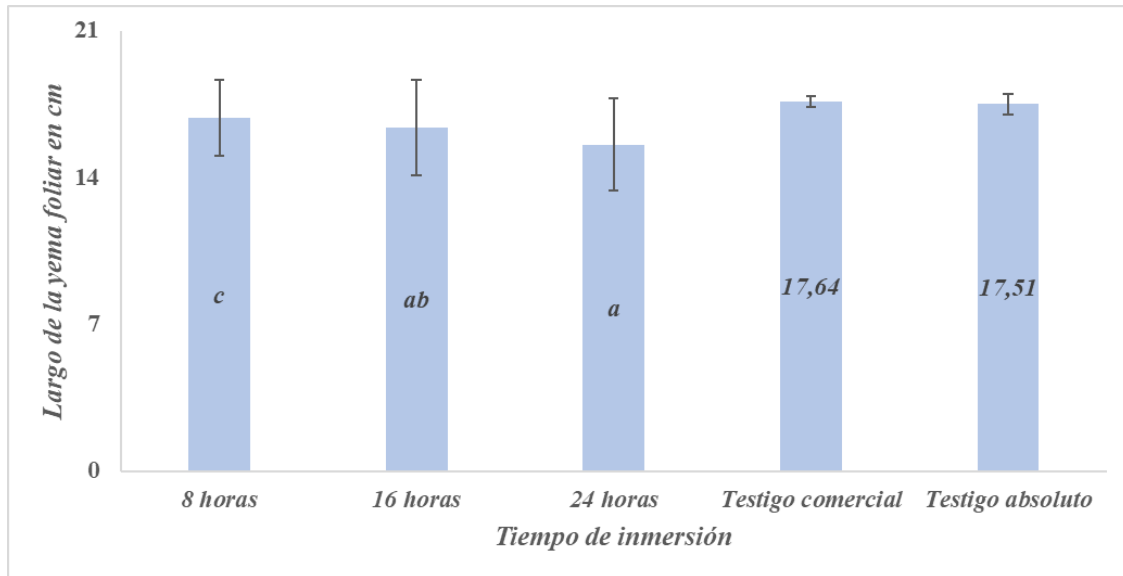
Nota: Existe una diferencia de apenas 0,55 cm en promedio entre la dosis de 2000 mg l⁻¹ y 1000 mg l⁻¹

De acuerdo con la investigación de Robles (2022) la utilización de quitosano no presenta efectos en el metabolismo de las auxinas y fitohormonas que promueven la elongación celular de los tallos es decir el crecimiento longitudinal, además, Bautista (2019) obtuvo como resultado que las dosis superiores a los 1000 mg l⁻¹ tampoco muestran variación en el metabolismo de plantas de producción bajo invernadero.

En la figura 10, se presenta la diferencia encontrada en la prueba de Tukey al 5% para el factor de estudio del tiempo de inmersión en las dosis de quitosano. El menor tiempo requerido para la determinación del largo de yemas foliares, se presentó con la inmersión de varetas de rosa en quitosano de 8 horas, con 16,84 cm, seguido de la inmersión de 16 horas con 16,39 cm. El menor crecimiento de yemas foliares se presentó con la inmersión de las varetas de rosa en soluciones de quitosano por 24 horas, presentando un largo en promedio de 15,90 cm.

Figura 10

Comparación múltiple de promedios del factor tiempo de inmersión mediante la prueba de Tukey al 5% de la variable largo de la yema foliar



Nota: El menor tiempo para la determinación del largo de yemas foliare fue la inmersión de varetas de rosa en quitosano de 8 horas, con 16,84 cm, seguido de la inmersión de 16 horas con 16,39 cm.

Cómo se indicó previamente, para corroborar con lo antes mencionado en términos generales, la aplicación de quitosano no pudo demostrar efectos positivos en el crecimiento de las plantas, particularmente en partes de la planta como raíces, retoños y hojas, según los datos obtenidos en la investigación de Holguín (2019) la adición de quitosano en plantas no genera un efecto positivo puesto que el desarrollo radicular, de yemas y hojas no presento diferencias superiores con respecto al uso de quitosano como un bio estimulante.

5.2.2 Variables de laboratorio

- **Masa radicular (materia seca)**

Luego de realizar el análisis de varianza (ANOVA) tabla 7, se observa la existencia de diferencias altamente significativas, para los tratamientos; factor de estudio A (dosis de quitosano) y testigo 1 y 2 vs el resto. Así también se presenta diferencia no significativa para la interacción de los factores AxB (dosis de quitosano x tiempo de inmersión), así también diferencia no significativa para los bloques, factor B (tiempo de inmersión) y testigo 1 vs testigo 2; el coeficiente de variación en esta variable es de 25,62 %, lo que determina la dispersión existente entre los datos, respecto del valor promedio de 0,83 gramos de la materia seca radicular.

Tabla 7

ANOVA de la variable masa radicular (materia seca)

<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>CM</i>	<i>F. cal</i>
<i>Total</i>	43	0,104	
<i>Tratamientos</i>	10	0,292	6,48 **
<i>Bloques</i>	3	0,072	1,61 ns
<i>Factor A (dosis de Quitosano)</i>	2	0,470	10,46 **
<i>Factor B (tiempo de inmersión)</i>	2	0,113	2,50 ns
<i>Interacción AxB</i>	4	0,102	2,26 ns
<i>Testigo 1vsTestigo 2</i>	1	0,061	1,36 ns
<i>Testigo 1-Testigo 2vs resto</i>	1	1,282	28,49 **
<i>Error experimental</i>	30	0,045	

CV 25,62%

Promedio 0,83 g

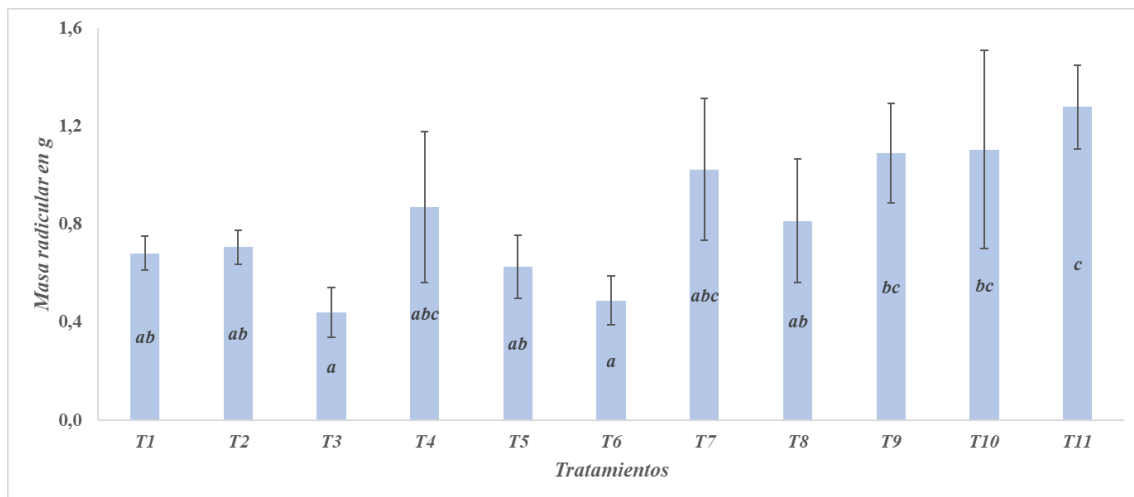
Nota: F.V: Fuentes de variación, GL: Grados de libertad, CM: Cuadrados medios, F cal: valor F calculado, CV: Coeficiente de variación, p-valor (0,05): valor alfa con 95% de confiabilidad, p-valor (0,01): valor alfa con 99% de confiabilidad, *: Diferencia significativa, **: Diferencia altamente significativa, ns: no existe diferencia significativa.

