

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ**

**Colegio de Ciencias e Ingenierías**

**Evaluación de recubrimientos y fungicidas naturales para  
el control postcosecha de *Botrytis cinerea* en rosas (*Rosa*  
*sp.*) variedad Vendela**

**Trabajo de Investigación**

**José Ismael Herrera Romero**

**Ingeniería en Agroempresas**

Trabajo de titulación presentado como requisito para la obtención del título de  
Ingeniero en Agroempresas

Quito, 19 de noviembre de 2015

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ  
COLEGIO CIENCIAS E INGENIERÍAS

**HOJA DE CALIFICACIÓN  
DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

**Evaluación de recubrimientos y fungicidas naturales para el control postcosecha de *Botrytis cinerea* en rosas (*Rosa* sp.) variedad Vendela**

**José Ismael Herrera Romero**

Calificación:

Nombre del profesor, Título académico

Antonio León, Ph.D.

Firma del profesor

---

Quito, 19 de noviembre de 2015

## © **Derechos de Autor**

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma del estudiante: \_\_\_\_\_

Nombres y apellidos: José Ismael Herrera Romero

Código: 00103934

Cédula de Identidad: 1721487229

Lugar y fecha: Quito, 19 de noviembre de 2015

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero empezar agradeciendo a mis padres y hermano por toda la colaboración y apoyo que me han dado durante toda esta etapa y en la elaboración de este trabajo de titulación. También quiero agradecer a mis diferentes profesores, Antonio León, Carlos Ruales, Mario Caviedes, Eduardo Uzcategui, Raúl de la Torre y Laura Elena Calvache ya que han sabido brindarme su tiempo y conocimiento durante todo este proceso. Además, quiero agradecer al personal del laboratorio de biotecnología agrícola y de alimentos de la Universidad San Francisco de Quito, Noelia Barriga y Karen Herrera, por su colaboración y compañía. Finalmente, a todos mis compañeros ya que han sido de gran apoyo durante este proceso, especialmente, a Ricardo Coello y Fernando Herdoiza por su amistad.

## RESUMEN

Se presenta los resultados de una investigación sobre el control postcosecha de *Botrytis cinerea* en rosas (*Rosa* sp.) de la variedad Vendela usando recubrimientos y fungicidas naturales. Se seleccionó el hongo *Botrytis cinerea* para esta investigación debido a que limita la exportación de rosas del Ecuador. Para este estudio se evaluaron diferentes bases de recubrimientos y fungicidas naturales que servirán como controladores del hongo patógeno. Para todos los ensayos se usó un Diseño Completamente Aleatorizado (DCA). Además, se realizó un análisis de ANOVA para ver la significancia de los tratamientos con una prueba de separación de medias de Tukey ( $P \leq 0,05$ ). En cuanto a las bases de los recubrimientos, se han seleccionado y evaluado tres bases de recubrimientos que fueron: Aloe vera, gelatina y almidón de yuca. Primeramente, estas bases de recubrimientos se aplicaron en diferentes concentraciones para evaluar la apertura y fitotoxicidad en los botones de rosas en la variedad Vendela. Las concentraciones usadas fueron: en Aloe vera 25%, 50%, 75% y 100%; en gelatina 1% y 2%; y en almidón de yuca 1% y 2%. Como conclusión, las bases de recubrimientos de gelatina y almidón de yuca no permitieron la apertura y fueron fitotóxicas; mientras que en Aloe vera, el tratamiento al 25% permitió la apertura de las rosas y no fue fitotóxico. Por otro lado, los fungicidas naturales seleccionados fueron aceite esencial de orégano (*Origanum vulgare*), aceite esencial de tomillo (*Tymus vulgaris*) y quitosano. Estos fungicidas se evaluaron primeramente *in vitro* en medio PDA para observar su inhibición en el crecimiento de *Botrytis cinerea*. Las dosis utilizadas para los experimentos *in vitro* fueron: con aceite esencial de orégano 1% y 10%; aceite esencial de tomillo 0,1% y 10%; y quitosano 0,1% y 10%. En este segundo ensayo se destaca que los dos aceites esenciales a ambas concentraciones inhibieron completamente el crecimiento del hongo y el quitosano presentó una inhibición completa al 10% en los experimentos *in vitro*. Posteriormente, los fungicidas naturales en combinación de la mejor base de recubrimiento se evaluaron en diferentes concentraciones para observar su efecto en apertura y fitotoxicidad en los botones de rosas. Las concentraciones usadas para todos los fungicidas naturales fueron 0,1%, 1%, 5% y 10%, adicionalmente, 2% solamente en los dos aceites esenciales. Las mejores combinaciones de base de recubrimiento y fungicidas naturales fueron: todos con Aloe vera 25% más aceite esencial de orégano al 1%, aceite esencial de tomillo al 0,1%, y quitosano al 0,1% ya que presentaron apertura y no fitotoxicidad en los botones de rosas. Finalmente, con estas combinaciones entre la base de recubrimiento y los fungicidas naturales se realizaron bioensayos evaluando el control de *Botrytis cinerea* en los pétalos de rosa. En los bioensayos para el control de *Botrytis cinerea* en pétalos de rosas se encontró que los tratamientos no inhibieron el crecimiento del hongo ya que todos los tratamientos fueron similares al testigo.

## ABSTRACT

There are presented the results of an investigation in post-harvest *Botrytis cinerea* control in roses (*Rosa* sp.) Vendela variety using natural coatings and fungicides. The fungus *Botrytis cinerea* was selected because it limits the export of roses in Ecuador. For this study, there were selected different bases of coatings and natural fungicides that were used to control the pathogenic fungus. For all the experiments a Completely Randomized Design was used. Furthermore, ANOVA analysis was conducted to see the significance of the treatments with a mean separation test of Tukey ( $P \leq 0.05$ ). Three base coatings were selected and evaluated. Those base coatings were: Aloe vera, cassava starch, and gelatin. These base coatings were applied in different concentrations to evaluate phytotoxicity and opening on rose buttons. The concentrations used were: Aloe vera 25%, 50%, 75%, and 100%; gelatin 1% and 2%; and cassava starch 1% and 2%. The gelatin and cassava starch coatings did not allow the opening, and they were phytotoxic to the rose buttons; while, Aloe vera at 25% allowed the opening of roses, and it was non phytotoxic. On the other hand, the natural fungicides selected were: oregano essential oil (*Origanum vulgare*), thyme essential oil (*Tymus vulgaris*) and chitosan. Firstly, these fungicides were evaluated *in vitro* on PDA medium to observe its inhibition on the growth of *Botrytis cinerea*. The doses used for *in vitro* experiments were: oregano essential oil at 1% and 10%, thyme essential oil at 0.1% and 10%, and chitosan at 0.1% and 10%. The two essential oils at both concentrations completely inhibited the growth of the fungus, and chitosan showed complete inhibition at 10% in the *in vitro* experiments. Then, these natural fungicides in combination with the best base coating were evaluated in different concentrations to observe their phytotoxicity and opening effect on rose buttons. The concentrations used for all natural fungicides were 0.1%, 1%, 5%, and 10%, additionally, 2% only in both essential oils. The best combination of coating base and natural fungicides were: all with Aloe vera 25% like base, and oregano essential oil at 1%, thyme essential oil at 0.1%, and chitosan at 0.1% like natural fungicides. Finally, the best combinations between base coating and natural fungicides were used in bioassays to evaluate the control of *Botrytis cinerea* on rose petals. In the bioassays to control *Botrytis cinerea* on rose petals, it was found that the treatments did not inhibit fungal growth because they were similar to the control.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Agradecimientos .....	4
Resumen .....	5
Abstract.....	6
Índice de contenidos .....	7
Índice de tablas .....	10
Índice de figuras .....	15
Introducción.....	18
Antecedentes y Justificación.....	18
Objetivos.....	21
Objetivo General.....	21
Objetivos Específicos .....	22
Hipótesis .....	22
Marco teórico.....	22
Flores en el Ecuador .....	22
Sector floricultor en el Ecuador .....	23
Competencia .....	24
Comercio Exterior.....	24
Principales plagas y enfermedades de rosas .....	25
Botrytis cinerea .....	26
Generalidades .....	26
Ciclo de infección de <i>Botrytis cinerea</i> .....	26
Factores que influyen en la infección de <i>Botrytis cinerea</i> .....	27
Medios de cultivo de <i>Botrytis cinerea</i> en cultivos agrícolas.....	27
Control de <i>Botrytis cinerea</i> en cultivos agrícolas .....	28
Resistencia de <i>Botrytis</i> a fungicidas químicos .....	29
Recubrimientos naturales para el control de enfermedades y mejora en la calidad postcosecha .....	30
Componentes de recubrimientos naturales.....	31
Funciones de los recubrimientos naturales.....	31

Aceites esenciales usados como agentes de control de plagas y enfermedades .....	32
Fungicidas naturales en base de quitosano .....	32
Materiales y métodos.....	33
Obtención de bases de recubrimientos y fungicidas naturales .....	33
Cultivo de <i>Botrytis cinerea</i> .....	33
Fase experimental .....	34
Preparación de bases de recubrimientos y fungicidas naturales .....	34
Preparación del inóculo de <i>Botrytis cinerea</i> .....	35
Evaluación del crecimiento de <i>Botrytis cinerea in vitro</i> frente a fungicidas naturales .....	35
Evaluación de apertura en florero de rosas después de la inmersión en bases de recubrimientos y fungicidas naturales.....	36
Evaluación de la fitotoxicidad en botones de rosa después de la inmersión en las bases de recubrimientos y fungicidas naturales .....	37
Evaluación del crecimiento de <i>Botrytis cinerea</i> en pétalos de rosas con tratamientos de base de recubrimiento y fungicidas naturales.....	38
Diseño experimental .....	39
Resultados.....	40
Evaluación del crecimiento de <i>Botrytis cinerea in vitro</i> frente a fungicidas naturales.....	40
Evaluación de la fitotoxicidad en botones de rosa después de la inmersión en las bases de recubrimientos.....	44
Evaluación de apertura en florero de rosas después de la inmersión en bases de recubrimientos .....	48
Evaluación de la fitotoxicidad en botones de rosa después de la inmersión en la combinación de Aloe vera al 25% más fungicidas naturales.....	52
Evaluación de apertura en florero de rosas después de la inmersión en la combinación de Aloe vera al 25% y fungicidas naturales.....	55
Evaluación del crecimiento de <i>Botrytis cinerea</i> en pétalos de rosas con tratamientos de base de recubrimiento y fungicidas naturales .....	59
Discusión .....	65
Evaluación del crecimiento de <i>Botrytis cinerea in vitro</i> frente a fungicidas naturales.....	65
Evaluación de la fitotoxicidad en botones de rosa después de la inmersión en las bases de recubrimientos y fungicidas naturales.....	67



Evaluación de apertura en florero de rosas después de la inmersión en bases de recubrimientos y fungicidas naturales .....	67
Evaluación del crecimiento de <i>Botrytis cinerea</i> en pétalos de rosas con tratamientos de base de recubrimiento y fungicidas naturales .....	69
Conclusiones.....	72
Recomendaciones .....	73
Anexos .....	74
Evaluación del crecimiento de <i>Botrytis cinerea in vitro</i> frente a fungicidas naturales	74
Evaluación de la fitotoxicidad en botones de rosa después de la inmersión en las bases de recubrimientos.....	77
Evaluación de apertura en florero de rosas después de la inmersión en bases de recubrimientos .....	78
Evaluación de la fitotoxicidad en botones de rosa después de la inmersión en la combinación Aloe vera al 25% más fungicidas naturales .....	84
Evaluación de apertura en florero de rosas después de la inmersión en la combinación de Aloe vera al 25% y fungicidas naturales.....	85
Evaluación del crecimiento de <i>Botrytis cinerea</i> en pétalos de rosas con tratamientos de base de recubrimiento y fungicidas naturales .....	91
Bibliografía citada .....	98

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: ANOVA a partir de los datos de la medición del diámetro en centímetros de crecimiento de <i>Botrytis cinerea in vitro</i> frente a aceite esencial de orégano .....	41
Tabla 2: Resultados de la prueba de separación de medias de Tukey para la medición del diámetro en centímetros del crecimiento de <i>Botrytis cinerea in vitro</i> frente a aceite esencial de orégano .....	42
Tabla 3: ANOVA a partir de los datos de la medición del diámetro de crecimiento en centímetros de <i>Botrytis cinerea in vitro</i> frente a aceite esencial de tomillo.....	43
Tabla 4: Resultados de la prueba de separación de medias de Tukey para la medición del diámetro de crecimiento en centímetros de <i>Botrytis cinerea in vitro</i> frente a aceite esencial de tomillo .....	43
Tabla 5: ANOVA a partir de los datos de la medición del diámetro de crecimiento en centímetros de <i>Botrytis cinerea in vitro</i> frente a quitosano.....	44
Tabla 6: ANOVA a partir de los datos de la medición de fitotoxicidad en rosas de la variedad Vendela tratadas con almidón de yuca.....	46
Tabla 7: Resultados de la prueba de separación de medias de Tukey para la medición de fitotoxicidad en rosas de la variedad Vendela tratadas con almidón de yuca .....	46
Tabla 8: ANOVA a partir de los datos de la medición de fitotoxicidad en rosas de la variedad Vendela tratadas con gelatina.....	47
Tabla 9: Resultados de la prueba de separación de medias de Tukey para la medición de fitotoxicidad en rosas de la variedad Vendela tratadas con gelatina .....	48
Tabla 10: ANOVA a partir de los datos de la medición del diámetro de apertura en centímetros en rosas de la variedad Vendela tratadas con Aloe vera .....	49
Tabla 11: Resultados de la prueba de separación de medias de Tukey para la medición del diámetro de apertura en centímetros en rosas de la variedad Vendela tratadas con Aloe vera ...	49
Tabla 12: ANOVA a partir de los datos de la medición del diámetro de apertura en centímetros en rosas de la variedad Vendela tratadas con almidón de yuca.....	50
Tabla 13: Resultados de la prueba de separación de medias de Tukey para la medición del diámetro de apertura en centímetros en rosas de la variedad Vendela tratados con almidón de yuca .....	50
Tabla 14: ANOVA a partir de los datos de la medición del diámetro de apertura en centímetros en rosas de la variedad Vendela tratadas con gelatina .....	51
Tabla 15: Resultados de la prueba de separación de medias de Tukey para la medición del diámetro de apertura en centímetros en rosas de la variedad Vendela tratadas con gelatina .....	52
Tabla 16: ANOVA a partir de los datos de la medición de fitotoxicidad en rosas de la variedad Vendela tratadas con Aloe vera al 25% más quitosano.....	55
Tabla 17: Resultados de la prueba de separación de medias de Tukey para la medición de fitotoxicidad en rosas de la variedad Vendela tratadas con Aloe vera al 25% más quitosano ....	55
Tabla 18: ANOVA a partir de los datos de la medición del diámetro de apertura en centímetros en rosas de la variedad Vendela tratadas con Aloe vera (25%) más aceite esencial de orégano	56

Tabla 19: Resultados de la prueba de separación de medias de Tukey para la medición del diámetro de apertura en centímetros en rosas de la variedad Vendela tratadas con Aloe vera (25%) más aceite esencial de orégano.....	57
Tabla 20: ANOVA a partir de los datos de la medición del diámetro de apertura en centímetros en rosas de la variedad Vendela tratadas con Aloe vera (25%) más aceite esencial de tomillo..	58
Tabla 21: Resultados de la prueba de separación de medias de Tukey para la medición del diámetro de apertura en centímetros en rosas de la variedad Vendela tratadas con Aloe vera (25%) más aceite esencial de tomillo.....	58
Tabla 22: ANOVA a partir de los datos de la medición del diámetro de apertura en centímetros en rosas de la variedad Vendela tratadas con Aloe vera (25%) más quitosano .....	59
Tabla 23: Resultados de la prueba de separación de medias de Tukey para la medición del diámetro de apertura en centímetros en rosas de la variedad Vendela tratadas con Aloe vera (25%) más quitosano.....	59
Tabla 24: ANOVA a partir de los datos de la medición del diámetro de crecimiento en centímetros de <i>Botrytis cinerea</i> en un pétalo de rosa de la variedad Vendela frente a Aloe vera (25%) más aceite esencial de orégano (1%).....	61
Tabla 25: Resultados de la prueba de separación de medias de Tukey para la medición del diámetro de crecimiento en centímetros de <i>Botrytis cinerea</i> en un pétalo de rosa de la variedad Vendela frente a Aloe vera (25%) más aceite esencial de orégano (1%).....	61
Tabla 26: ANOVA a partir de los datos de la medición del diámetro de crecimiento en centímetros de <i>Botrytis cinerea</i> en un pétalo de rosa de la variedad Vendela frente Aloe vera (25%) más aceite esencial de tomillo (0,1%).....	63
Tabla 27: Resultados de la prueba de separación de medias de Tukey para la medición del diámetro de crecimiento de <i>Botrytis cinerea</i> en un pétalo de rosa de la variedad Vendela tratadas con Aloe vera (25%) más aceite esencial de tomillo (0,1%).....	63
Tabla 28: ANOVA a partir de los datos de la medición del diámetro de crecimiento en centímetros de <i>Botrytis cinerea</i> en un pétalo de rosa de la variedad Vendela frente a Aloe vera (25%) más quitosano (0,1%).....	64
Tabla 29: Resultados de la prueba de separación de medias de Tukey para la medición del diámetro de crecimiento en centímetros de <i>Botrytis cinerea</i> en un pétalo de rosa de la variedad Vendela frente a Aloe vera (25%) más quitosano (0,1%).....	65
Tabla 30: Datos de la medición del diámetro de crecimiento en centímetros de <i>Botrytis cinerea in vitro</i> frente aceite esencial de orégano.....	74
Tabla 31: Promedio de cada repetición de la medición del diámetro de crecimiento en centímetros de <i>Botrytis cinerea in vitro</i> frente a aceite esencial de orégano .....	74
Tabla 32: Componentes calculados para el ANOVA para la medición del diámetro de crecimiento en centímetros de <i>Botrytis cinerea in vitro</i> frente a aceite esencial de orégano.....	74
Tabla 33: Datos de la medición del diámetro de crecimiento en centímetros de <i>Botrytis cinerea in vitro</i> frente a aceite esencial de tomillo.....	75
Tabla 34: Promedio de cada repetición de la medición del diámetro de crecimiento en centímetros de <i>Botrytis cinerea in vitro</i> frente a aceite esencial de tomillo.....	75
Tabla 35: Componentes calculados para el ANOVA para la medición del diámetro de crecimiento en centímetros de <i>Botrytis cinerea in vitro</i> frente a aceite esencial de tomillo .....	75

Tabla 36: Datos de la medición del diámetro de crecimiento en centímetros de <i>Botrytis cinerea in vitro</i> frente a quitosano.....	76
Tabla 37: Promedio de cada repetición de la medición del diámetro de crecimiento en centímetros de <i>Botrytis cinerea in vitro</i> frente a quitosano.....	76
Tabla 38: Componentes calculados para el ANOVA para la medición del diámetro de crecimiento en centímetros de <i>Botrytis cinerea in vitro</i> frente a quitosano .....	76
Tabla 39: Datos de la medición de la fitotoxicidad en rosas de la variedad Vendela después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de Aloe vera.....	77
Tabla 40: Datos de la medición de la fitotoxicidad en rosas de la variedad Vendela después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de almidón de yuca .....	77
Tabla 41: Componentes calculados para el ANOVA para la medición de fitotoxicidad de rosas de la variedad Vendela después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de almidón de yuca .....	77
Tabla 42: Datos de la medición de la fitotoxicidad en rosas de la variedad Vendela después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de gelatina.....	78
Tabla 43: Componentes calculados para el ANOVA para la medición de fitotoxicidad en rosas de la variedad Vendela después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de gelatina.....	78
Tabla 44: Datos diarios de la medición del diámetro de apertura en centímetros en rosas variedad Vendela después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de Aloe vera .....	79
Tabla 45: Promedio de cada repetición de la medición del diámetro de apertura en centímetros en rosas de la variedad Vendela después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de Aloe vera.....	80
Tabla 46: Componentes calculados para el ANOVA para la medición del diámetro de apertura en centímetros en rosas de la variedad Vendela después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de Aloe vera.....	80
Tabla 47: Datos diarios de la medición del diámetro de apertura en centímetros en rosas de la variedad Vendela después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de almidón de yuca.	81
Tabla 48: Promedio de cada repetición de la medición del diámetro de apertura en centímetros en rosas de la variedad Vendela después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de almidón de yuca .....	82
Tabla 49: Componentes calculados para el ANOVA para la medición del diámetro de apertura en centímetros en rosas de la variedad Vendela después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de almidón de yuca .....	82
Tabla 50: Datos diarios de la medición del diámetro de apertura en centímetros en rosas de la variedad Vendela después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de gelatina .....	83
Tabla 51: Promedio de cada repetición de la medición del diámetro de apertura en centímetros en rosas de la variedad Vendela después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de gelatina .....	84
Tabla 52: Componentes calculados para el ANOVA para la medición del diámetro de apertura en centímetros en rosas de la variedad Vendela después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de gelatina .....	84

Tabla 53: Datos de la medición de la fitotoxicidad en rosas de la variedad Vendela después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de Aloe vera al 25% más aceite esencial de orégano .....	84
Tabla 54: Datos de la medición de la fitotoxicidad en rosas de la variedad Vendela después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de Aloe vera al 25% más aceite esencial de tomillo .....	85
Tabla 55: Datos de la medición de la fitotoxicidad en rosas de la variedad Vendela después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de Aloe vera al 25% más quitosano.....	85
Tabla 56: Componentes calculados para el ANOVA para la medición de fitotoxicidad en rosas de la variedad Vendela después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de Aloe vera al 25% más quitosano .....	85
Tabla 57: Datos diarios de la medición del diámetro de apertura en centímetros en rosas de la variedad Vendela después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de Aloe vera al 25% más aceite esencial de orégano.....	86
Tabla 58: Promedio de cada repetición de la medición del diámetro de apertura en centímetros en rosas de la variedad Vendela después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de Aloe vera al 25% más aceite esencial de orégano.....	87
Tabla 59: Componentes calculados para el ANOVA para la medición del diámetro de apertura en centímetros en rosas de la variedad Vendela después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de Aloe vera al 25% más aceite esencial de orégano.....	87
Tabla 60: Datos diarios de la medición del diámetro de apertura en centímetros en rosas de la variedad Vendela después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de Aloe vera al 25% más aceite esencial de tomillo.....	88
Tabla 61: Promedio de cada repetición de la medición del diámetro de apertura en centímetros en rosas de la variedad Vendela después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de Aloe vera al 25% más aceite esencial de tomillo.....	89
Tabla 62: Componentes calculados para el ANOVA para la medición del diámetro de apertura en centímetros en rosas de la variedad Vendela después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de Aloe vera al 25% más aceite esencial de tomillo .....	89
Tabla 63: Datos diarios de la medición del diámetro de apertura en centímetros en rosas de la variedad Vendela después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de Aloe vera al 25% más quitosano.....	90
Tabla 64: Promedio de cada repetición de la medición del diámetro de apertura en centímetros en rosas de la variedad Vendela después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de Aloe vera al 25% más quitosano.....	91
Tabla 65: Componentes calculados para el ANOVA para la medición del diámetro de apertura en centímetros en rosas de la variedad Vendela después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de Aloe vera al 25% más quitosano.....	91
Tabla 66: Datos diarios de la medición del diámetro de crecimiento en centímetros de <i>Botrytis cinerea</i> en rosas de la variedad Vendela antes y después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de Aloe vera al 25% más aceite esencial de orégano 1% .....	92
Tabla 67: Promedio de cada repetición de la medición del diámetro de crecimiento en centímetros de <i>Botrytis cinerea</i> en rosas de la variedad Vendela antes y después de ser	

sumergidas en la base de recubrimiento de Aloe vera al 25% más aceite esencial de orégano al 1% .....	93
Tabla 68: Componentes calculados para el ANOVA para la medición del diámetro de crecimiento en centímetros de <i>Botrytis cinerea</i> en rosas de la variedad Vendela antes y después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de Aloe vera al 25% más aceite esencial de orégano al 1% .....	93
Tabla 69: Datos diarios de la medición del diámetro de crecimiento en centímetros de <i>Botrytis cinerea</i> en rosas de la variedad Vendela antes y después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de Aloe vera al 25% más aceite esencial de tomillo 0,1% .....	94
Tabla 70: Promedio de cada repetición de la medición del diámetro de crecimiento en centímetros de <i>Botrytis cinerea</i> en rosas antes y después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de Aloe vera al 25% más aceite esencial de tomillo 0,1% .....	95
Tabla 71: Componentes calculados para el ANOVA para la medición del diámetro de crecimiento en centímetros de <i>Botrytis cinerea</i> en rosas de la variedad Vendela antes y después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de Aloe vera al 25% más aceite esencial de tomillo al 0,1% .....	95
Tabla 72: Datos diarios de la medición del diámetro de crecimiento en centímetros de <i>Botrytis cinerea</i> en rosas de la variedad Vendela antes y después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de Aloe vera al 25% más quitosano al 0,1% .....	96
Tabla 73: Promedio de cada repetición de la medición del diámetro de crecimiento en centímetros de <i>Botrytis cinerea</i> en rosas de la variedad Vendela antes y después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de Aloe vera al 25% más quitosano al 0,1% .....	97
Tabla 74: Componentes calculados para el ANOVA para la medición del diámetro de crecimiento en centímetros de <i>Botrytis cinerea</i> en rosas de la variedad Vendela antes y después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de Aloe vera al 25% más quitosano 0,1% .....	97

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Medición en centímetros del diámetro de crecimiento de <i>Botrytis cinerea in vitro</i> . Las líneas rojas representan la forma de medir horizontal y verticalmente .....	36
Figura 2: Medición en centímetros del diámetro de apertura de la rosa. Las líneas rojas representan la forma de medir horizontal y verticalmente .....	37
Figura 3: Escala de fitotoxicidad desde 0 hasta 4 siendo 0 no fitotóxico y 4 totalmente fitotóxico .....	38
Figura 4: Medición del diámetro de crecimiento de <i>Botrytis cinerea</i> en un pétalo de rosa (en centímetros). Las líneas rojas representan la forma de medir horizontal y verticalmente .....	39
Figura 5: Evaluación del diámetro de crecimiento de <i>Botrytis cinerea in vitro</i> frente a aceite esencial de orégano .....	41
Figura 6: Medición del diámetro de crecimiento en centímetros de <i>Botrytis cinerea in vitro</i> frente al fungicida natural de aceite esencial de orégano. De izquierda a derecha: testigo, aceite esencial de orégano 1%, y aceite esencial de orégano 10%. Las barras representan desviaciones estándar. ....	41
Figura 7: Evaluación del diámetro de crecimiento de <i>Botrytis cinerea in vitro</i> frente a aceite esencial de tomillo.....	42
Figura 8: Medición del diámetro de crecimiento en centímetros de <i>Botrytis cinerea in vitro</i> frente al fungicida natural de aceite esencial de tomillo. De izquierda a derecha: testigo, aceite esencial de tomillo 0,1%, y aceite esencial de tomillo 10%. Las barras representan desviaciones estándar. ....	42
Figura 9: Evaluación del crecimiento de <i>Botrytis cinerea in vitro</i> frente a quitosano .....	43
Figura 10: Medición del diámetro de crecimiento en centímetros de <i>Botrytis cinerea in vitro</i> frente al fungicida natural de quitosano. De izquierda a derecha: testigo, quitosano 0,1%, y quitosano 10%. Las barras representan desviaciones estándar. ....	44
Figura 11: Evaluación de fitotoxicidad en botones de rosa de la variedad Vendela después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de Aloe vera .....	45
Figura 12: Evaluación de fitotoxicidad en botones de rosa de la variedad Vendela después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de almidón de yuca.....	45
Figura 13: Medición de la fitotoxicidad en rosas de la variedad Vendela. De izquierda a derecha: testigo de agua, almidón de yuca 1% y almidón de yuca 2%. Las barras representan desviaciones estándar. ....	46
Figura 14: Evaluación de fitotoxicidad en botones de rosa de la variedad Vendela después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de gelatina .....	47
Figura 15: Medición de la fitotoxicidad en rosas de la variedad Vendela. De izquierda a derecha: testigo de agua, gelatina 1% y gelatina 2%. Las barras representan desviaciones estándar. ....	47
Figura 16: Medición del diámetro de apertura en centímetros de botones en rosa de la variedad Vendela inmersas en Aloe vera. De izquierda a derecha: testigo de agua, Aloe vera 25%, Aloe vera 50% Aloe vera 75% y Aloe vera 100%. Las barras representan desviaciones estándar. ....	49

Figura 17: Medición del diámetro de apertura en centímetros en botones de rosa de la variedad Vendela inmersas en almidón de yuca. De izquierda a derecha: testigo de agua, almidón de yuca 1% y almidón de yuca 2%. Las barras representan desviaciones estándar. ....	50
Figura 18: Medición del diámetro de apertura en centímetros en botones de rosa de la variedad Vendela inmersas en gelatina. De izquierda a derecha: testigo de agua, gelatina 1% y gelatina 2%. Las barras representan desviaciones estándar. ....	51
Figura 19: Evaluación de la fitotoxicidad en botones de rosa de la variedad Vendela después de ser sumergidas en la combinación de Aloe vera al 25% más aceite esencial de orégano .....	52
Figura 20: Medición de la fitotoxicidad en rosas de la variedad Vendela. De izquierda a derecha: testigo de agua, Aloe vera 25% + Aceite esencial de orégano 0,1%, Aloe vera 25% + Aceite esencial de orégano 1%, Aloe vera 25% + Aceite esencial de orégano 2%, Aloe vera 25% + Aceite esencial de orégano 5%, y Aloe vera 25% + Aceite esencial de orégano 10% .....	53
Figura 21: Evaluación de la fitotoxicidad en botones de rosa de la variedad Vendela después de ser sumergidas en la combinación de Aloe vera al 25% más aceite esencial de tomillo .....	53
Figura 22: Medición de la fitotoxicidad en rosas de la variedad Vendela. De izquierda a derecha: testigo de agua, Aloe vera 25% + Aceite esencial de tomillo 0,1%, Aloe vera 25% + Aceite esencial de tomillo 1%, Aloe vera 25% + Aceite esencial de tomillo 2%, Aloe vera 25% + Aceite esencial de tomillo 5% y Aloe vera 25% + Aceite esencial de tomillo 10% .....	54
Figura 23: Evaluación de la fitotoxicidad en botones de rosa de la variedad Vendela después de ser sumergidas en la combinación de Aloe vera al 25% más quitosano (0,1%, 1%, 5%, 10%) ..	54
Figura 24: Medición de la fitotoxicidad en rosas de la variedad Vendela. De izquierda a derecha: testigo de agua, Aloe vera 25% + quitosano 0,1%, Aloe vera 25% + quitosano 1%, Aloe vera 25% + quitosano 5% y Aloe vera 25% + quitosano 10%. Las barras representan desviaciones estándar. ....	55
Figura 25: Medición del diámetro de apertura en centímetros en botones de rosa de la variedad Vendela inmersas en la combinación de Aloe vera y aceite esencial de orégano. De izquierda a derecha: testigo de agua, Aloe vera 25% + Aceite esencial de orégano 0,1%, Aloe vera 25% + Aceite esencial de orégano 1%, Aloe vera 25% + Aceite esencial de orégano 2%, Aloe vera 25% + Aceite esencial de orégano 5%. Las barras representan desviaciones estándar.....	56
Figura 26: Medición del diámetro de apertura en centímetros en rosas de la variedad Vendela. De izquierda a derecha: testigo de agua, Aloe vera 25% + Aceite esencial de tomillo 0,1%, Aloe vera 25% + Aceite esencial de tomillo 1%, Aloe vera 25% + Aceite esencial de tomillo 2%, Aloe vera 25% + Aceite esencial de tomillo 5%. Las barras representan desviaciones estándar. ....	57
Figura 27: Medición del diámetro de apertura de rosas de la variedad Vendela. De izquierda a derecha: testigo de agua, Aloe vera 25% + quitosano 0,1%, Aloe vera 25% + quitosano 1%, Aloe vera 25% + quitosano 5% y Aloe vera 25% + quitosano 10%. Las barras representan desviaciones estándar. ....	59
Figura 28: Evaluación del diámetro de crecimiento de <i>Botrytis cinerea</i> en pétalos de rosa de la variedad Vendela frente a la combinación de Aloe vera con aceite esencial de orégano .....	60
Figura 29: Medición del diámetro de crecimiento en centímetros de <i>Botrytis cinerea</i> en un pétalo de rosa de la variedad Vendela frente a la combinación de Aloe vera al 25% y aceite esencial de orégano al 1%. Donde: T1: testigo de <i>Botrytis cinerea</i> , T2: testigo de agua antes, T3:	