En la Figura 11 podemos observar que la, muestra la Comparación múltiple de promedios de Tukey al 5% de los tratamientos de la variable masa radicular se verifica la existencia de cinco grupos de significancia; el tratamiento en el cual se utiliza de quitosano a razón de 1000 mg l⁻¹, con un tiempo de inmersión de las varetas de rosa de 24 horas, produce el menor valor de materia seca radicular de 0,44 g planta⁻¹; el

tratamiento testigo absoluto (sin uso de bioestimulante), produjo la mayor cantidad de materia seca radicular con 1,28 g.

Figura 11

Comparación múltiple de promedios de Tukey al 5% de los tratamientos de la variable masa radicular.



Nota: El menor valor de materia seca radicular es 0,44 g planta⁻¹, en el tratamiento de quitosano a 1000 mg l⁻¹ y 24 horas de inmersión.

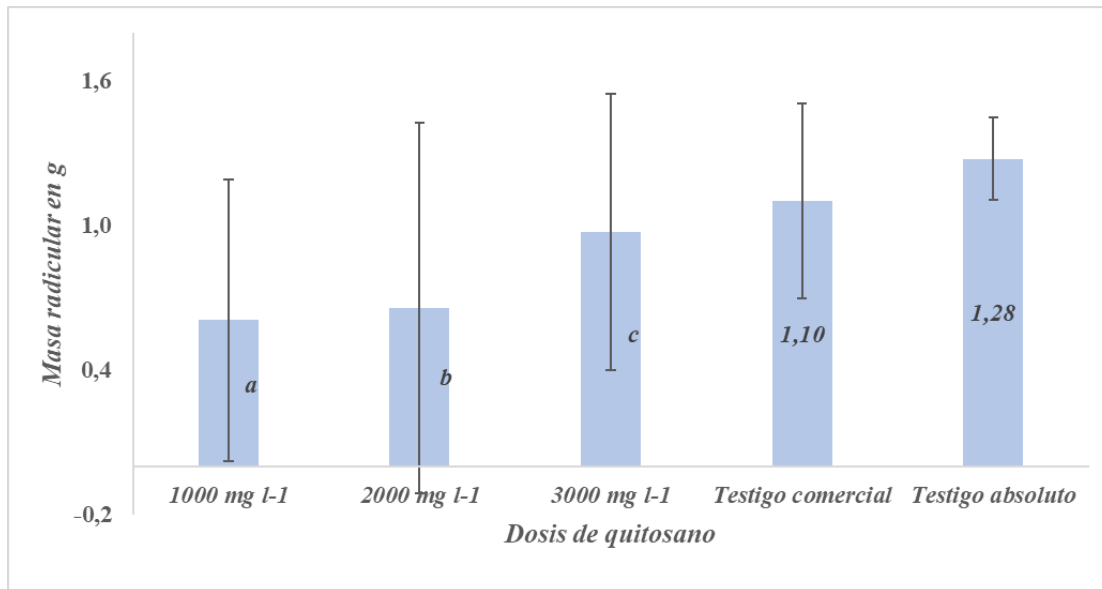
Costales (2019) menciona en su investigación que la respuesta de las plantas a la bio estimulación con bio estimulantes indistintamente su nombre comercial o compuesto dependen de varios factores como la frecuencia, dosis y hora de aplicación del producto en función de la fenología del cultivo, de igual manera Zúñiga (2020) en su investigación tubo como resultado un mejor promedio de masa radicular en el tratamiento testigo es decir el que no se sometió a ningún bio estimulante en relación con los tratamientos que si usaron bio estimulantes.

En la Figura 12, se presentan los resultados de la Prueba de Tukey al 5 % para comparación de los promedios de dosis de quitosano de la variable masa radicular, en la misma se aprecia que existen diferencias significativas entre la dosis de 1000 mg l⁻¹ y el resto de dosis, ubicándose en primer lugar a la dosis de 1000 mg l⁻¹. Según la investigación realizada por Rodríguez (2001) la aplicación de quitosano de forma

periódica o no en plantas no llega a demostrar cambios significativos favorables en la producción de cultivos bajo invernadero.

Figura 12

Comparación múltiple de promedios del factor dosis de quitosano mediante la prueba de Tukey al 5% de la variable masa radicular.

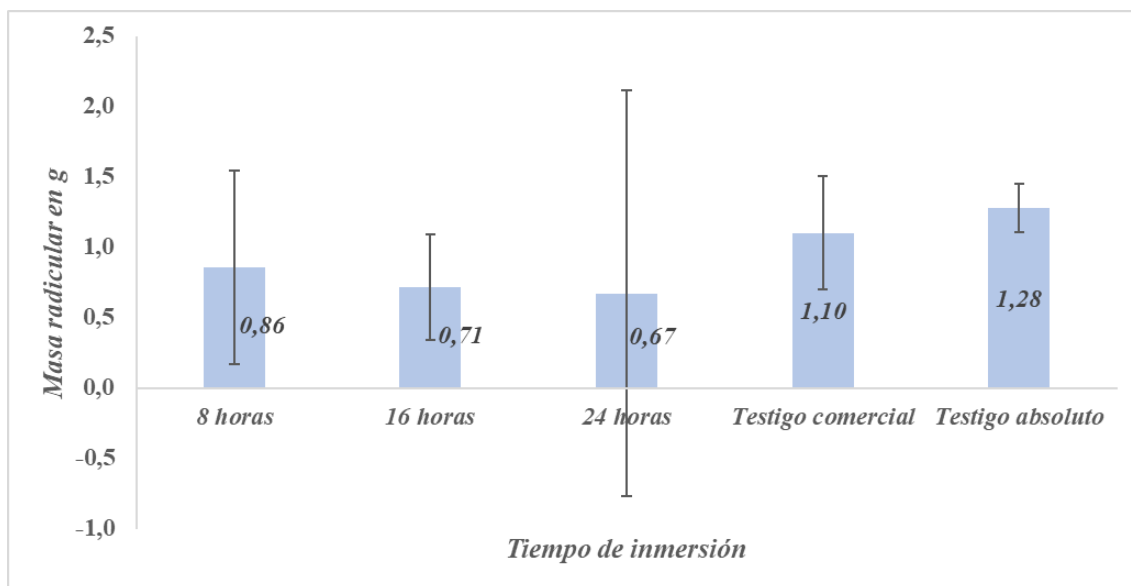


Nota: La mejor dosis es 1000 mg l⁻¹

En la figura 13 se observa la comparación múltiple de promedios del factor tiempo de inmersión de la variable masa radicular. La cual podemos corroborar con lo que menciona Tayupanta (2011), que la aplicación de bio estimulantes en dosis de 5 cm³ l⁻¹ pero con aplicaciones de frecuencia quincenal favorece en rosas al peso en seco de la raíz, área foliar, altura del tallo y diámetro del tallo.

Figura 13

Comparación múltiple de promedios del factor tiempo de inmersión de la variable masa radicular.



Nota: El tiempo de inmersión de varetas de rosa de 8 horas, en quitosano, produce los mejores efectos respecto de la masa radicular generada.

Gonzales et al., (2021) obtuvo como resultado de su investigación al comparar tres distintos tipos de bio estimulantes a base de micro y macro elementos, hormonas, vitaminas, aminoácidos, ácidos húmicos y ácidos fúlvicos en dosis altas, pero con aplicaciones de frecuencia quincenal (menos tiempo, pero más frecuencia) favorece en cultivo de pepino al peso en seco de la raíz, área foliar, altura del tallo y diámetro del tallo.

- **Masa foliar (materia seca)**

Como se puede observar en la tabla 8 luego del análisis de varianza (ANOVA), se observa la existencia de diferencias altamente significativas, para los tratamientos; factor de estudio A (dosis de quitosano) y testigo1 y 2 vs el resto. Así también se presenta no significancia (ns) para la interacción de los factores AxB (dosis de quitosano x tiempo de inmersión), no se presenta así también diferencia significativa para los bloques, factor B (tiempo de inmersión), el coeficiente de variación en esta variable es de 27,79%, lo que

determina la poca dispersión existente entre los datos, respecto del valor promedio de 0,93 g.

Tabla 8

ANOVA de la variable masa foliar (materia seca)

<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>CM</i>	<i>F. cal</i>
<i>Total</i>	43	0,161	
<i>Tratamientos</i>	10	0,448	6,70 **
<i>Bloques</i>	3	0,145	2,17 ns
<i>Factor A (dosis de Quitosano)</i>	2	0,422	6,31 **
<i>Factor B (tiempo de inmersión)</i>	2	0,147	2,19 ns
<i>Interacción AxB</i>	4	0,168	2,51 ns
<i>Testigo 1vsTestigo 2</i>	1	0,007	0,11 ns
<i>Testigo 1-Testigo 2vs resto</i>	1	2,665	39,86 **
<i>Error experimental</i>	30	0,067	

CV 27,79

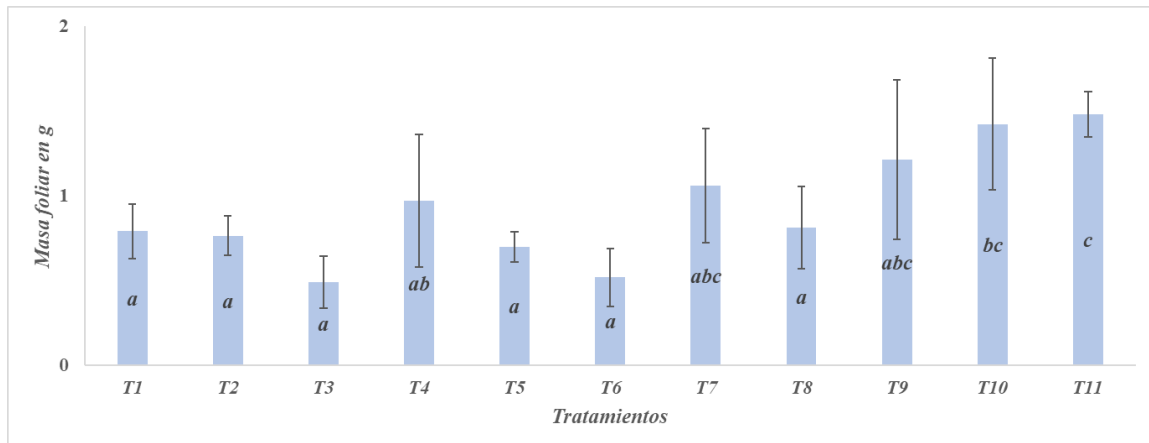
Promedio 0,93

Nota: F.V: Fuentes de variación, GL: Grados de libertad, CM: Cuadrados medios, F cal: valor F calculado, CV: Coeficiente de variación, p-valor (0,05): valor alfa con 95% de confiabilidad, p-valor (0,01): valor alfa con 99% de confiabilidad, *: Diferencia significativa, **: Diferencia altamente significativa, ns: no existe diferencia significativa.

En la Figura 14 podemos observar que la, muestra la comparación múltiple de promedios de Tukey al 5% de los tratamientos de la variable masa foliar, presenta cinco rangos de significancia; la menor cantidad de materia seca foliar se presenta con el tratamiento de quitosano a 2000 mg l⁻¹ con un tiempo de inmersión de 24 horas, pues solo genera 0,52 g planta⁻¹; por su parte el tratamiento de quitosano de 3000 mg l⁻¹ y un tiempo de inmersión de 24 horas, produce una masa foliar de 1,21 g planta⁻¹ de materia seca; la mayor masa foliar se produce con el tratamiento testigo absoluto, en el que no emplea ningún tipo de estimulante pues se generan 1,48 g planta⁻¹ de materia seca foliar en esta variable el valor del promedio de la materia seca foliar es de 0,93 g planta⁻¹.

Figura 14

Comparación múltiple de medias por medio de la Prueba de Tukey al 5% de los tratamientos de la variable masa foliar

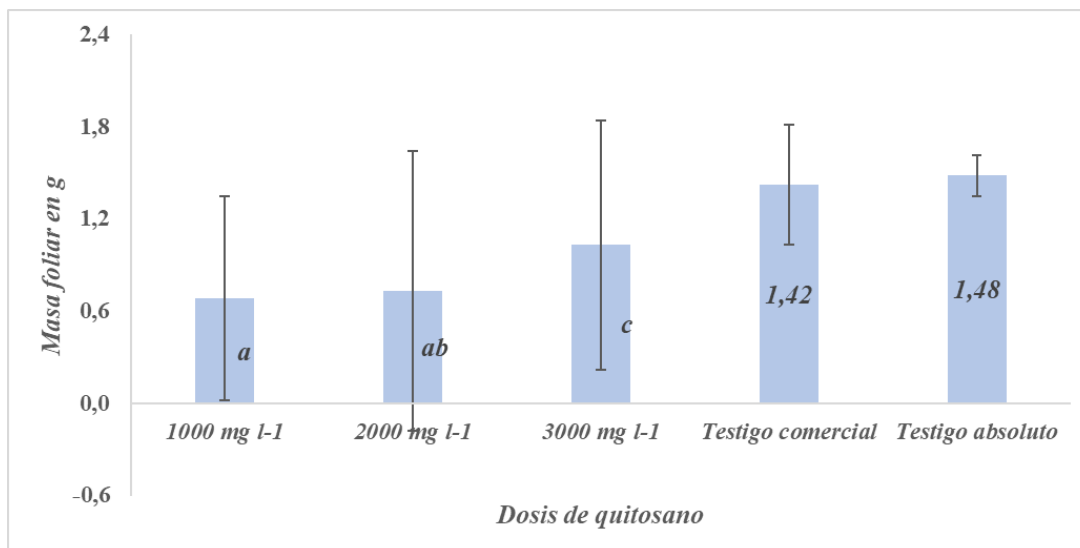


Nota: La mayor masa foliar se produce con el tratamiento testigo absoluto, en el que no emplea ningún tipo de estimulante

Bautista et al., (2019) demostraron en su investigación que pese a usar grandes concentraciones de quitosano en las plantas no se puede evidenciar desarrollo de masa foliar como consecuencia de la adición de quitosano, este resultado coincide con el obtenido en la figura 8 donde la concentración de 1000 mg l^{-1} y un tiempo de inmersión de 8 horas (T 1) también fue. El hecho de que al aumentar la concentración aumentó la masa foliar puede deberse a que al tener mayor concentración se mantuvo una mayor cantidad de sustancia activa mucho más tiempo que a menores concentraciones. En ese sentido, se han publicado experiencias donde se utilizan concentraciones mayores de 4 g l^{-1} para el tratamiento a la semilla con mejoras en la germinación y el crecimiento de las plantas (Holguín, 2019).