testigo de agua después, T4: fungicida comercial antes, T5: fungicida comercial después, T6: fungicida comercial + Aloe vera 25% antes, T7: fungicida comercial + Aloe vera 25% después, T8: Aloe vera 25% + aceite esencial de orégano 1% antes y T9: Aloe vera 25% + aceite esencial de orégano 1% después. Las barras representan desviaciones estándar.....	61
Figura 30: Evaluación del diámetro de crecimiento de <i>Botrytis cinerea</i> en pétalos de rosa de la variedad Vendela frente a la combinación de Aloe vera con aceite esencial de tomillo.....	62
Figura 31: Medición del diámetro de crecimiento en centímetros de <i>Botrytis cinerea</i> en un pétalo de rosa de la variedad Vendela frente a la combinación de Aloe vera 25% y aceite esencial de tomillo 0,1%. Donde: T1: testigo de <i>Botrytis cinerea</i> , T2: testigo de agua antes, T3: testigo de agua después, T4: fungicida comercial antes, T5: fungicida comercial después, T6: fungicida comercial + Aloe vera 25% antes, T7: fungicida comercial + Aloe vera 25% después, T8: Aloe vera 25% + aceite esencial de tomillo 0,1% antes y T9: Aloe vera 25% + aceite esencial de tomillo 0,1% después. Las barras representan desviaciones estándar. ....	62
Figura 32: Evaluación del diámetro de crecimiento de <i>Botrytis cinerea</i> en pétalos de rosa de la variedad Vendela frente a la combinación de Aloe vera y quitosano .....	64
Figura 33: Medición del diámetro de crecimiento en centímetros de <i>Botrytis cinerea</i> en un pétalo de rosa de la variedad Vendela frente a la combinación de Aloe vera 25% y quitosano 0,1%. Donde: T1: testigo de <i>Botrytis cinerea</i> , T2: testigo de agua antes, T3: testigo de agua después, T4: fungicida comercial antes, T5: fungicida comercial después, T6: fungicida comercial + Aloe vera 25% antes, T7: fungicida comercial + Aloe vera 25% después, T8: Aloe vera 25% + quitosano 0,1% antes y T9: Aloe vera 25% + quitosano 0,1% después. Las barras representan desviaciones estándar.....	64

# INTRODUCCIÓN

## Antecedentes y Justificación

Las rosas (*Rosa* sp.) son plantas ornamentales que desde el pasado en la cultura egipcia, griega, y otras han sido consideradas como símbolo de belleza. Las rosas que son cultivadas comercialmente son variedades híbridas que han sido resultado de trabajos de selección y mejoramiento genético. Las variedades de rosas presentan una gran variedad de colores y combinaciones (Infoagro, 2014).

En Ecuador, la producción de rosas se encuentra dentro del sector florícola que es una de las agroindustrias más importantes del país, ya que es un gran aporte en la exportación de productos. El sector florícola involucra la producción y cultivo de diferentes tipos de flores como son flores de verano, flores tropicales, rosas, y otras. Dentro del sector florícola, las rosas son el producto más cotizado, con la mayor demanda, y el líder en exportaciones con más de 60 variedades. En el período 2001-2012, las exportaciones de flores del Ecuador han tenido un crecimiento sostenido del 11.21% anual en el monto en dólares. Los principales mercados para las flores ecuatorianas evaluados al año 2012 son: Estados Unidos con el 38%, seguido por el Bloque Soviético y Unión Europea ambos con el 30%, y lo restante se distribuía en diferentes lugares (Proecuador, 2013; Expoflores, 2013).

El cultivo de rosas es de gran importancia para el país porque las exportaciones de flores es uno de los motores del comercio exterior. Además, el sector florícola es una gran opción, ya que genera más puestos de trabajo que otras industrias agrícolas en diferentes localidades del Ecuador como son: Cayambe, Pedro Moncayo, Mejía, Pujilí, Latacunga, Salcedo, Machachi, entre otros. Adicionalmente, el sector florícola genera puestos de trabajo tanto directos como indirectos; alrededor 120.000 plazas en el año 2012. Por otro lado, es importante aprovechar las condiciones ambientales que presenta el Ecuador puesto que favorecen la producción de rosas. Estas condiciones son micro climas y luminosidad que dan características únicas a las flores ecuatorianas como: tallos gruesos, largos y verticales, botones grandes con colores vivos. Por lo tanto, es importante aplicar soluciones disponibles a los problemas presentes en la producción

para mantener esta importante industria del país. Además, en la actualidad al igual que en otras áreas agrícolas hay una tendencia a lo “orgánico” para proteger al medio ambiente y las personas. A partir de los 90”s esta área de producción orgánica de flores ha ido creciendo. Otra tendencia importante es la incorporación de flores comestibles que son usadas por famosos chefs y restaurantes gourmets, supermercados, y tiendas especializadas. Debido a estas tendencias es importante encontrar nuevas formas de producción (Proecuador, 2013).

Por otro lado, existen varias enfermedades importantes en las rosas. El Mildiu velloso (*Peronospora sparsa*) es un hongo que crece en elevada humedad y temperatura y que produce daños en el haz de las hojas, pecíolos, tallos y una rápida defoliación. Otro hongo es Oídio (*Oidium* sp.) que causa manchas blancas y pulverulentas sobre tejidos tiernos y deformación de hojas. Además, las rosas presentan problemas de plagas, de las cuales tres son las más comunes. Una de las plagas más importantes es la araña roja (*Tetranychus urticae*) que produce daños graves en las plantas. Pulgones (*Macrosiphum rosae*) es otra plaga que produce daños en brotes jóvenes, yemas floreales y botones. Trips (*Frankliniella occidentalis*) es una plaga que se desarrolla en el interior de los botones florales y en los ápices de los vástagos, produciendo deformaciones en los botones (Infoagro, 2014).

Uno de los principales problemas en el cultivo de rosas, además de los mencionados, es el hongo llamado *Botrytis cinerea* que se desarrolla en ambientes húmedos y con temperaturas superiores a 20 °C. El hongo penetra en las plantas a través de heridas y ataca principalmente a plantas envejecidas. La infección de *Botrytis cinerea* se manifiesta como manchas pardas en hojas y botones, además, hace que los botones no se abran y pierdan su coloración natural, caída de hojas y desecamiento (Díaz Romero, 2012).

Otros problemas que se producen durante la producción de flores es el daño del suelo como resultado de la fertilización excesiva que se traduce en salinización del suelo. El uso de pesticidas puede afectar tanto a insectos como microorganismos benéficos, además, de causar problemas de salud en los seres humanos si no se tiene la

protección adecuada. Por último, el uso de agroquímicos puede contaminar el agua tanto a las fuentes superficiales como subterráneas (Acción Ecológica, 2000).

Como se mencionó anteriormente, la exigencia de la calidad de los mercados internacionales demandan que la flor no presente *Botrytis cinerea*. Por lo tanto, la presencia de esta enfermedad puede limitar drásticamente la exportación de los ramos de rosas, ya que puede ser que se devuelvan las rosas a la finca y no puedan enviar el producto a su lugar de destino (Acosta Puga, 2014). Por otro lado, la presencia de la enfermedad en los diferentes mercados afectan significativamente los precios de venta del producto, por lo que va a generar que las empresas florícolas pierdan ingresos (Acosta *et al.*, 2014). Adicionalmente, la presencia de la enfermedad en los pétalos de la rosa va a generar que se eliminen los pétalos afectados, tomando en cuenta que solamente se puede eliminar un número limitado de pétalos para cumplir los parámetros necesarios en ciertos mercados, lo cual, a su vez se verá reflejado en el precio de venta (Jarrín, 2014). Finalmente, hay la posibilidad que la flor sea descartada totalmente debido a esta enfermedad porque no puede cumplir con los parámetros necesarios en ningún mercado, lo cual es negativo puesto que no se comercializa esa flor, o su precio es muy bajo si se destina al mercado nacional.

Dado que *Botrytis cinerea* es una de las principales enfermedades de las rosas, es importante encontrar nuevos métodos de control de esta enfermedad. Recubrimientos naturales en diferentes frutas y hortalizas han sido usados para control de *Botrytis cinerea*. Un recubrimiento natural es una matriz continua y delgada que envuelve al alimento que puede ser aplicado por inmersión. Estos recubrimientos están formados por diferentes compuestos como carbohidratos, proteínas, lípidos o por una mezcla de ellos. La función de estos recubrimientos es generar una atmósfera modificada que controla la transferencia de gases y agua, crecimiento microbiano y mantiene características como firmeza, brillo y color. Por lo tanto, los recubrimientos naturales sirven para controlar hongos que afectan a diferentes productos vegetales tales como plantas ornamentales y frutas, con lo cual se puede tener un mejor producto y alargar su vida útil (Wilson *et al.*, 1997).

Por otro lado, entre los fungicidas naturales se encuentran los aceites esenciales que son una fuente rica en productos químicos bioactivos que tienen diversas propiedades antifúngicas. Por lo general estos productos químicos son útiles contra un número limitado de especies, y a veces son específicos para alguna especie. Además, los aceites esenciales son biodegradables y no tóxicos. Por lo tanto, el uso de fungicidas naturales obtenidos a partir de diferentes plantas para controlar de *Botrytis cinerea* han presentado buenos resultados debido a sus ingredientes activos presentes en los aceites esenciales que son los que producen el daño al hongo (Adebayo *et al.*, 2013).

La combinación de los recubrimientos y fungicidas naturales representa una gran opción para controlar la enfermedad de *Botrytis cinerea*, por lo cual, permite que los productos afectados con esta enfermedad, entre los cuales se destacan las rosas, puedan cumplir con los parámetros deseados por los consumidores y adicionalmente alargar la vida útil. Además, va a contribuir con el aumento de ingresos de las empresas productoras de rosas, ya que puede disminuir las pérdidas que normalmente sufren las empresas a causa de esta enfermedad. Otra de las ventajas del uso de estas alternativas es que se puede disminuir el uso de pesticidas químicos que producen daños al medio ambiente y a las personas.

Finalmente, por medio de la combinación de los recubrimientos y fungicidas naturales se puede controlar la enfermedad de *Botrytis cinerea*, lo cual, trae grandes beneficios. Uno de los beneficios es el menor uso de pesticidas que causan daños ambientales y a humanos. El otro beneficio es que se mantiene la calidad de las rosas para que se pueda comercializar el producto y que llegue en buen estado a los clientes finales. Por lo tanto, los recubrimientos y fungicidas naturales representan un área de investigación importante para buscar alternativas para el control de *Botrytis cinerea*.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Evaluar los diferentes recubrimientos y fungicidas naturales para el control postcosecha de *Botrytis cinerea* en rosas (*Rosa* sp.) de la variedad Vendela.

## Objetivos Específicos

1. Reactivar cepas de *Botrytis cinerea* que estaban en el banco de hongos de la Universidad San Francisco de Quito.
2. Cultivar el hongo de *Botrytis cinerea in vitro* en medio PDA.
3. Evaluar el crecimiento de *Botrytis cinerea in vitro* adicionando los fungicidas naturales (aceites esenciales de orégano, *Origanum vulgare*, y tomillo, *Tymus vulgaris*, y quitosano) en el medio de cultivo PDA.
4. Evaluar la apertura y fitotoxicidad de las rosas después de la inmersión en las bases de recubrimientos naturales (Aloe vera, gelatina, y almidón de yuca).
5. Determinar la apertura y fitotoxicidad de las rosas después la inmersión en las bases de recubrimientos naturales conjuntamente con los fungicidas naturales.
6. Seleccionar las mejores combinaciones de bases de recubrimientos y fungicidas naturales.
7. Preparar inóculo de *Botrytis cinerea* para los bioensayos.
8. Medir el diámetro de crecimiento de *Botrytis cinerea* en los pétalos de rosas antes y después de ser inmersos en los tratamientos de recubrimientos más fungicidas naturales.

## HIPÓTESIS

La aplicación de recubrimientos (Aloe vera, gelatina y almidón de yuca) y fungicidas naturales (aceites esenciales de orégano, *Origanum vulgare*, y tomillo, *Tymus vulgaris*, y quitosano) reducirían y controlarían la infección de *Botrytis cinerea* en las rosas de la variedad Vendela.

## MARCO TEÓRICO

### Flores en el Ecuador

El sector florícola es una de las industrias más fuertes en muchos países desarrollados y en vías de desarrollo. Mundialmente, esta industria empezó a finales del siglo 19 con la producción de varias flores como rosas, flores de verano, flores tropicales y otras; de las cuales las rosas son las más cotizadas y de mayor demanda a

nivel mundial. Además, este tipo de cultivo ha ido aumentando en cuanto a la superficie sembrada y ha desplazado otras actividades económicas como son la crianza de ganado y la producción de lácteos. Inicialmente, la floricultura se ubicó en los Países Bajos y en Estados Unidos, pero en los años 80 por el proceso de globalización, la producción florícola comienza a trasladarse a los países de África, Asia y América Latina debido a la mano de obra barata. En América Latina, el primer país en donde se inició la floricultura industrialmente fue Colombia; seguido por Ecuador y con menos intensidad en Perú y Bolivia. Por otro lado, Estados Unidos presionó para fomentar los denominados “Cultivos Agrícolas No Tradicionales de Exportación”. En Ecuador, se presentó una crisis de la estrategia de sustitución de importaciones y debilidades en los sectores tradicionales de producción como café, cacao y banano. Todos estos factores permitieron que la floricultura y el sector agrícola sea una posible solución. Además, el desarrollo del sector florícola en el Ecuador tuvo un gran apoyo a través de préstamos blandos o con asesoramiento internacional (Colombia e Israel). Finalmente, empresarios vieron que el capital invertido se recuperaba en pocos años por la gran demanda del producto en el extranjero (Harari *et al.*, 2011).

Además de los factores mencionados, en el Ecuador se encontraron varias ventajas comparativas que generaron que el mercado internacional de flores, especialmente rosas, prefirieran las flores ecuatorianas. Entre estas ventajas se encuentran las condiciones naturales que Ecuador presenta por estar en la zona ecuatorial. Algunas de las condiciones que Ecuador posee son: 12 horas de luz durante todo el año; temperaturas adecuadas por estar en la Cordillera de los Andes; agua dulce de deshielo y vertientes, entre otras. Estos factores han permitido tener flores con características únicas como son el color, tamaño de botón, textura y el largo de los tallos. Sumado a estas condiciones favorables, la industria de flores, especialmente de rosas, ha formado recurso humano calificado y tecnología para obtener y mantener una calidad reconocida mundialmente (FLACSO y MIPRO, 2010).

### **Sector floricultor en el Ecuador**

Para el año 2013 en Ecuador hubo alrededor de 571 fincas florícolas que representaban aproximadamente 4000 hectáreas que aportaban con 11,9% al PIB

Agrícola. El promedio por finca fue de 7,1 hectáreas, considerando que las fincas pequeñas han sido las que más existen en el país, ya que representaban el 62% de todas las fincas con una extensión de 6,12 hectáreas o menos. El promedio de variedades por finca fue de 57. Es importante mencionar que de todas las flores que se producían en Ecuador, el 71% fueron rosas. El mercado para las flores Ecuatorianas se distribuía en tres destinos, el primero a Estados Unidos con el 38%, seguido por el Bloque Soviético y Unión Europea ambos con el 30%, y lo restante se distribuía en diferentes lugares (Expoflores, 2013).

## **Competencia**

Los principales competidores de las flores ecuatorianas son Colombia, Etiopía y Kenia. La demanda de flores a nivel mundial cayó 0,45% en comparación del año 2012. A pesar de ello, Ecuador y sus tres principales competidores antes mencionados han presentado un incremento en sus exportaciones en los últimos años. El crecimiento en la exportación de flores de Colombia es del 5%, Ecuador 9%, Kenia 5% y Etiopía 39%. Holanda es el líder en el mercado mundial, pero en los últimos años ha sufrido caídas en la exportación de flores (Expoflores, 2014b).

Como otro tipo de competencia se debe considerar los productos sustitutos ya que brindan beneficios parecidos a las rosas. Entre los productos sustitutos se pueden considerar “dulces, chocolates, tarjetas, peluches, serenatas, globos, adornos...-cuadros, artesanías, plantas de macetas” (Cortés, 2008).

## **Comercio Exterior**

En el Boletín de Comercio Exterior de Enero a Febrero de 2015, las exportaciones no petroleras en el período de Enero a Noviembre de 2014 crecieron en un 16,78% en el mismo período de análisis que años anteriores. Dentro de los principales productos no petroleros de exportación, el sector de acuicultura es el que mayor porcentaje presenta con 21,2%, mientras que el sector florícola presenta el 6,56% (Proecuador, 2015).

Por otro lado, las exportaciones totales de flores en el mes de enero desde 2010 a 2014 presentan una tendencia creciente tanto en toneladas como en miles de dólares. Además, en estos mismos períodos, el precio tenía una tendencia creciente



hasta el año 2012, pero en los dos últimos años el precio ha descendido. Esta baja de precios se compensa con el aumento de la demanda. Esta reducción de precios se debe principalmente a que las empresas florícolas han disminuido sus precios para competir en los diferentes mercados, principalmente en el de Estados Unidos. En el mes de Febrero, se presenta igualmente un crecimiento en miles de dólares como en toneladas con respecto al año 2013. Debido a que este es un mes importante para la industria florícola, se reportó un ingreso de 92 millones de dólares. El precio en esta época es muy cambiante debido a que depende de la cantidad de la demanda y al número de exportadores, pero en los dos últimos años se ha presentado una reducción en el precio (Expoflores, 2014a).

### **Principales plagas y enfermedades de rosas**

Entre las principales plagas de rosas podemos encontrar a las siguientes:

La araña roja (*Tetranychus urticae*) se desarrolla a temperaturas elevadas y con humedad baja. El ataque de la araña roja produce que las hojas de las plantas presenten un punteado o manchas finas blanco amarillentas, pueden presentar telarañas en el envés de las hojas e incluso puede haber caída de las mismas. Generalmente su ciclo de vida es de 15 a 21 días dependiendo de la temperatura y humedad. Otra plaga importante son los pulgones (*Macrosiphum rosae*) que se desarrollan en ambiente seco y ligeramente caluroso. Esta plaga ataca a hojas jóvenes, tallos y brotes de yemas florales, lo cual produce amarillamiento de las partes afectadas. Trips (*Frankliniella occidentalis*) es una plaga que se desarrolla en un ambiente cálido y con humedad menor al 50%. Esta plaga se hospeda en el interior de los botones florales cerrados, por lo cual, su ataque produce deformaciones en estos tejidos (Arcos, 2011; Caiza, 2013).

Entre las principales enfermedades de rosas podemos encontrar a las siguientes:

El mildiu veloso o tizón (*Peronospora sparsa*) se desarrolla en ambientes con humedad relativa superiores al 50% y con temperatura entre 25 a 30°C. La enfermedad provoca manchas irregulares de color marrón o púrpura en el haz de las hojas, tallos y peciolos, además, puede producir una rápida defoliación. Otra de las enfermedades importantes es oídio (*Oidium* sp.) que se desarrolla en ambientes de humedad relativa

alta. Su infección produce manchas blancas sobre brotes, botones florales y hojas (Arcos, 2011; Caiza, 2013).

## **Botrytis cinerea**

### **Generalidades**

*Botrytis cinerea* (teleomorfo: *Botryotinia fuckeliana*) es un hongo fitopatógeno que es conocido como "hongo moho gris". Este hongo causa enfermedades tanto antes como después de la cosecha de al menos 200 especies de plantas, entre los cuales se incluyen cultivos comerciales como son “vid, tomate, fresa, pepino, flores de bulbo, flores de corte y plantas ornamentales”. Además, este patógeno es necrótrofo, es decir, que es un organismo que sobrevive en tejido muerto, por lo cual, induce la muerte de la célula huésped para sobrevivir. Las diferentes especies de *Botrytis* habitan en áreas tropicales y subtropicales, pero se han encontrado especies que sobreviven en otras localidades. Este hongo produce generalmente micelio gris y varios conidióforos alargados y con varias ramificaciones. Sus células apicales son redondeadas y producen racimos de conidias. Las conidias tienen formas elipsoidales a ovoides que pueden ser incoloras o de color gris. Estas conidias se liberan fácilmente cuando el clima es húmedo y pueden ser esparcidas por medio del viento. Además, el hongo presenta esclerocios irregulares, planos y de color negro (Martins, 2013; Sandón, 2005; van Kan, 2005).

### **Ciclo de infección de *Botrytis cinerea***

El ciclo de infección de *Botrytis cinerea* se puede dividir en algunas etapas. El ciclo de infección comienza con el transporte de una conidia por el viento hasta la superficie de la planta huésped, en la cual la conidia genera fuerzas adhesivas para quedarse en la superficie de la planta, lo cual se conoce como adhesión. Después, se produce la germinación de las conidias en la superficie del tejido en condiciones adecuadas de humedad. La siguiente etapa es la penetración en el tejido vegetal para que se dé el establecimiento del patógeno. Una vez establecido el patógeno, entra en una fase de latencia, en el cual, los mecanismos de defensa de la planta se activan. Luego de un tiempo, el patógeno que venció las barreras defensivas de la planta inicia su

diseminación en el tejido vegetal circundante, colonizando y macerando el tejido infectado. Finalmente, sobre el tejido infectado, el hongo genera conidias para un nuevo ciclo de infección (López, 2012; van Kan, 2005).

Es importante mencionar que para que *B. cinerea* pueda infectar y desarrollarse en las plantas huéspedes se debe producir la muerte celular en el lugar donde se han establecido. Una de las maneras que se genera esta muerte celular es por medio de la liberación de compuestos tóxicos (botcinolide y botrydial) por parte del hongo. La secreción de ácido oxálico ayuda en la patogénesis de las células vegetales. Finalmente, *Botrytis cinerea* induce estrés oxidativo por la producción de especies reactivas del oxígeno (ROS) que incluyen anión superóxido, peróxido de hidrógeno y radicales hidroxilo (van Kan, 2005; Choquer *et al.*, 2007).

#### **Factores que influyen en la infección de *Botrytis cinerea***

Los tejidos senescentes que presentan las plantas son un buen sustrato por el contenido de carbohidratos para este tipo de hongo, por lo cual, es un factor influyente. Adicionalmente, el alto contenido de humedad relativa, temperaturas entre 15-25°C y el intercambio gaseoso en los tejidos producen una mayor permeabilidad celular con lo cual hace que los tejidos sean más vulnerables y creen las condiciones adecuadas para el desarrollo del hongo. Por otro lado, la producción de etileno favorece el ataque de *Botrytis cinerea*, ya que daña los tejidos y acelera la senescencia. Las deficiencias y excesos nutricionales producen senescencia prematura. Finalmente, las heladas, las quemaduras solares, heridas de tejidos, daños por viento, insectos, nemátodos o bacterias generan mayor susceptibilidad de las plantas al ataque del hongo (Garcés, 1992; Nair *et al.*, 1988).

#### **Medios de cultivo de *Botrytis cinerea* en cultivos agrícolas**

Un medio de cultivo es una sustancia o solución que permite que diferentes tipos de microorganismos se desarrollen. Estos medios de cultivos presentan diferentes compuestos de acuerdo al microorganismo que se desea cultivar. En el caso de hongos, los medios de cultivo deben tener los nutrientes necesarios como carbono, nitrógeno, vitaminas, oligoelementos, entre otros, y el pH debe ser de 7 o ligeramente ácido para

que el hongo se desarrolle y para que no se desarrollen otros microorganismos no deseados. Adicionalmente, se puede incluir antibióticos antibacterianos para evitar el crecimiento de bacterias que pueden ser un contaminante. Los medios de cultivos pueden ser sólidos (en presencia de agar) o líquidos. El agar no da ningún valor nutricional, sino que mantiene la humedad para que los hongos se puedan desarrollar. Estos medios de cultivos generalmente son puestos en cajas Petri o tubos de ensayos inclinados. Algunos de los medios de cultivos más usados para hongos son: agar agua, papa dextrosa agar (PDA), fitolevadra, sabouraud, miel peptona agar, entre otros (Cañedo y Ames, 2004). En cuanto a los medios utilizados para el cultivo de *Botrytis cinerea* son: malta agar, medios selectivos modificados como m1KERS, medio modificado V-8 juice, y el comúnmente más usado es PDA. Es importante resaltar que estos son pocos ejemplos de medios que se han usado en investigaciones; sin embargo, hay muchos otros medios y modificaciones que se han usado (Zhu, 2010; Nicot *et al.*, 1996; Leyronas *et al.*, 2012; Aboelghar y Wahab, 2013; McClellan y Hewitt, 1973; Dinh *et al.*, 2011; Sepúlveda, 1988).

### **Control de *Botrytis cinerea* en cultivos agrícolas**

El método más común para el control de este patógeno es el control químico, es decir, por medio de fungicidas. Entre los fungicidas comúnmente utilizados se encuentran benzimidazoles, dicarboximidas, captán, thiram, benomyl, iprodione, procloraz, fenhexamida, cyprodinil, fludioxonil, boscalid, pyraclostrobin, difeconazole, entre otros. A pesar de que este método es bastante usado y con un buen cronograma de rotación de fungicidas es una buena alternativa, se ha encontrado que este patógeno ha empezado a generar resistencia a ciertos fungicidas que se utilizan para su control (Sandón, 2005; Alencastro, 2011).

Otro de los métodos de control es por medio del manejo físico y cultural. Dentro de este manejo se destaca el mantenimiento de las plantas, por medio del cual se busca eliminar restos de plantas infectadas y follaje senescente que pueden favorecer la dispersión del hongo. Además, se busca tener condiciones que no permitan el desarrollo del hongo como, por ejemplo, tener una buena ventilación y calefacción para reducir la humedad relativa, esto se toma en cuenta especialmente en condiciones bajo

invernadero. En invernaderos se busca cubiertas plásticas para invernaderos con absorción de luz ultravioleta, debido a que esta afecta el desarrollo normal del hongo. Se debe procurar que la densidad de siembra no sea demasiada alta, para evitar que disminuya la luminosidad, y el uso de riego por goteo debe ser el adecuado para evitar que el agua disperse las conidias (Sandón, 2005; Alencastro, 2011; Martins, 2013).

En cuanto al control biológico, se han utilizado diferentes tipos de microorganismos tales como hongos, bacterias, microparásitos, levaduras y otros. Algunos ejemplos son: *Trichoderma*, *Gliocladium* y *Ulocladium*, *Streptomyces*, *Bacillus*, *Cryptococcus*, *Aereobasidium* y *Pseudomonas*, *Pichia*, *Candida*, *Rhodotorula*, *Aereobasidium*, *Kloeckera*, *Metschnikowia*, *Sporothrix*. Cada microorganismos tiene su forma de control de *Botrytis cinerea*, sea por competencia, producción de algún compuesto que inhiba el desarrollo del hongo, entre otros (Sandón, 2005; Alencastro, 2011; López, 2012; Martins, 2013).

Otro de los métodos para intentar disminuir el ataque de los hongos es por medio de la estimulación de las propias defensas de la planta por medio de componentes bióticos y abióticos que pueden incluir hormonas vegetales, estimulantes abióticos, extractos de plantas, microorganismos y microbios. Por otro lado, se están realizando estudios para desarrollar plantas con resistencia a este hongo utilizando técnicas de transferencia genética (Martins, 2013).

### **Resistencia de *Botrytis* a fungicidas químicos**

En diversos estudios efectuados se ha comprobado que diferentes aislados de *Botrytis cinerea* han presentado resistencia hacia algunos de los ingredientes activos usados en fungicidas comerciales. Un ejemplo de ello es la resistencia de este hongo a benomyl y thiabendazol (Ponce-González *et al.*, 2002). En otro ejemplo en el cual se usaron un total de 209 aislamientos de *Botrytis cinerea* se pudo constatar que hay una gran diversidad genética de los diferentes aislamientos del mismo hongo, a su vez, se encontró que un porcentaje del total de los aislamientos presentaban resistencia a algunos ingredientes activos como son: carbendazim (3,4%), cyprodinil (3,8%), y fenhexamid (1,9%). Estos bajos porcentajes se explican en el estudio que se pudo deber

a que las conidias recolectadas pudieron ser de hongos que no habían sido tratados con fungicida y también por las pocas aplicaciones al año de fungicidas (Kretschmer y Hahn, 2008). En un estudio, de diez aislamientos de *Botrytis cinerea*, dos de ellos presentaron resistencia a dosis recomendadas de boscalid + pyraclostrobin y fenhexamid (Sanhueza del Valle, 2012). Por otro lado, aislados de *Botrytis cinerea* de uvas y tomate mostraron sensibilidad, baja resistencia y alta resistencia, a dicarboximidas (Muñoz *et al.*, 1999). Como se puede notar, *Botrytis cinerea* presenta un gran variabilidad genética y algunas cepas del hongo han empezado a crear resistencia hacia diversos ingredientes activos usados para controlar esta enfermedad en diferentes cultivos.

### **Recubrimientos naturales para el control de enfermedades y mejora en la calidad postcosecha**

Las cubiertas naturales han sido usadas desde el pasado como, por ejemplo, desde el siglo XII en China se usaba cubiertas de cera en frutas para mejorar y conservar su calidad. A partir del siglo XVI, se emplearon cubiertas para carnes con el objetivo de prevenir su contaminación. Otro ejemplo es la aplicación de sacarosa sobre nueces, almendras y avellanas para evitar la oxidación y rancidez. Las emulsiones hechas con ceras y aceites en agua para aplicarlas en frutas para mejorar su apariencia y como vehículo de fungicidas han sido de gran importancia. Como se puede ver, las cubiertas naturales han sido usadas desde el pasado y actualmente se las continúa usando (Rojas, 2006; Martín-Belloso *et al.*, s.f.).

Las cubiertas naturales son de dos tipos: los recubrimientos y las películas naturales. Los recubrimientos son capas delgadas compuestas de materiales comestibles que se coloca en la superficie del alimento para que forme un revestimiento. En cambio, las películas son capas delgas y perforadas, elaboradas con compuestos comestibles que pueden ser colocadas sobre el alimento o entre los componentes del mismo (Marzo, 2010; Fernández y Maté, 2010; Quintero *et al.*, 2010).

Los recubrimientos y películas naturales pueden ser aplicados de diferentes maneras. Una es la inmersión de los productos en el recubrimiento; consiste en sumergir

el alimento en la solución del recubrimiento y posteriormente se deja secar, ésta, es una buena opción para alimentos con superficies irregulares. Otro método de aplicación es por spray que consiste en aplicar la solución de forma presurizada y se usa principalmente en alimentos con superficies lisas y uniformes. También se puede usar cepillos y rodillos para su aplicación (Marzo, 2010).

### **Componentes de recubrimientos naturales**

Los recubrimientos naturales pueden ser elaborados con diferentes compuestos. Los principales compuestos son: proteínas, lípidos, carbohidratos o lípidos e hidrocoloides combinados. Además, se han usado diferentes tipos de almidones como el almidón de yuca o de maíz. Entre los compuestos de naturaleza proteica encontramos a la caseína, pectina, gelatina, entre otros. Algunos de los recubrimientos en base a lípidos que han sido usados son cera de abejas y cera de carnauba. Si bien se han usado los recubrimientos individualmente, es posible usar la combinación de diferentes compuestos para obtener propiedades mecánicas como estructurales deseadas, dando como resultado recubrimientos con características únicas; por ejemplo, las emulsiones. Por otro lado, se han usado biopolímeros para nuevos desarrollos de recubrimientos naturales. Uno de estos biopolímeros es el gel obtenido a partir de *Aloe vera* por sus propiedades de antioxidante y porque ha presentado reducción de crecimiento de diferentes microorganismos (Quintero *et al.*, 2010).