Figura 15

Comparación múltiple de promedios del factor dosis de inmersión mediante la prueba de Tukey al 5% de la variable masa foliar.

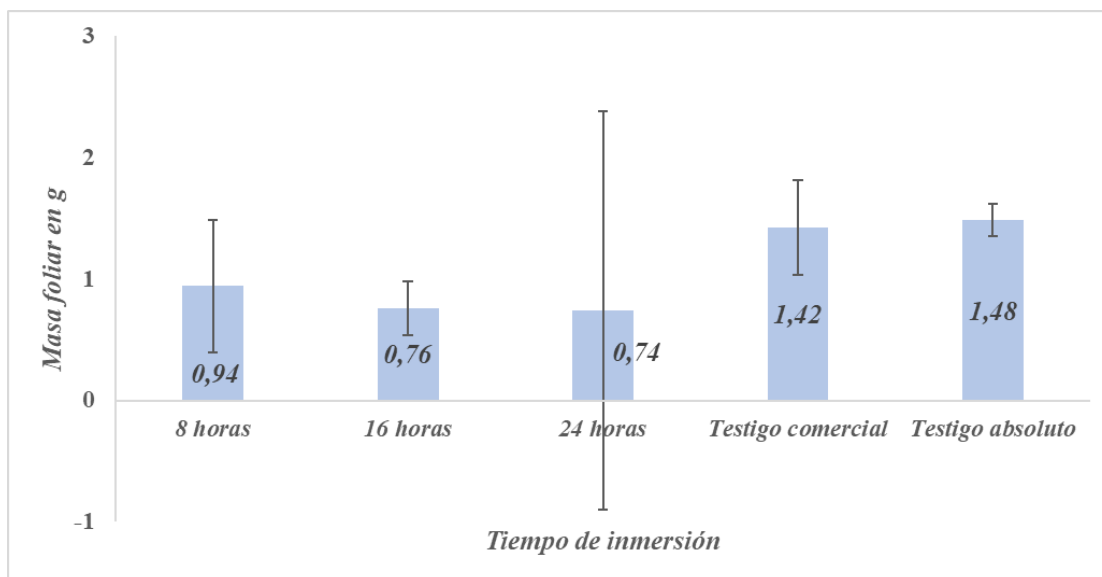


Nota: La mejor dosis corresponde a 3000 mg l⁻¹ con 1,03 gramos de masa foliar seca.

En la Figura 15, se presentan los resultados de la Prueba de Tukey al 5 % para comparación de los promedios del factor de estudio dosis de quitosano de la variable masa foliar, en la misma se aprecia que existen diferencias significativas entre la dosis de 1000 l⁻¹ y el resto de dosis, ubicándose en primer lugar a la dosis de 1000 mg l⁻¹ con 0,68 gramos de masa foliar. Zúñiga et al., (2020) tuvo como resultado de su investigación que la inmersión de plantas en quitosano independientemente del tiempo de inmersión no demuestra algún tipo de desarrollo superior en cuanto a las raíces, yemas y hojas.

Figura 16

Comparación múltiple de promedios del factor de estudio tiempo de inmersión de la variable masa foliar.



Nota: el mejor tiempo es de 8 horas con 0,94 gramos planta⁻¹ de masa foliar.

En la Figura 16, se presentan los resultados del ordenamiento de promedios el factor de estudio de tiempo de inmersión de quitosano de la variable masa foliar, en la misma se aprecia entre el tiempo de 8 horas, produce los mejores valores de materia seca foliar, respecto del resto de tiempos, con 0,94. Chullca et al., (2020) obtuvieron en su investigación que los tiempos de inmersión en quitosano no demuestran mayor desarrollo foliar o radicular en comparación con el uso de bio estimulantes o con cultivos de control.

● CONCLUSIONES

- Una vez finalizada la presente investigación se pudo concluir que el uso de quitosano no logra acelerar el tiempo de emisión de yemas foliares, largo de la yema foliar, tampoco en masa radicular y foliar (materia seca) con respecto al testigo que no se sometió a ningún tipo de tratamiento.
- Las dosis de quitosano y el tiempo de inmersión de las varetas de patrones de rosa empleadas en esta investigación de bio estimulación, no muestran un efecto beneficioso del uso de quitosano en las variables estudiadas.
- Si se compara la respuesta alcanzada de las diferentes concentraciones de quitosano con los tratamientos testigos (testigo hormonal, testigo absoluto), la respuesta no es favorable, pues en todas las variables, se alcanzó un menor desempeño; esto es debido a que las varetas de rosa, no responden de manera eficiente a la estimulación con quitosano.
- El estado de madurez de las varetas de rosa, puede tener una influencia en el desempeño de producción radicular y foliar; pues si las mismas se encuentran altamente lignificadas, la emisión radicular y foliar va a verse retrasada; por el contrario, si estas son demasiados jóvenes, pueden causar problemas de pudriciones.

- **RECOMENDACIONES**

- Se recomienda la realización de nuevas investigaciones, en las que se emplee el bioestimulante (quitosano), por medio de aplicaciones foliares y no por medio de inmersiones y la comparación del desempeño de las variables estudiadas en esta investigación, además de estudiar el efecto de este bioestimulante en diferentes etapas de la obtención de patrones de rosa.
- Se recomienda como parte del manejo agronómico del proceso de patronaje, el desarrollar una mezcla homogénea del sustrato, pues de esto depende el desarrollo de la planta de rosa que servirá de soporte al injerto, pues un buen sustrato garantiza que la varetta en todo momento reciba la suficiente humedad que garantice el desarrollo radicular y foliar adecuado.
- Es recomendable establecer un control de temperatura, humedad relativa y estandarización de riego.

• REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguirre, Z. (2018). *Biodiversidad Ecuatoriana, Estrategias, Herramientas e Instrumentos para su manejo y conservación* . Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/329216867_Biodiversidad_Ecuatoriana_estrategias_Herramientas_E_Instrumentos_Para_Su_Manejo_Y_Conservacion

Alcantara, J., Acero, J., & Sánchez, D. C. (2019). *Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal*. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/nova/v17n32/1794-2470-nova-17-32-109.pdf>

Álvarez. (1980). *Agrotecnia de rosales*. La Habana.

Arévalo, J., Vélez, J., & Camacho, J. (2013). *Uso eficiente del agua para el cultivo de rosa cv. Freedom bajo invernadero*. Obtenido de <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/sxF4hx65FhHtkf7SyqVYZnw/?lang=es&format=pdf>

Avedaño, Pardo, Daza, & Laverde. (1992). *Introducción de tallos basales en dos variedades de rosa con la citoquinina 6 BAP*. Obtenido de Facultad de Agronomía; Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia .

Azcón-Bieto, & Talón. (2003). *Fundamentos de fisiología vegetal* (Vol. 1). Barcelona: McGraw-Hill-Interamericana de España S.L.

Bellet, A. (2018). *Cómo el cambio climático altera el crecimiento de las plantas*. Obtenido de <https://www.chilebio.cl/2018/01/16/como-el-cambio-climatico-altera-el-crecimiento-de-las-plantas/>

- Benavides, A. (2021). *Bioestimulantes agrícolas: importancia y definición*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/354423869_Bioestimulantes_agricolas_importancia_y_definicion
- Bhaskara, M. J., Arul, P., Angers, L., & Couture, A. (1999). Chitosan treatment of wheat seeds induces resistance to *Fusarium graminearum* and improves seed quality. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 47(208), 1216.
- Calvache, M. (2014). *Fertirriego en Rosas*. Obtenido de https://www.academia.edu/6094660/FERTIRRIEGO_EN_ROSAS
- Cardenas, R., & López, L. (2011). *Propagación vegetativa de rosa: efecto del sustrato, luminosidad y permanencia de la hoja*. Obtenido de [file:///C:/Users/Z%60Systems/Downloads/Dialnet-PropagacionVegetativaDeRosaEfectoDelSustratoLumino-3810320%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/Z%60Systems/Downloads/Dialnet-PropagacionVegetativaDeRosaEfectoDelSustratoLumino-3810320%20(3).pdf)
- Carvalho, M., Zanao, L., Saraiva, J., Vanzella, E., & Villa, F. (2016). *Cortar la región de retirada y el sustrato en la propagación rosal en maceta vegetativa de vaso*. Obtenido de <https://ornamentalhorticulture.com.br/rbho/article/view/785/626>
- Castillo, D., López, M., López, J., Cetina, V., & Hernández, T. (2013). *Factores de influencia en el enraizamiento de estacas de *Abies religiosa* (Kunth) Schldl. et Cham.* Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-40182013000100015#:~:text=La%20edad%20de%20la%20estaca,comparado%20con%20el%20C3%A1cido%20naftalenac%20C3%A9tico.
- Cevallos, S. (2021). Evaluación de la influencia de la vernalización en injerto de yemas en tres variedades de rosas: Mondial, Pink mondial y Explorer en el sector de Cayambe, Ecuador. REPOSITORIO-PUCESI. Recuperado 23 de octubre de

soya inoculada. *Cultivos Tropicales*, 40(4). Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/1932/193266197007/html/>

El-Ghaouth, A. (1994). Effects of chitosan on cucumber plants . En *Suppression of *Phytophthora aphanidermatum* and induction of defense reactions* . 313-320.

Enríquez, E. y 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.

Esparza, H. (2003). *Costos de producción y comercialización de rosa, bajo condiciones de invernadero*. Obtenido de <http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/unarrow/0038a.pdf>.

Espinosa, E. (2015). *Evaluación de cuatro labores agronómicas, para la inducción temprana de brotación de yemas de producción, en dos variedades de rosa (Rosa spp.)*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/9831/1/UPS-YT00242.pdf>

Expoflores. (2019). *Plataforma Daes*. Obtenido de <https://expoflores.com/trazabilidad-xpotrack/>

Fanstein, R. (1998). *Manual para el cultivo de rosas en latinoamérica*. Quito: Ecuaoffest.

Fernández, V. (2020). *Cultivo y Manejo de Rosa*. Obtenido de Horticultura y Floricultura : <file:///C:/Users/Z%60Systems/Downloads/Cultivo%20y%20Manejo%20de%20Rosa%202020.pdf>

Flores, E. (2015). *Respuesta del cultivo de rosa (rosa sp.), a tres fuentes de fosfitos en aplicación al suelo y follaje como inductores de resistencia y calidad de flor*.

Ayora, pichincha. Obtenido de
<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/4548/1/T-UCE-0004-14.pdf>

Francisco, M. (2010). *Producción de rosas y su importancia económica*. Obtenido de
[http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/2429/MAR
%C3%8DA%20RITA%20FRANCISCO%20TELLEZ.pdf?sequence=1](http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/2429/MAR%C3%8DA%20RITA%20FRANCISCO%20TELLEZ.pdf?sequence=1)

Freepons. (1990). Plant Growth regulators derived from chitin. *United States Patent 4* ,
964-894.

Garay, A. &. (2017). *Producción Vegetal y Establecimiento de Plantaciones* . Obtenido
de [http://www.ula.ve/ciencias-forestales-ambientales/indefor/wp-
content/uploads/sites/9/2017/01/Tema-3-PVEP.pdf](http://www.ula.ve/ciencias-forestales-ambientales/indefor/wp-content/uploads/sites/9/2017/01/Tema-3-PVEP.pdf)

García, S. (2015). Plant Biostimulants: Definition, Concept, Main Categories and
Regulation. *Scientia Horticulturae*, 3-14.

Gómez, G., Jiménez, M., Cruz, L., Paz, I., & Araujo, A. F. (2007). *Evaluación de la
aplicación de quitosana sobre plántulas de tabaco*. Obtenido de
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0253-
57852017000100005&script=sci_arttext&tlng=pt](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0253-57852017000100005&script=sci_arttext&tlng=pt)

González, V. (2008). *La fertilización y el balance de nutrientes en sistemas
agroecológicos* . Obtenido de
[https://www.agroecologia.net/recursos/publicaciones/manuales-
tecnicos/manual-fertilizacion-fpomares.pdf](https://www.agroecologia.net/recursos/publicaciones/manuales-tecnicos/manual-fertilizacion-fpomares.pdf).

González Peña, D., Costales, D., & Falcón, A. B. (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.

- Gordón, R., & Camargo, I. (2015). *Selección de estadísticos para la estimación de la precisión experimental en ensayos de maíz*. Obtenido de <https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v26n1/a06v26n1.pdf>
- Gutiérrez, B. (1995). *Consideraciones sobre la fisiología y el estado de madurez en el enraizamiento de estacas de especies ornamentales*. Obtenido de <file:///C:/Users/Z%60Systems/Downloads/osandoval,+18583.pdf>
- Hidalgo, I., González, A., Alcántar, G., & Etchevers, D. (2016). *Recubrimiento de Semillas de Maíz con Quitosano*. Obtenido de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952016000801091#:~:text=El%20quitosano%20es%20un%20polisac%C3%A1rido,y%20antiviral%20\(Niquette%20et%20al](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952016000801091#:~:text=El%20quitosano%20es%20un%20polisac%C3%A1rido,y%20antiviral%20(Niquette%20et%20al).
- Huaca, G. S. (2014). *PDyOT cantón San Pedro de Huaca*. Obtenido de http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/CAP%201%20DIAGNOSTICO%20CANTONAL_15-11-2014.pdf
- Jiménez. (2019). *Respuesta del cultivo de rosa sp Variedad freedom al tercer y cuarto ciclo de aplicación de un bioestimulante*. Obtenido de Facultad de Ciencias Agrícolas Universidad Central del Ecuador .
- Kester, H. &. (1997). *Propagación de plantas*. México: Continental S.A. Obtenido de https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/45969/mod_resource/content/1/Propagacion%20de%20plantas.pdf
- Lackie, J. (1989). *The dictionary of cell biology*. Academic Press.