### **Funciones de los recubrimientos naturales**

Los recubrimientos comestibles han presentado varias funciones en alimentos principalmente. Una de esas funciones es de retardar la migración de humedad, es decir que no haya pérdida de agua del alimento al ambiente, lo que, favorece la reducción de pérdida de peso. También, controla la transferencia de gases especialmente de oxígeno, dióxido de carbono y etileno, lo cual se traduce en reducción de la respiración celular y la senescencia del alimento. Además retienen los componentes volátiles que puede producir el alimento como también otras sustancias. Se mejora la apariencia de los alimentos y mantiene las características que poseen por la presencia de agua. Finalmente, pueden ser utilizados como vehículos para poner otros aditivos como

pueden ser acidificantes, antioxidantes, compuestos antimicrobianos y fungicidas, entre otros (Marzo, 2010; Fernández y Maté, 2010; Rojas, 2006).

### **Aceites esenciales usados como agentes de control de plagas y enfermedades**

Los aceites esenciales son una mezcla de compuestos volátiles que se generan en el metabolismo secundario de las plantas. Estos aceites esenciales se pueden encontrar en diferentes estructuras de las plantas como pueden ser: hojas, raíces, corteza, flores, cáscara de frutas, e incluso en los frutos. Entre los principales compuestos que se encuentran en los aceites esenciales están los hidrocarburos como son: terpenos, alcoholes, ésteres, aldehídos y compuestos fenólicos. Estos compuestos son los que dan los aromas característicos a los aceites esenciales y adicionalmente son los que han demostrado servir como controladores de diversas plagas y microorganismos. Estos aceites esenciales han sido usados como controladores de plagas como: *Spodoptera litura*, *Drosophila melanogaster*, *Musca domestica*, *Diabrotica virgifera*, *Myzus persicae*, *Tetranychus urticae*, entre otros. Los aceites esenciales han demostrado ser efectivos en el control de diferentes hongos que afectan a diversos cultivos, pero su uso ha sido enfocado especialmente hacia hongos de postcosecha. Uno de los hongos patógenos más estudiados es *Botrytis cinerea*, por lo cual, se han reportado diferentes tipos de aceites esenciales para su control como aceites esenciales de orégano, tomillo y canela. Además, se ha encontrado que los aceites esenciales tienen actividad bactericida (Wilson *et al.*, 1997; Isman, 2000; Ramos-García *et al.*, 2010).

### **Fungicidas naturales en base de quitosano**

Quitosano es un polisacárido que proviene de la quitina desacetilada. La quitina puede ser obtenida de diferentes fuentes tales como: moluscos, hongos, insectos y crustáceos (camarones, cangrejos y langostas). El quitosano ha sido ampliamente usado en diferentes industrias como son: la química, alimentaria, del papel, textil, médica y cosmética. Además, en el campo agrícola ha sido usada de diferentes maneras: para tratamiento de semillas, recubrimiento de productos hortofrutícola, insecticida y fungicida. La aplicación de quitosano ha sido utilizada para controlar algunos



microorganismos, tales como: *Botrytis cinerea*, *Alternaria alternata*, *C. gloeosporioides*, (Lárez Velásquez, 2003; Dutta *et al.*, 2004; Bautista-Baños *et al.*, 2005).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Obtención de bases de recubrimientos y fungicidas naturales

Una de las bases de recubrimiento usadas fue llamada “Aloe vera”, la cual fue una “Pulpa de sábila - *Aloe vera*- de TAVA La Florida”. Otra de las bases fue la gelatina sin sabor, la que fue adquirida en la empresa “La casa de los Químicos”. Finalmente, la base de recubrimiento de almidón de yuca que fue utilizada fue de “Cereales La Pradera”.

Los aceites esenciales de orégano (*Origanum vulgare*) y tomillo (*Thymus vulgaris*) fueron adquiridos de la empresa “Laboratorios Luque”. El quitosano utilizado fue el producto Mollex (Quitosano al 85%). Finalmente, el fungicida comercial usado fue “Switch 62.5 WG”.

### Cultivo de *Botrytis cinerea*

El hongo *Botrytis cinerea* fue obtenido del banco de hongos de la Universidad San Francisco de Quito, el cual fue usado en el estudio de Cueva (2014).

Para el cultivo de *Botrytis cinerea* se usó un medio de Papa Dextrosa Agar (PDA) que se autoclavó a 121°C por 20 minutos. Luego, se colocó el medio PDA autoclavado en cajas Petri plásticas, se añadió una gota de ácido láctico en cada caja Petri para control bacteriano, y se dejó que el medio se solidificara (Cañedo y Ames, 2004). A continuación, se sembró un pedazo de PDA que contenía *Botrytis cinerea* para iniciar el cultivo madre. Posteriormente, se sellaron las cajas Petri con parafilm para evitar contaminación y se incubó a 28°C por 21 días. Al cabo de ese tiempo, se colocó las cajas Petri por 12 horas en luz negra para estimular su esporulación y las cajas Petri con *Botrytis cinerea* que no fueron usadas ese momento fueron almacenadas en una refrigeradora hasta su posterior uso (Tan, 1976).

## Fase experimental

### Preparación de bases de recubrimientos y fungicidas naturales

Los recubrimientos usados en este estudio consistieron de dos partes. La primera fue una base de recubrimiento. La segunda fue un fungicida natural.

Se seleccionaron tres bases de los recubrimientos: Aloe vera, almidón de yuca y gelatina. La preparación de las bases de los recubrimientos naturales se los realizó de la siguiente manera:

- El gel de Aloe vera fue diluido en agua destilada a diferentes concentraciones: 25%, 50% y 75% (v/v) de Aloe vera, además, se usó un tratamiento con 100% de Aloe vera (Martínez Romero *et al.*, 2006).
- El almidón de yuca en polvo se colocó en agua destilada en dos concentraciones 1 y 2% (p/p). Además, se añadió 0,1% (p/p) de sorbato de potasio y 5% (p/p) de ácido cítrico. Esta solución acuosa se calentó hasta 70°C con agitación constante y posteriormente se dejó enfriar a temperatura ambiente (Costa Garcia *et al.*, 2010; Barco *et al.*, 2011).
- La gelatina sin sabor se colocó en agua destilada en dos concentraciones 1 y 2% (p/p). Esta solución se la calentó hasta los 60 °C con agitación constante. Después, se dejó enfriar hasta que alcanzó los 30 °C y se añadió 0,01% sorbato de potasio y 0,5% ácido ascórbico, se agitó hasta que se tuvo una solución homogénea. Finalmente, se enfrió a temperatura ambiente (Leonett *et al.*, 2011; Álvarez *et al.*, 2013).

Para incorporar los fungicidas naturales a la base del recubrimiento se realizó las siguientes combinaciones solamente con Aloe vera 25%:

- Los aceites esenciales de tomillo y orégano se los añadió a la solución de Aloe vera al 25 % en diferentes concentraciones: 0,1, 1, 2, 5 y 10% (v/v). Una vez añadido el aceite esencial se agitó hasta tener una solución homogénea para su uso inmediato.

- El quitosano se añadió en la solución de Aloe vera al 25% en concentraciones del: 0,1, 1, 5 y 10% (p/p). Una vez añadido el quitosano se agitó hasta tener una solución homogénea para su uso inmediato.

### **Preparación del inóculo de *Botrytis cinerea***

Para la preparación del inóculo se utilizó medio Papa Dextrosa Broth (PDB) que fue autoclavado a 121°C por 20 minutos. Adicionalmente, se utilizó una de las cajas Petri que contenía *Botrytis cinerea* que fueron expuestas anteriormente a la luz negra. Se procedió a abrir la caja Petri y colocar 3 mL del medio PDB autoclavado y se raspó el hongo con el medio y con la ayuda de un asa triangular plástica. La solución obtenida fue filtrada a través de algodón autoclavado que se encontraba en un embudo de vidrio igualmente autoclavado. Estas acciones se las repitió hasta que se obtuvo el máximo inóculo posible de la caja Petri. El inóculo obtenido fue colocado en un vortex por tres minutos. Posteriormente, se colocó en una máquina centrifugadora a 1300 rpm por 5 minutos. Se extrajo la mayor cantidad de sobrenadante dejando una pequeña cantidad de medio PDB y el hongo de *Botrytis cinerea*. A partir de esta solución final se realizó el conteo de conidias. El conteo de conidias se lo realizó en la cámara de Neubauer (Bastidas, s.f.a; Bastidas, s.f.b). A partir del conteo de conidias se preparó un inóculo que contenía 1000000 conidas/mL de medio PDB que fue usado posteriormente para los bioensayos.

### **Evaluación del crecimiento de *Botrytis cinerea in vitro* frente a fungicidas naturales**

La evaluación del crecimiento de *Botrytis cinerea in vitro* se realizó en cajas Petri plásticas en un medio de PDA más ácido láctico. Se adicionó aceites esenciales de orégano y tomillo y quitosano a diversas concentraciones, que se describen posteriormente. Se colocó en las cajas Petri, con su medio de cultivo respectivo, un pedazo sacado con un sacabocados que contenía el hongo de *Botrytis cinerea*. Finalmente, las cajas Petri se incubaron a 28°C.

El aceite esencial de orégano se colocó en el medio PDA más ácido láctico en dos concentraciones 1% y 10% (v/v), además, se tuvo un testigo que solamente contenía PDA más ácido láctico.

El aceite esencial de tomillo se colocó en el medio PDA más ácido láctico en dos concentraciones 0,1% y 10% (v/v), además, se tuvo un testigo que solamente contenía PDA más ácido láctico.

El quitosano se colocó en el medio PDA más ácido láctico en dos concentraciones 0,1% y 10% (p/p), además, se tuvo un testigo que solamente contenía PDA más ácido láctico. En todas las cajas Petri adicionalmente se colocó 100  $\mu$ L de alcohol al 70% para control de otros microorganismos.

Se realizó la medición del diámetro de crecimiento en centímetros de *Botrytis cinerea* después de los 20 días de incubación en el caso de los aceites esenciales y 14 días en el de quitosano. Se tomó dos medidas del hongo, una horizontal y otra vertical en cada caja Petri, ver Figura 1.

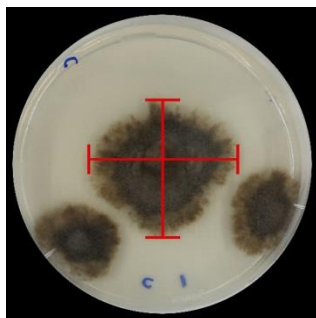


Figura 1: Medición en centímetros del diámetro de crecimiento de *Botrytis cinerea in vitro*. Las líneas rojas representan la forma de medir horizontal y verticalmente

### **Evaluación de apertura en florero de rosas después de la inmersión en bases de recubrimientos y fungicidas naturales**

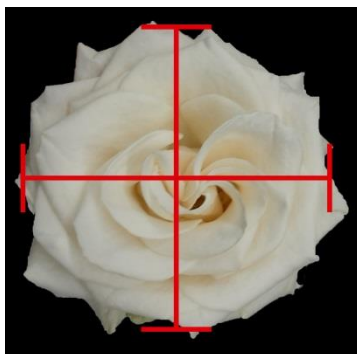
Para los experimentos de apertura se tomó en cuenta el efecto de las bases de recubrimiento y la mejor base de recubrimiento combinada con diferentes porcentajes de los fungicidas naturales antes mencionados.

En el primer experimento de apertura se realizó la inmersión de los botones de rosas por 20 segundos en los diferentes tratamientos de las bases de recubrimientos. Los

tratamientos evaluados fueron: Aloe vera 25%, 50%, 75% y 100%; almidón de yuca 1% y 2%; gelatina 1% y 2%, y un testigo de agua (control agua).

En el segundo experimento de apertura se realizó la inmersión de los botones de rosas por 20 segundos en los diferentes tratamientos de la combinación de la mejor base, Aloe vera 25%, y diferentes fungicidas naturales. Las combinaciones evaluadas fueron: Aloe vera 25%, en todos los tratamientos, más aceite esencial de tomillo 0,1%, 1%, 2% y 5%; aceite esencial de orégano 0,1%, 1%, 2% y 5%; quitosano 0,1%, 1%, 5% y 10%; y un testigo de agua (control agua). No se midió la apertura con 10% de ambos aceites esenciales, ya que la fitotoxicidad fue inmediata después de sumergir los botones de rosas.

La medición en centímetros se realizó cada día utilizando un calibrador, por el período de tiempo que las rosas testigo presentaban apertura y no había muerte de las mismas. Se realizó dos mediciones, horizontal y verticalmente, en cada botón de cada tratamiento de la parte superior del botón a fin de tener datos más precisos de su apertura, ver Figura 2.



**Figura 2: Medición en centímetros del diámetro de apertura de la rosa. Las líneas rojas representan la forma de medir horizontal y verticalmente**

### **Evaluación de la fitotoxicidad en botones de rosa después de la inmersión en las bases de recubrimientos y fungicidas naturales**

Para los experimentos de fitotoxicidad se tomó en cuenta los tratamientos con las bases de los recubrimientos y la combinación de Aloe vera con los diferentes porcentajes de fungicidas naturales antes mencionados.

En el primer experimento de fitotoxicidad se realizó la inmersión de los botones de rosas por 20 segundos en los diferentes tratamientos de las bases de recubrimientos. Los tratamientos evaluados fueron: Aloe vera 25%, 50%, 75% y 100%; almidón de yuca 1% y 2%; gelatina 1% y 2%, y un testigo de agua (control agua).

En el segundo experimento de fitotoxicidad se realizó la inmersión de los botones de rosas por 20 segundos en los diferentes tratamientos de la combinación de la mejor base, Aloe vera 25%, y diferentes fungicidas naturales. Las combinaciones evaluadas fueron: Aloe vera 25%, en todos los tratamientos, más aceite esencial de tomillo 0,1%, 1%, 2% 5% y 10%; aceite esencial de orégano 0,1%, 1%, 2% 5% y 10%; quitosano 0,1%, 1%, 5% y 10%; y un testigo de agua (control agua).

La medición de la fitotoxicidad se la realizó a través de un escala del 0 al 4. En la cual, 0 significa que no presenta fitotoxicidad en los pétalos de la rosa; 1 presenta fitotoxicidad hasta un cuarto en los pétalos de la rosa; 2 presenta fitotoxicidad más de un cuarto, hasta la mitad en los pétalos de la rosa; 3 presenta fitotoxicidad más de la mitad, hasta tres cuartos en los pétalos de la rosa; y 4 presenta fitotoxicidad desde los tres cuartos, hasta todo el pétalo, ver Figura 3.

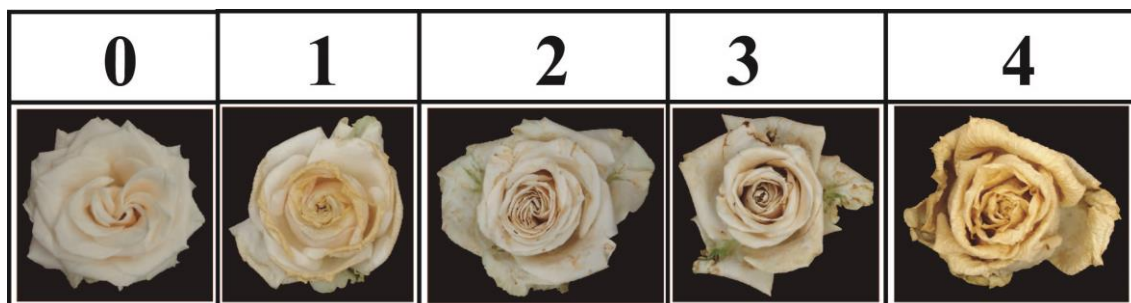


Figura 3: Escala de fitotoxicidad desde 0 hasta 4 siendo 0 no fitotóxico y 4 totalmente fitotóxico

#### **Evaluación del crecimiento de *Botrytis cinerea* en pétalos de rosas con tratamientos de base de recubrimiento y fungicidas naturales**

Para la medición del crecimiento de *Botrytis cinerea* se seleccionó los mejores tratamientos de los resultados obtenidos de los experimentos de apertura y fitotoxicidad. Por lo cual, los tratamientos escogidos fueron: Aloe vera 25% + Aceite esencial de orégano 1%, Aloe vera 25% + Aceite esencial de tomillo 0,1%; Aloe vera 25% + Quitosano 0,1%. Además, se incluyó cuatro testigos que fueron *Botrytis cinerea*,

fungicida comercial 80 g/100L de agua (Ciprodinilo 37,5 % p/p + Fludioxonilo 25 % p/p) (Syngenta, 2015), fungicida comercial 80 g/100L de Aloe vera 25%, y agua (control agua).