- Lárez Velásquez, C. (2008). Algunas potencialidades de la quitina y el quitosano para usos relacionados con la agricultura en. *Revista UDO Agrícola* , 8 (1), 1-22.
- Lárez, C. (2008). *Algunas potencialidades de la quitina y el quitosano para sus usos relacionados con la agricultura en Latinoamérica*. Obtenido de <http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/16830/udo-agricola2008.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- López, B. (2015). *Bioestimulantes: Conocimientos del laboratorio al campo* . Obtenido de <https://www.redagricola.com/co/bioestimulantes-conocimientos-desde-el-laboratorio-al-campo/>
- López, B., Mondaca, I., Górtares, P., Meza, M., Balderas, J., Ruíz, C., & Rueda, E. (2019). *Enraizamiento de esquejes de Salicornia bigelovii (Torr.) por quitosano como bioproducto de origen marino*. Obtenido de <file:///C:/Users/Z%60Systems/Downloads/BETZABE2019.pdf>
- López, M., Suárez, F., & Moreno, J. (2018). *Los microorganismos como elementos clave de la microeconomía*. Obtenido de <https://www.publicacionescajamar.es/publicacionescajamar/public/pdf/publicaciones-periodicas/mediterraneo-economico/31/31-802.pdf>
- López-Corona, B. E., Monaca-Fernandez, I., Gortáres-Moroyoqui, P., Meza-Montenegro, M., Balderas-Cortés, J., Ruíz-Alvarado, C., & Rueda-Puente, E. (2020). Ecofisiología y bioquímica de *Salicornia bigelovii* (Torr.) por efecto de quitosano-aib bajo condiciones del desierto de Sonora. *SciELO*, 49, 72-92. doi:<https://doi.org/10.18387/polibotanica.49.5>
- Lucero, D. (2013). *Enraizamiento de esquejes para la producción de plantas de café variedad robusta (coffea canephora)*. Obtenido de

<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/4736/1/Tesis-50%20%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20168.pdf>

Molina, J. (2017). *Efecto del uso de quitosano en cultivo de arroz (Oryza sativa L. variety sd20a)*. Obtenido de [file:///C:/Users/Z%60Systems/Downloads/Dialnet-EfectoDelUsoDeQuitosanoEnElMejoramientoDelCultivoD-6285354%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Z%60Systems/Downloads/Dialnet-EfectoDelUsoDeQuitosanoEnElMejoramientoDelCultivoD-6285354%20(1).pdf)

Molina, M. M. (2016). *Efecto del ácido indolbutírico (AIB) y edad de las estacas en el enraizamiento de Myrceugenia exsucca*. Obtenido de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-92002016000300021

Mondaca, J. (2019). *Efecto De Cuatro Sustratos En La Propagación De Rosas (Nathal Brier) Con La Técnica De Miniplantas En El Centro Experimental Cota Cota*. Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/23230/T-2701.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Morin-Crini, N., Lichtfouse, E., Torri, G., & Crini, G. (2019). *Applications of chitosan in food, pharmaceuticals, medicine, cosmetics, agriculture, textiles, pulp and paper, biotechnology, and environmental chemistry*. Obtenido de <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s10311-019-00904-x.pdf>

Navarro, M. (2017). *Biocontrol y Estimulantes*. Obtenido de <https://docplayer.es/75416811-Manejo-de-estres-en-cultivos-hortofructícolas-mediante-el-uso-estratégico-de-bioestimulantes-mc-mauricio-navarro.html>

- Noda, Y. (2009). *Las Micorrizas: Una alternativa de fertilización ecológica en los pastos*.
Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942009000200001
- Ohkawa. (1994). Effects of benzyladenine on bud break of roses. *Scientia Horticulturae*, 24 (3-4), 379-383. doi:doi.org/10.1016/0304-4238(84)90123-7
- Padilla, W. (2007). *Fertilización de Suelos y Nutrición Vegetal* . Quito - Ecuador .
- Pallo, M. (2017). *Estudio fenológico y productivo de diez variedades de rosa (Rosa sp.), en el tercer y cuarto ciclo de producción en Cayambe*. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/9145/1/T-UCE-0004-09.pdf>
- Pautasso, J. (2021). *Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria*. Obtenido de https://inta.gob.ar/sites/default/files/4_bioestimulantes_en_el_cultivo_de_soja_pautasso.doc.pdf
- Pearce, R., & Ride, J. (1982). Physiological and Molecular Plant Pathology. En *Chitin and related compounds as elicitors of the lignification response in wounded wheat leaves* (págs. 119-123).
- Peña, J. (2008). *Establecimiento de una plantación de una hectárea de rosas* . Obtenido de <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3081/1/tm4a44.pdf>
- Pérez, & Rodríguez, R. (2015). Efecto de diferentes concentraciones de quitosano sobre la germinación y crecimiento de plántulas de arroz. *Revista Científica Avances*, 380-386.
- Pérez, R. (1991). *Fertilización del rosal*. Quito: Memorias Quito.

Pincay-Manzana, Cedeño-Loor, & Espinosa. (2021). Efecto del quitosano sobre el crecimiento y la productividad de *Solanum lycopersicum*. *Revista Centro Agrícola*. doi:e-ISSN: 2072-2001

Portilla, F. (2018). *Agroclimatología del Ecuador*. Obtenido de file:///C:/Users/Z%60Systems/Downloads/Agroclimatologia%20del%20Ecuador.pdf

Ramírez, C. (2014). *Fisiología del Enraizamiento*. Obtenido de <https://prezi.com/fm65fqklpqc/fisiologia-del-enraizamiento/>

Ramírez, M. Á., Rodríguez, A. T., Alfonso, L., & Peniche, C. (2010). *La quitina y sus derivados, biopolímeros con potencialidades de aplicación agrícola*. Obtenido de <https://elfoscientiae.cigb.edu.cu/PDFs/Biotecnol%20Apl/2010/27/4/BA002704RV262-269.pdf>

Reyes, J. (2011). Efectos del humus líquido sobre algunos parámetros de calidad interna de frutos de tomate. *Centro Agrícola*, 57-61.

- Reyes, J., Enríquez, E., Ramírez, M., & Rodríguez, A. (2019). *Aplicaciones del Quitosano como bioestimulante y promotor de la nutrición en el cultivo de cereales*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/339181876_Aplicaciones_del_Quitosano_como_bioestimulante_y_promotor_de_la_nutricion_en_el_cultivo_de_cereales.

- Reyes-Pérez, J.; Enríquez-Acosta, E.M.; Ramírez-Arrebato, M.A; Zúñiga Valenzuela, E.; Lara-Capistrán, L.; Hernández-Montiel, L.G. (2020). *Efecto del quitosano sobre variables del crecimiento, rendimiento y contenido nutricional del tomate*. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* volumen 11 número 3 01 de abril - 15 de mayo, 457-465.

- Reyes-Pérez, Rivero-Herrada, Solórzano-Cedeño, Carballo-Méndez, Lucero-Vega, & Ruiz-Espinoza. (2021). Aplicación de ácidos húmicos, quitosano y hongos micorrizicos como influyen en el crecimiento y desarrollo de pimiento. *Terra Latinoamericano*, 39, 1-13. doi:<https://doi.org/10.28940/terra.v39i0.833>
- Rocha, J. (2008). *Metabolismo De La Quitina Del Camarón Blanco: Arnm De Quitin Sintasa Y Sintasa Y Quitinasa Cuticulares Durante El Ciclo De Vida* . Obtenido de https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/297/1/rocha_j.pdf
- Rosero, S., Erazo, N., & Usigña, M. G. (2017). *Evaluación de cuatro bioestimulantes y tres sustratos en la propagación de Vallea stipularis L.f.* Obtenido de http://www.unad.edu.co/riaa/images/documentos/vol_0_num1_2009/Giraldo_et_al_enraizadores.pdf
- Rueda, N. (2019). *Actualización de los conceptos asociados con la regeneración celular en plantas.* Obtenido de <https://repositorio.udes.edu.co/bitstream/001/1063/1/Actualizaci%C3%B3n%20de%20los%20conceptos%20asociados%20con%20la%20regeneraci%C3%B3n%20celular%20en%20plantas.pdf>
- Ruíz, G. (2009). *La rosa, planta ornamental por excelencia.* Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/9827/1/-YT00244.pdf>
- Saborío, F. (2002). *Bioestimulantes en fertilización foliar* . Obtenido de http://www.nutricaoeplantas.agr.br/site/downloads/unesp_jaboticabal/Memoria_CursoFertilizacionFoliar.pdf#page=110

- Salazar, F. (2017). *Respuesta a tres programas de fertilización en el cultivo de rosa (Rosa sp.) Var. Freedom*. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/8734/1/T-UCE-0004-03.pdf>
- Samudio, G. (2020). *Influencia de bioestimulantes sobre las características agronómicas de soja (Glycine max (L.) Merrill)*. Obtenido de <https://www.conacyt.gov.py/sites/default/files/Tesis-Guido%20Samudio.pdf>
- Schena, L., Nigro, F., Ligorio, V. S., Yaseen, T., & Ippolito, A. (2005). *Biocontrol Activity of Bio-Coat and Biocure against Postharvest Rots of Table Grapes and Sweet Cherries*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/279700321_Biocontrol_activity_of_Bio-Coat_and_Biocure_against_postharvest_rot_of_table_grapes_and_sweet_cherries
- Sisaro, D., & Hagiwara, J. (2016). *Propagación vegetativa de estacas de tallo*. Obtenido de https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta-_propagacion_vegetativa_por_medio_de_estacas_de_tallo.pdf
- Sisaro, D., & Hagiwara, J. C. (2016). *Propagación vegetativa por medio de estacas de tallo*. Obtenido de https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta-_propagacion_vegetativa_por_medio_de_estacas_de_tallo.pdf
- Sonnino, A., & Ruane, J. (2013). *La innovación en agricultura como herramienta de la política de seguridad alimentaria: el caso de las biotecnologías agrícolas*. Obtenido de <https://www.fao.org/3/ar635s/ar635s.pdf>

- Taíz, & Zeiger. (2006). *Fisiología Vegetal*. Obtenido de <http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/FisiologiaVegetalVolumenIIespanhol.pdf>
- Tayupanta. (2011). Validación del efecto de tres bioestimulantes radicales en viveros de rosa. *Journal of chemical Information and Modeling*, 53, 1-114. doi:<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>.
- Terry Alfonso, E., Falcón Rodríguez, A., Ruiz Padrón, J., Carrillo Sosa, Y., & Morales Morales, H. (2017). *Respuesta agronómica del cultivo de tomate al bioproducto QuitoMax®*. *Cultivos Tropicales*, 38(1), 147-154.
- Tipanta, D. (2008). Respuesta de dos Variedades de Rosas (Rosa sp.) a la Aplicación de dos Láminas de Fertirriego en Combinación con un gel Súper Absorbente. Cayambe - Pichincha .
- Valverde, L. (2019). *Los bioestimulantes: Una innovación en la agricultura para el cultivo de café* . Obtenido de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2072-92942020000100003&script=sci_arttext
- Vargas, J. (2010). *Evaluación de enraizadores hormonales en la productividad del cultivo de rosa*. Obtenido de Universidad Central del Ecuador : <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2043/1/T-UCE-0004-32.pdf>
- Vega, A., & Voltolina, D. (2007). *Determinación de peso seco y contenido orgánico e inorgánico*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/281783352_Determinacion_de_peso_seco_y_contenido_organico_e_inorganico

- Vinueza, S. (2009). *Estudio de cinco métodos de manejo de plántulas para inducir la brotación de basales*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6765/1/UPS-YT00043.pdf>
- Wanichpongpan, Suriyachan, & Chandkrachang. (2001). Effects of chitosan on the growth of gerbera flower plant (*Gerbera jamesonii*). *Chitin and Chitosan in Life Science*, 198-201.
- Weyler, & Kusery. (2001). Propagation of roses from cuttings. Hort Science .
- Yakhin, O., Lubyantsev, A., Yakhin, I., & Brown, P. (2017). *Biostimulants in Plant Science: A Global Perspective*. Obtenido de <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2016.02049/full>
- Yong, A. (2004). *El cultivo del rosal y su propagación* . Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193217832008.pdf>
- Zambrano. (2019). *Rosas: características, clasificación, aspectos a considerar en el cultivo de rosa (Rosa spp)*. Obtenido de <https://naturaleza.paradaissphynx.com/plantas/rosas-caracteristicas-clasificacion.ht>
- Chullca, M; Tapia, N; Villanueva, C; Guzmán, E; Muñoz, P; Borja, N & Maldonado, H. (2020). Estudio de la coagulación de partículas coloidales de agi por influencia de Quitosano con sulfato de aluminio. *Rev Soc Quím Perú*, 86(2), 132-142.
- Gonzales, 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.

- 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.
- Robles, I. (2022). Revisión sistemática de la influencia mitigante del quitosano sobre la concentración de metales pesados y toxinas. *Scielo*, 9 (2), 45-53.
- Rodriguez, R; Figuerero, J & Gonzales, O. (2001). Influencia de la quitosana en tomate (*Solanum lycopersicum*, Mill) var. “Amalia”. *Centro agrícola*, 40 (2), 79-84.
- Costales, D & Falcon, A. (2018). Combinación de formas de aplicación de quitosano en el desarrollo de soya biofertilizada. *Cultivos Tropicales*, 39 (3), 71-79.
- Bautista, S; Ventura, R; Correa, Z & Corona, M. (2019). Quitosano: un polisacárido antimicrobiano versátil para frutas y hortalizas en poscosecha - una revisión. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 23 (2), 104-121.
- Holguín, R; Vargas, J & Borbón, C. (2019). Efecto de quitosano y consorcio simbiótico benéfico en el rendimiento de sorgo en la zona indígena “Mayos” en Sonora. *Terra latinoamericana*, 38 (1), 705-714.
- Costales, D & Falcon, A. (2019). Efecto de la masa molecular de quitosanos en la germinación y el crecimiento in vitro de soya. *Cultivos Tropicales*, 40 (1), 109-122.
- 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.
- González, L; Falcón, A; Jiménez, M; Jiménez, L & Terrero, J. (2021). Evaluación de tres dosis del bioestimulante Quitosana en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) en un periodo tardío. *Cultivos Tropicales*, 21 (2), 354-362.