El experimento consistió en colocar 5  $\mu$ L del inóculo que se preparó anteriormente en un pétalo totalmente sano de una rosa de la variedad Vendela. Para reducir la posibilidad de la presencia de *Botrytis cinerea* proveniente del cultivo se retiró los pétalos que presentaban algún tipo de daño o síntomas de la enfermedad. La inoculación se la realizó de dos maneras. La primera fue antes de realizar la inmersión de la rosa en los tratamientos, para lo cual, se esperó 24 horas después de realizar la inoculación para la inmersión de las rosas, a estos tratamientos se los llamó “después”. La segunda manera de inoculación consistió en realizar la inmersión de las rosas en los tratamientos y una vez que se secaron los tratamientos, se llevó a cabo la inoculación, a estos tratamientos se los llamó “antes”.

La medición del crecimiento de *Botrytis cinerea* se la efectuó de manera diaria y se tomó dos medidas (horizontal y vertical) en cada pétalo que determinaron el diámetro del crecimiento del hongo en centímetros como muestra la Figura 4.

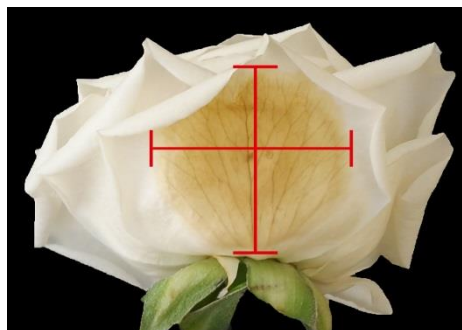


Figura 4: Medición del diámetro de crecimiento de *Botrytis cinerea* en un pétalo de rosa (en centímetros). Las líneas rojas representan la forma de medir horizontal y verticalmente

## Diseño experimental

Se usó un Diseño Completamente Aleatorizado (DCA). Además, se realizó un análisis de ANOVA para ver la significancia de los tratamientos con una prueba de separación de medias de Tukey ( $P \leq 0,05$ ). Para realizar los cálculos tanto del ANOVA y la prueba de separación de medias del crecimiento de *Botrytis cinerea in vitro* se consideró solamente el promedio de las dos medidas finales de cada repetición. Por otro

lado, para realizar los cálculos tanto del ANOVA y la prueba de separación de medias para las mediciones de apertura de las rosas y las mediciones de crecimiento de *Botrytis cinerea* en pétalos de rosas se procedió a sacar el promedio de la medida horizontal y vertical (cm) de cada repetición, y luego se sacó un promedio de las medidas durante los días evaluados.

## RESULTADOS

### **Evaluación del crecimiento de *Botrytis cinerea* *in vitro* frente a fungicidas naturales**

En este estudio se evaluó la capacidad fungicida *in vitro* de tres productos naturales que fueron el aceite esencial de orégano, aceite esencial de tomillo, y quitosano.

En la evaluación con aceite esencial de orégano se pudo notar que hubo una diferencia significativa en comparación con el testigo en el crecimiento de *Botrytis cinerea* (ver Figura 5 y 6). El testigo tuvo un diámetro de 4,48cm; mientras que ambos porcentajes de aceite esencial de orégano evaluados no presentaron crecimiento. Por lo tanto, se puede observar que hay inhibición completa del crecimiento del hongo por la presencia del aceite esencial de orégano a las dosis de 1% y 10%. El coeficiente de variación en este experimento fue de 7,08%, lo cual fue aceptable, ya que no hubo una gran variación de los datos medidos.



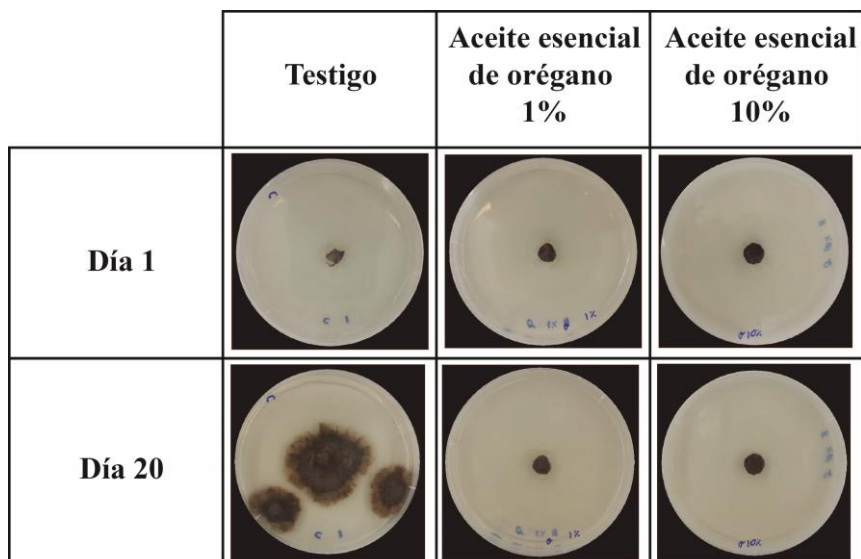


Figura 5: Evaluación del diámetro de crecimiento de *Botrytis cinerea in vitro* frente a aceite esencial de orégano

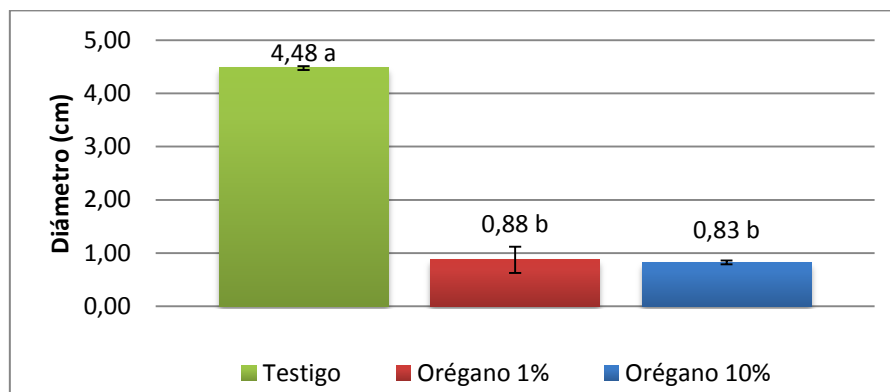


Figura 6: Medición del diámetro de crecimiento en centímetros de *Botrytis cinerea in vitro* frente al fungicida natural de aceite esencial de orégano. De izquierda a derecha: testigo, aceite esencial de orégano 1%, y aceite esencial de orégano 10%. Las barras representan desviaciones estándar.

Tabla 1: ANOVA a partir de los datos de la medición del diámetro en centímetros de crecimiento de *Botrytis cinerea in vitro* frente a aceite esencial de orégano

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	Significancia
Tratamientos	2	17,523	8,762	412,314*	9,55	$P \leq 0,05$
E.E	3	0,064	0,021			
TOTAL	5	17,587				

Prueba de separación de medias de Tukey ( $P \leq 0,05$ ):

**Qp ( $\alpha=0.05$ ): 4,6**

**Valor de Tukey: 0,474**

Tabla 2: Resultados de la prueba de separación de medias de Tukey para la medición del diámetro en centímetros del crecimiento de *Botrytis cinerea in vitro* frente a aceite esencial de orégano

Tratamiento	Orégano 10%	Orégano 1%	Testigo
Media	0,83	0,88	4,48
Rango	b	b	a

El aceite esencial de tomillo en los porcentajes de 0,1% y 10% presentó inhibición total en el crecimiento de *Botrytis cinerea*, pero el testigo si mostró crecimiento que fue significativamente mayor alcanzando un valor de 4,48cm (ver Figura 7 y 8). Por otro lado, el coeficiente de variación fue de 1,69% lo cual fue aceptable, ya que no hubo mayor variación entre los datos medidos.

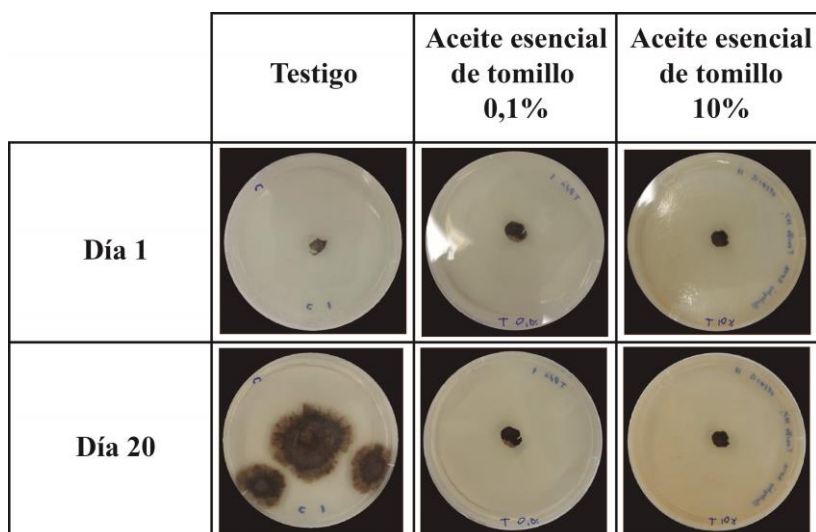


Figura 7: Evaluación del diámetro de crecimiento de *Botrytis cinerea in vitro* frente a aceite esencial de tomillo

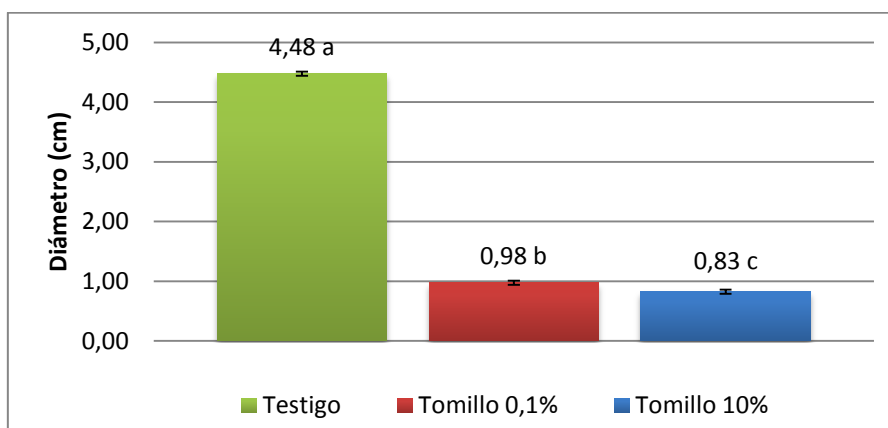


Figura 8: Medición del diámetro de crecimiento en centímetros de *Botrytis cinerea in vitro* frente al fungicida natural de aceite esencial de tomillo. De izquierda a derecha: testigo, aceite esencial de tomillo 0,1%, y aceite esencial de tomillo 10%. Las barras representan desviaciones estándar.

**Tabla 3: ANOVA a partir de los datos de la medición del diámetro de crecimiento en centímetros de *Botrytis cinerea in vitro* frente a aceite esencial de tomillo**

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	Significancia
Tratamientos	2	17,063	8,532	6825,33*	9,55	P≤0,05
E.E	3	0,004	0,001			
TOTAL	5	17,067				

Prueba de separación de medias de Tukey ( $P \leq 0,05$ ):

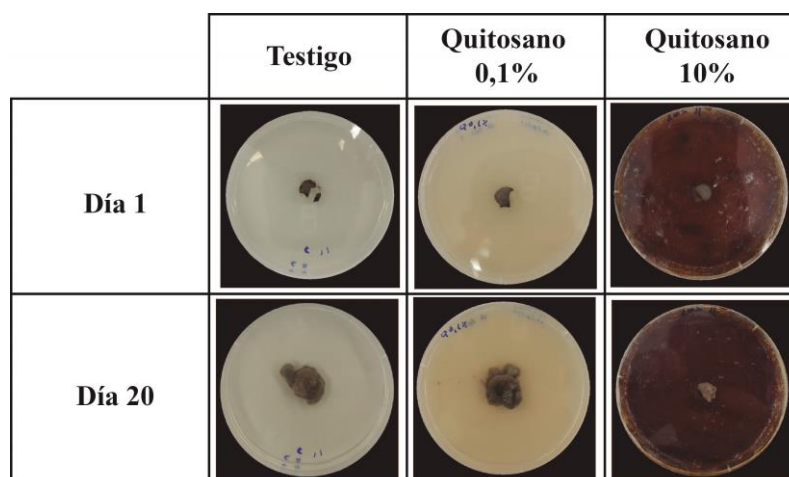
**Qp ( $\alpha=0.05$ ): 4,6**

**Valor de Tukey: 0,115**

**Tabla 4: Resultados de la prueba de separación de medias de Tukey para la medición del diámetro de crecimiento en centímetros de *Botrytis cinerea in vitro* frente a aceite esencial de tomillo**

Tratamiento	Tomillo 10%	Tomillo 0,1%	Testigo
Media	0,83	0,98	4,48
Rango	c	b	a

En el ensayo *in vitro* con quitosano no hubo diferencia significativa entre los tratamientos. Sin embargo, se pudo notar que en una repetición del testigo hubo un gran crecimiento del hongo, por lo cual, el testigo alcanzó una medida de 4,83cm. Además, el quitosano al 0,1% si permitió el crecimiento del hongo, ya que presentó una medida de 2,33cm, pero en el quitosano al 10% no hubo crecimiento del hongo (ver Figura 9 y 10). El coeficiente de variación fue de 81,41%, lo cual es muy alto, pero este resultado se debe principalmente al testigo que creció más que todos los demás.



**Figura 9: Evaluación del crecimiento de *Botrytis cinerea in vitro* frente a quitosano**

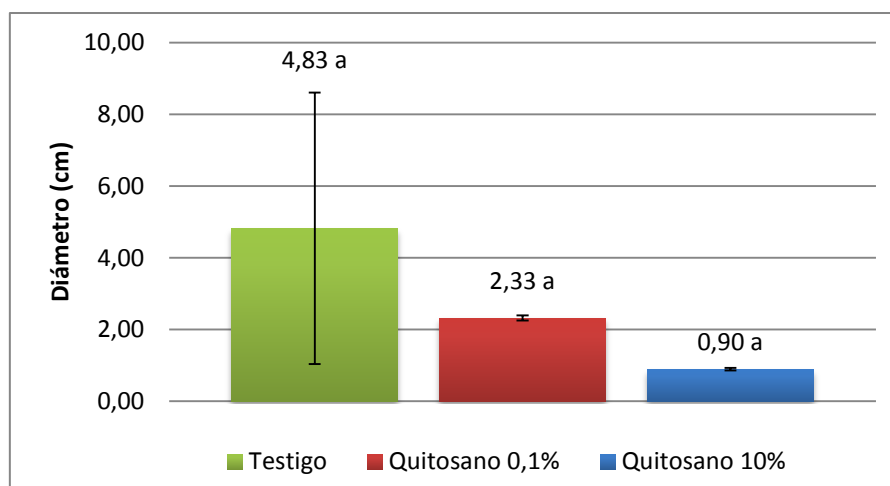


Figura 10: Medición del diámetro de crecimiento en centímetros de *Botrytis cinerea in vitro* frente al fungicida natural de quitosano. De izquierda a derecha: testigo, quitosano 0,1%, y quitosano 10%. Las barras representan desviaciones estándar.

Tabla 5: ANOVA a partir de los datos de la medición del diámetro de crecimiento en centímetros de *Botrytis cinerea in vitro* frente a quitosano

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	Significancia
Tratamientos	2	15,791	7,895	1,654 <sup>NS</sup>	9,55	P≤0,05
E.E	3	14,318	4,773			
TOTAL	5	30,108				

## Evaluación de la fitotoxicidad en botones de rosa después de la inmersión en las bases de recubrimientos

En este estudio se evaluó la fitotoxicidad de las bases de recubrimientos de Aloe vera, almidón de yuca y gelatina en los botones de rosa de la variedad Vendela. La valoración de fitotoxicidad fue descrita en los materiales y métodos. Brevemente, la escala de fitotoxicidad fue de 0, sin daño, y 4, niveles máximos de daño.

Los diferentes porcentajes de Aloe vera evaluados no presentaron ningún tipo de fitotoxicidad para los pétalos de las rosas, por lo cual, todos los tratamientos se comportaron de manera similar al testigo de agua (ver Figura 11).

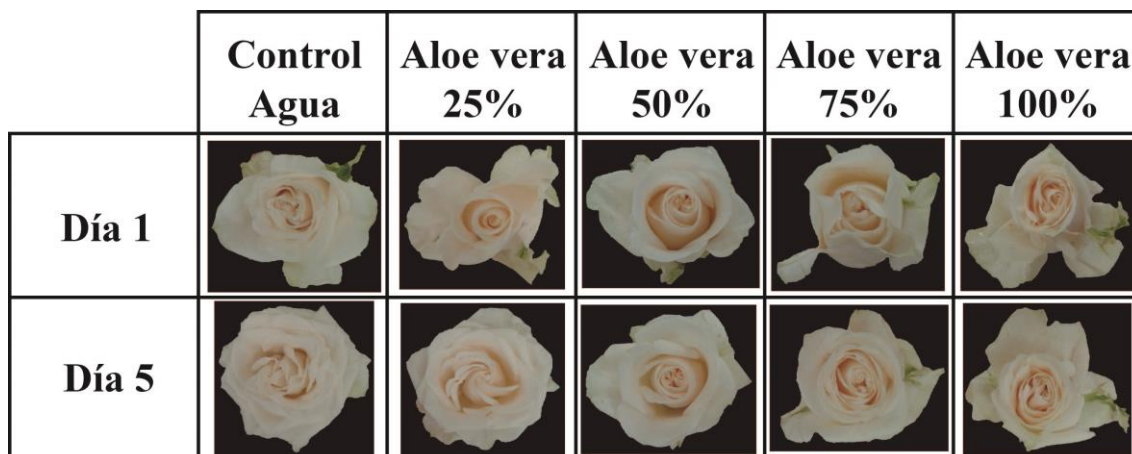


Figura 11: Evaluación de fitotoxicidad en botones de rosa de la variedad Vendela después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de Aloe vera

El almidón de yuca en los dos porcentajes evaluados, 1% y 2%, presentaron fitotoxicidad en los pétalos de la rosa de la variedad Vendela alcanzando valores de fitotoxicidad de 1 a 3, por lo cual, no pueden ser usados como base de recubrimiento en esta variedad de rosas (ver Figura 12 y 13). El coeficiente de variación fue de 37,21%, lo cual fue bastante alto debido a que los valores fueron obtenidos en una escala, lo que produce que haya una gran variación.

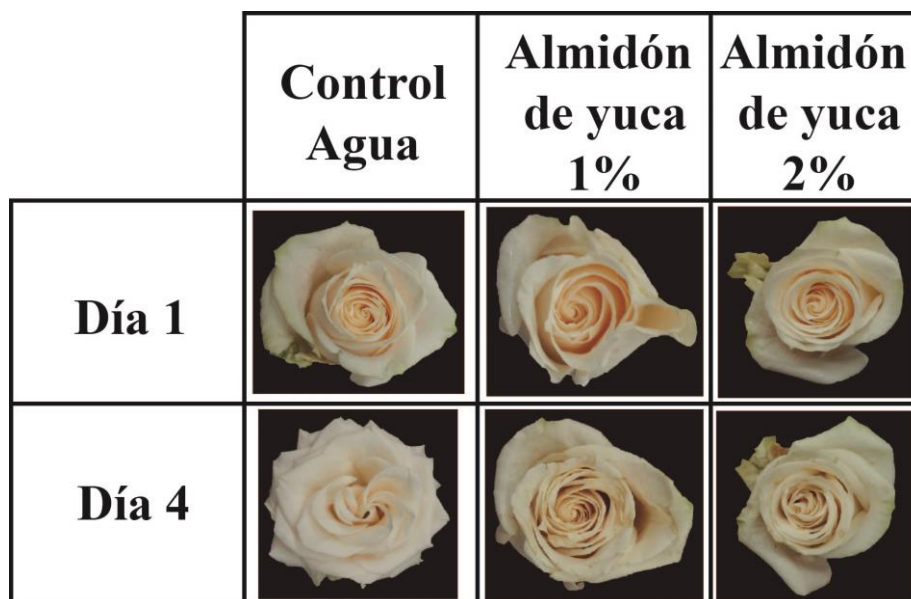


Figura 12: Evaluación de fitotoxicidad en botones de rosa de la variedad Vendela después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de almidón de yuca

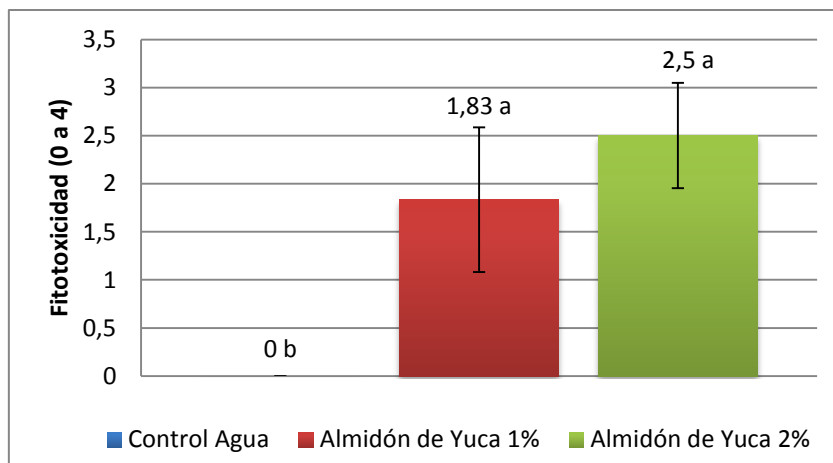


Figura 13: Medición de la fitotoxidad en rosas de la variedad Vendela. De izquierda a derecha: testigo de agua, almidón de yuca 1% y almidón de yuca 2%. Las barras representan desviaciones estándar.

Tabla 6: ANOVA a partir de los datos de la medición de fitotoxidad en rosas de la variedad Vendela tratadas con almidón de yuca

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	Significancia
Tratamientos	2	20,111	10,056	34,808*	3,68	$P \leq 0,05$
E.E	15	4,333	0,289			
TOTAL	17	24,444				

Prueba de separación de medias de Tukey ( $P \leq 0,05$ ):

**Qp ( $\alpha=0.05$ ): 3,67**

**Valor de Tukey: 0,805**

Tabla 7: Resultados de la prueba de separación de medias de Tukey para la medición de fitotoxidad en rosas de la variedad Vendela tratadas con almidón de yuca

Tratamiento	Control Agua	Almidón de Yuca 1%	Almidón de Yuca 2%
Media	0,00	1,83	2,50
Rango	b	a	a

Finalmente, para gelatina al 1% y 2% se encontró fitotoxidad en comparación al testigo de agua. Los valores alcanzados de fitotoxidad variaron entre 3 y 4 en los tratamientos de gelatina (ver Figura 14 y 15). El coeficiente de variación fue de 12,20%

lo cual fue aceptable, ya que la fitotoxicidad se mantuvo similar entre los distintos tratamientos.

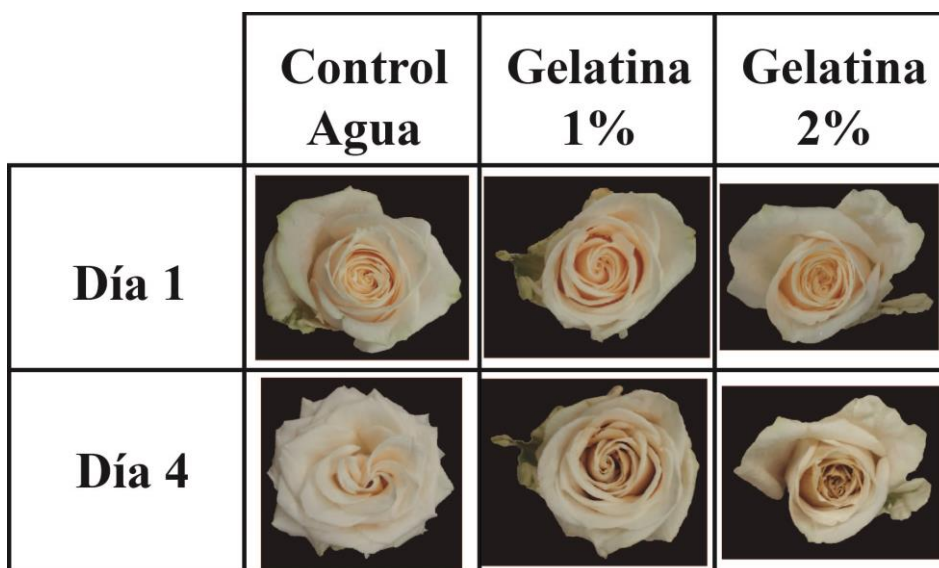


Figura 14: Evaluación de fitotoxicidad en botones de rosa de la variedad Vendela después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de gelatina

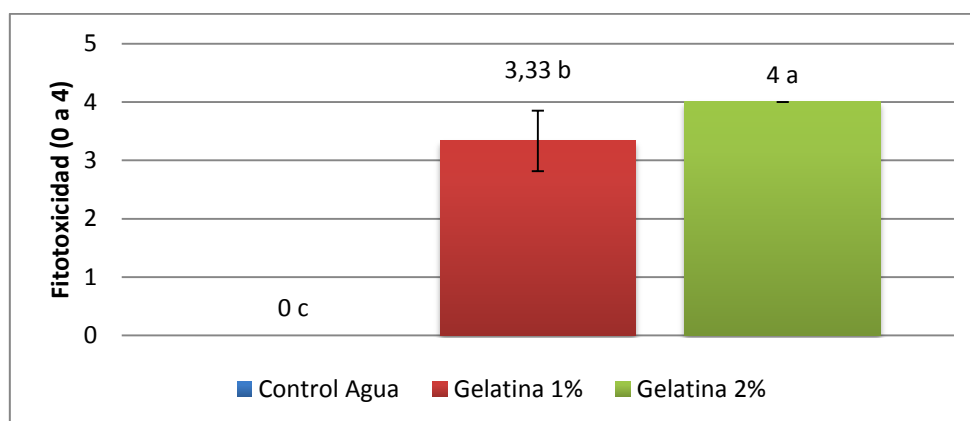


Figura 15: Medición de la fitotoxicidad en rosas de la variedad Vendela. De izquierda a derecha: testigo de agua, gelatina 1% y gelatina 2%. Las barras representan desviaciones estándar.

Tabla 8: ANOVA a partir de los datos de la medición de fitotoxicidad en rosas de la variedad Vendela tratadas con gelatina

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Ft</b>	<b>Significancia</b>
Tratamientos	2	55,111	27,556	310,00*	3,68	$P \leq 0,05$
E.E	15	1,333	0,089			
TOTAL	17	56,444				

Prueba de separación de medias de Tukey ( $P \leq 0,05$ ):

**Qp ( $\alpha=0.05$ ):** 3,67

**Valor de Tukey:** 0,447

**Tabla 9: Resultados de la prueba de separación de medias de Tukey para la medición de fitotoxicidad en rosas de la variedad Vendela tratadas con gelatina**

Tratamiento	Control Agua	Gelatina 1%	Gelatina 2%
<b>Media</b>	0,00	3,33	4,00
<b>Rango</b>	c	b	a

### **Evaluación de apertura en florero de rosas después de la inmersión en bases de recubrimientos**

En este estudio se evaluó la apertura de botones de rosas de la variedad Vendela utilizando la metodología descrita en los materiales y métodos. La evaluación consistió en la inmersión de los botones de rosa en las bases de recubrimiento: Aloe vera, almidón de yuca y gelatina.

El experimento de apertura con la base de recubrimiento de Aloe vera mostró que el tratamiento de Aloe vera al 25% presentó una apertura estadísticamente similar al testigo. Además, se observó una tendencia de que a mayor porcentaje de Aloe vera menor apertura del botón de rosa, llegando a un 35% de inhibición en el tratamiento de 100% de Aloe vera (ver Figura 16). Para este experimento se obtuvo un coeficiente de variación de 19,76%, el cual fue alto, pero aceptable, ya que debido a que cada rosa varía en algunos aspectos de su producción y sobre todo la influencia de los tratamientos limitó la apertura, por lo que los datos fueron bastante diferentes entre tratamientos.



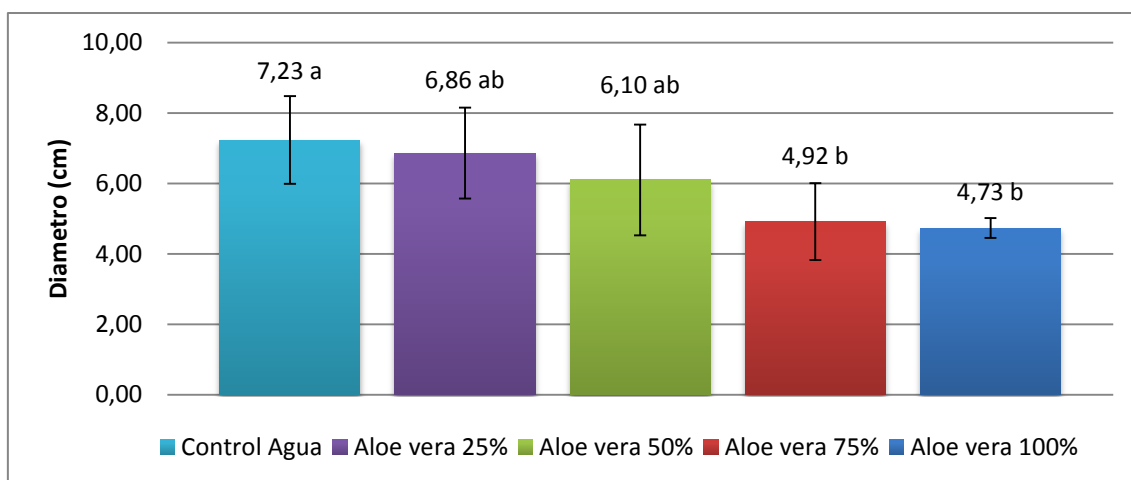


Figura 16: Medición del diámetro de apertura en centímetros de botones en rosa de la variedad Vendela inmersas en Aloe vera. De izquierda a derecha: testigo de agua, Aloe vera 25%, Aloe vera 50% Aloe vera 75% y Aloe vera 100%. Las barras representan desviaciones estándar.

Tabla 10: ANOVA a partir de los datos de la medición del diámetro de apertura en centímetros en rosas de la variedad Vendela tratadas con Aloe vera

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	Significancia
Tratamientos	4	25,244	6,311	4,538*	2,87	$P \leq 0,05$
E.E	20	27,815	1,391			
TOTAL	24	53,060				

Prueba de separación de medias de Tukey ( $P \leq 0,05$ ):

$Q_p$  ( $\alpha=0.05$ ): 4,23

Valor de Tukey: 2,231

Tabla 11: Resultados de la prueba de separación de medias de Tukey para la medición del diámetro de apertura en centímetros en rosas de la variedad Vendela tratadas con Aloe vera

Tratamiento	Aloe vera 100%	Aloe vera 75%	Aloe vera 50%	Aloe vera 25%	Control Agua
Media	4,73	4,92	6,10	6,86	7,23
Rango	b	b	ba	ba	a

Para el experimento con base de recubrimiento de almidón de yuca se encontró que los dos porcentajes (1% y 2%) no presentaron la apertura deseada, ya que fueron significativamente menor que el testigo de agua. El testigo de agua presentó un diámetro de apertura de 7,98cm, mientras que los tratamientos de almidón de yuca fueron inferiores a 5cm (ver Figura 17). Además, ambos tratamientos de almidón de yuca

fueron iguales estadísticamente (ver Figura 17). Por lo tanto, estos tratamientos no son adecuados como base de recubrimiento para los botones de rosa de la variedad Vendela. Por otro lado, el coeficiente de variación obtenido para este experimento fue de 16,63%, lo cual fue aceptable, ya que la variación de los datos entre tratamientos si fue bastante marcada.