- **ANEXOS**

Anexo 1 *Temperatura y Humedad Relativa del Ensayo*

N°	Fecha	Temperatura Promedio (°C)	Promedio (% HR)
1	15 -21 Marzo 2022	14.35	77.02
2	22 - 28 Marzo 2022	18.1	75.99
3	29 Marzo - 04 Abril 2022	19.34	77.2
4	05 - 11 Abril 2022	16.67	86.73
5	12 - 18 Abril 2022	15.3	88.05
6	19 - 25 Abril 2022	16.24	84.97
7	26 Abril - 02 Mayo 2022	15.79	81.86
8	03 - 09 Mayo 2022	19.13	74.07
9	10 - 13 Mayo 2022	19.53	77.27
	PROMEDIO	17.16	80.35

Anexo 2 *Recopilación de datos*

<i>Tratamiento</i>	<i>Repetición</i>	<i>Días brotación</i>	<i>Largo yema</i>	<i>Masa radicular seca</i>	<i>Masa foliar seca</i>
1	1	29.27	17.65	0.65	0.63
1	2	28.51	17.45	0.78	0.94
1	3	28.59	16.97	0.62	0.92
1	4	30.38	16.60	0.67	0.68
2	1	29.31	17.22	0.78	0.68
2	2	29.28	15.73	0.65	0.65
2	3	28.62	16.56	0.64	0.88
2	4	30.61	15.64	0.75	0.85
3	1	30.26	17.36	0.55	0.66
3	2	31.28	15.65	0.48	0.58
3	3	30.65	15.42	0.42	0.39
3	4	30.69	15.87	0.31	0.34
4	1	30.5	16.56	0.63	0.74
4	2	29.51	16.25	1.22	1.53
4	3	29.76	16.38	1.03	0.67
4	4	30.22	16.15	0.59	0.95
5	1	30.25	18.20	0.72	0.82
5	2	31.5	14.79	0.75	0.7
5	3	31.31	15.76	0.54	0.67
5	4	30.8	14.80	0.49	0.61
6	1	35.51	14.29	0.61	0.77
6	2	30.68	15.90	0.37	0.49
6	3	30.4	16.15	0.47	0.41
6	4	30.76	16.23	0.5	0.41
7	1	30.78	17.79	0.69	0.65
7	2	28.5	16.51	0.87	0.92
7	3	29.63	17.40	1.27	1.36
7	4	29.88	16.48	1.26	1.31
8	1	28.47	17.80	0.68	0.61
8	2	28.66	17.09	0.6	0.7
8	3	29.66	17.26	1.17	1.16
8	4	29.95	15.90	0.8	0.78
9	1	35.64	14.47	0.96	0.81
9	2	36.97	14.02	0.99	1.72
9	3	34.31	15.26	1.01	1.51
9	4	30.41	16.19	1.39	0.82
10	1	30.5	17.75	0.63	0.84
10	2	26.88	17.48	1.37	1.58
10	3	28.25	17.95	1.5	1.65
10	4	28.35	17.36	0.91	1.62
11	1	26.28	17.90	1.16	1.33
11	2	27.06	16.78	1.37	1.42
11	3	28.65	17.70	1.47	1.55
11	4	28.44	17.67	1.11	1.63

Anexo 3 Mezcla de Sustrato



Anexo 4 Asentamiento de Sitio Experimental



Anexo 5 Recepción de Patrones



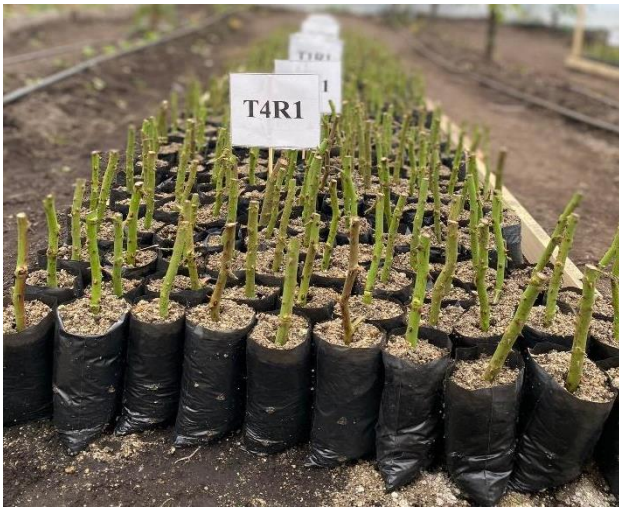
Anexo 6 Desinfección de Patrones



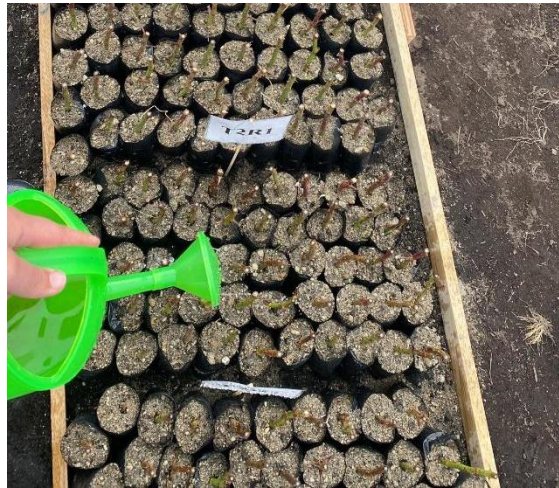
Anexo 7 Dosificación e inmersión de patrones en quitosano



Anexo 8 Siembra de patrones



Anexo 9 *Riego*



Anexo 10 *Primeros brotes*



Anexo 11
Recolección de Datos

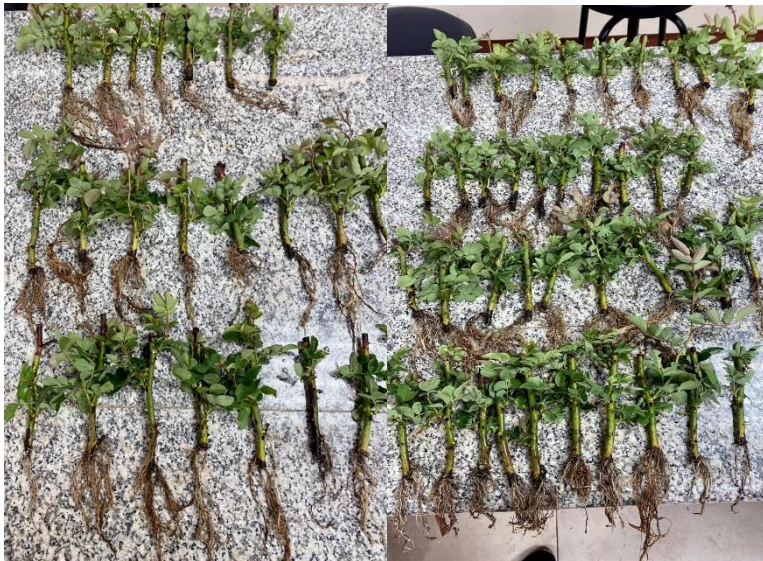


Anexo 12 Muestras para análisis en laboratorio

Tratamiento 1

Tratamiento 2

Tratamiento 3



Tratamiento 4

Tratamiento 5

Tratamiento 6



Tratamiento 7



Tratamiento 8



Tratamiento 9



Testigo convencional



Testigo absoluto