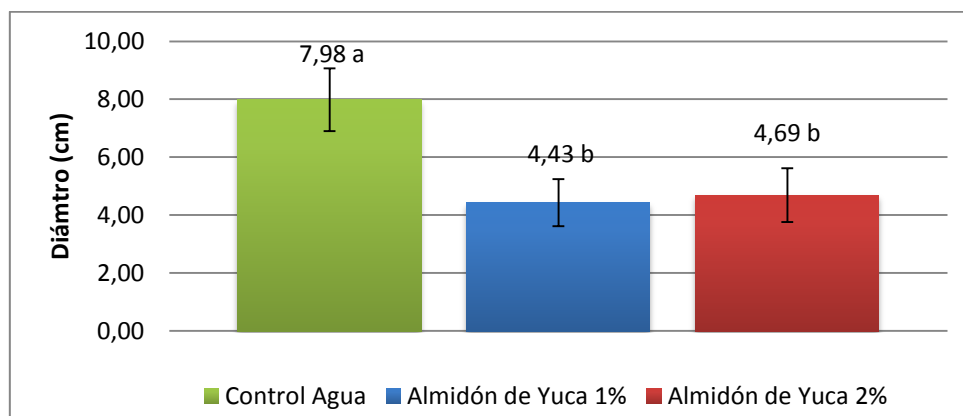


Figura 17: Medición del diámetro de apertura en centímetros en botones de rosa de la variedad Vendela inmersas en almidón de yuca. De izquierda a derecha: testigo de agua, almidón de yuca 1% y almidón de yuca 2%. Las barras representan desviaciones estándar.

Tabla 12: ANOVA a partir de los datos de la medición del diámetro de apertura en centímetros en rosas de la variedad Vendela tratadas con almidón de yuca

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	Significancia
Tratamientos	2	47,065	23,533	26,178 *	3,68	$P \leq 0,05$
E.E	15	13,484	0,899			
TOTAL	17	60,549				

Prueba de separación de medias de Tukey ( $P \leq 0,05$ ):

$Q_p (\alpha=0.05)$ : 3,67

Valor de Tukey: 1,421

Tabla 13: Resultados de la prueba de separación de medias de Tukey para la medición del diámetro de apertura en centímetros en rosas de la variedad Vendela tratados con almidón de yuca

Tratamiento	Almidón de Yuca 1%	Almidón de Yuca 2%	Control Agua
Media	4,43	4,69	7,98
Rango	b	b	a

Finalmente, los botones sumergidos en la base de recubrimiento de gelatina no presentaron una buena apertura porque fueron significativamente menores al testigo de agua. La inhibición de apertura fue de 42% en gelatina al 1% y 32% en gelatina al 2% (ver Figura 18). Por lo tanto, la gelatina no es una buena alternativa de base de recubrimiento para botones de rosa de la variedad Vendela. El coeficiente de variación fue de 15,06% lo cual indica que la variación de los datos fue grande y eso fue afirmativo, ya que las medidas de apertura de los diferentes tratamientos fueron bastante diferentes unos con otros.

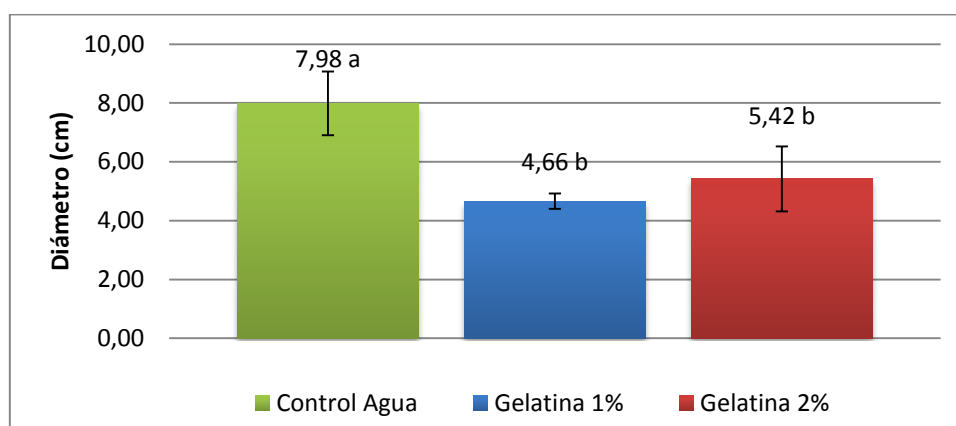


Figura 18: Medición del diámetro de apertura en centímetros en botones de rosa de la variedad Vendela inmersas en gelatina. De izquierda a derecha: testigo de agua, gelatina 1% y gelatina 2%. Las barras representan desviaciones estándar.

Tabla 14: ANOVA a partir de los datos de la medición del diámetro de apertura en centímetros en rosas de la variedad Vendela tratadas con gelatina

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	Significancia
Tratamientos	2	36,407	18,203	22,130*	3,68	$P \leq 0,05$
E.E	15	12,338	0,823			
TOTAL	17	48,745				

Prueba de separación de medias de Tukey ( $P \leq 0,05$ ):

**Qp ( $\alpha=0.05$ ): 3,67**

**Valor de Tukey: 1,359**

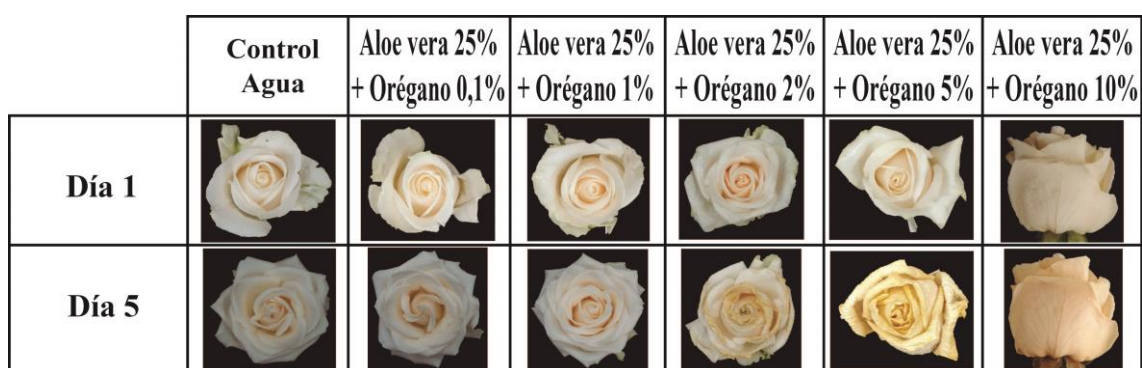
**Tabla 15: Resultados de la prueba de separación de medias de Tukey para la medición del diámetro de apertura en centímetros en rosas de la variedad Vendela tratadas con gelatina**

Tratamiento	Gelatina 1%	Gelatina 2%	Control Agua
Media	4,66	5,42	7,98
Rango	b	b	a

### **Evaluación de la fitotoxicidad en botones de rosa después de la inmersión en la combinación de Aloe vera al 25% más fungicidas naturales**

En este estudio se evaluó la fitotoxicidad, con la metodología anteriormente presentada, de la combinación de Aloe vera al 25%, como base de recubrimiento, y fungicidas naturales, aceite esencial de orégano, aceite esencial de tomillo, y quitosano, en botones de rosa de la variedad Vendela.

En el primer ensayo sobre la fitotoxicidad de la combinación con aceite esencial de orégano se encontró que a partir del tratamiento con 2% este aceite esencial en adelante se producía fitotoxicidad en los pétalos de las rosas. Los tratamientos de aceite esencial de orégano al 5% y 10% fueron totalmente fitotóxicos. Mientras que los tratamientos al 0,1% y 1% no presentaron fitotoxicidad al igual que el testigo (ver Figura 19 y 20).



**Figura 19: Evaluación de la fitotoxicidad en botones de rosa de la variedad Vendela después de ser sumergidas en la combinación de Aloe vera al 25% más aceite esencial de orégano**

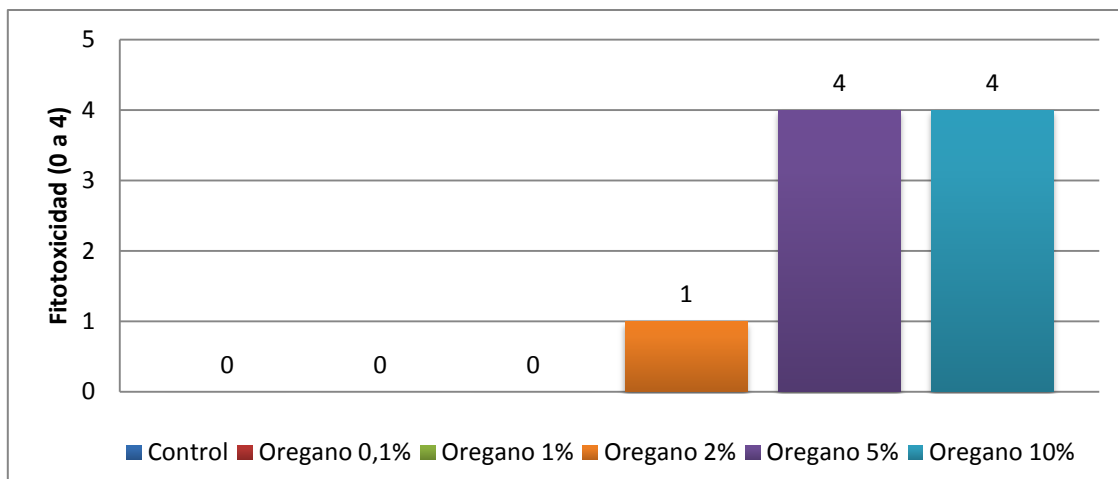


Figura 20: Medición de la fitotoxicidad en rosas de la variedad Vendela. De izquierda a derecha: testigo de agua, Aloe vera 25% + Aceite esencial de orégano 0,1%, Aloe vera 25% + Aceite esencial de orégano 1%, Aloe vera 25% + Aceite esencial de orégano 2%, Aloe vera 25% + Aceite esencial de orégano 5%, y Aloe vera 25% + Aceite esencial de orégano 10%

Por otro lado, la fitotoxicidad del aceite esencial de tomillo en los pétalos de las rosas se presentó a partir del 1%. Los tratamientos con aceite esencial al 2%, 5% y 10% fueron totalmente fitotóxicos para los botones de rosas de esta variedad. El tratamiento que contenía 0,1% fue el único no fitotóxico al igual que el testigo de agua (ver Figura 21 y 22). Por lo tanto, el tratamiento con 0,1% es el mejor para aplicar en rosas.

	Control Agua	Aloe vera 25% + Tomillo 0,1%	Aloe vera 25% + Tomillo 1%	Aloe vera 25% + Tomillo 2%	Aloe vera 25% + Tomillo 5%	Aloe vera 25% + Tomillo 10%
Día 1						
Día 5						

Figura 21: Evaluación de la fitotoxicidad en botones de rosa de la variedad Vendela después de ser sumergidas en la combinación de Aloe vera al 25% más aceite esencial de tomillo

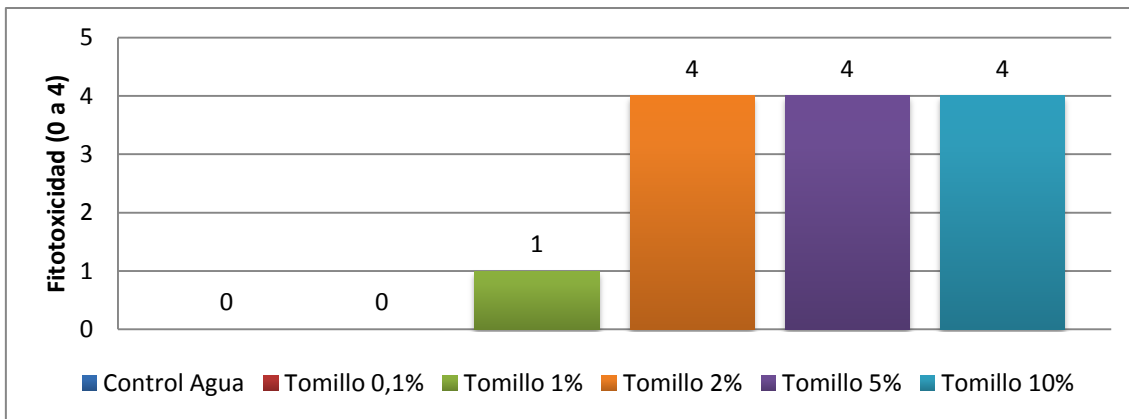


Figura 22: Medición de la fitotoxicidad en rosas de la variedad Vendela. De izquierda a derecha: testigo de agua, Aloe vera 25% + Aceite esencial de tomillo 0,1%, Aloe vera 25% + Aceite esencial de tomillo 1%, Aloe vera 25% + Aceite esencial de tomillo 2%, Aloe vera 25% + Aceite esencial de tomillo 5% y Aloe vera 25% + Aceite esencial de tomillo 10%

Finalmente, los tratamientos de quitosano presentaron fitotoxicidad a partir del tratamiento que contenía 1% llegando a un valor de 4 al 10% de quitosano. Solamente el tratamiento que contenía quitosano al 0,1% fue similar estadísticamente al testigo, por lo cual, no fue fitotóxico (ver Figura 23 y 24). El coeficiente de variación fue de 12,82% lo cual fue aceptable, ya que no hubo mayor variación de los datos en los tratamientos.

	Control Agua	Aloe vera 25% + Quitosano 0,1%	Aloe vera 25% + Quitosano 1%	Aloe vera 25% + Quitosano 5%	Aloe vera 25% + Quitosano 10%
Día 1					
Día 5					

Figura 23: Evaluación de la fitotoxicidad en botones de rosa de la variedad Vendela después de ser sumergidas en la combinación de Aloe vera al 25% más quitosano (0,1%,1%, 5%, 10%)

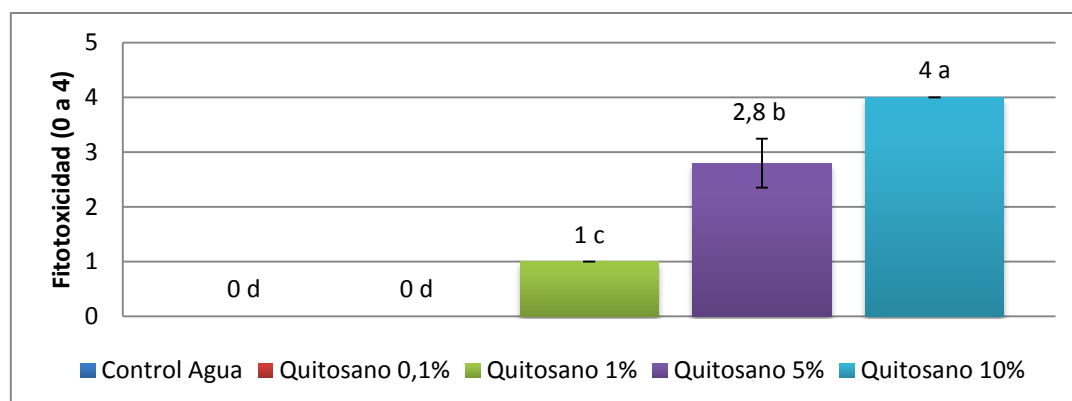


Figura 24: Medición de la fitotoxicidad en rosas de la variedad Vendela. De izquierda a derecha: testigo de agua, Aloe vera 25% + quitosano 0,1%, Aloe vera 25% + quitosano 1%, Aloe vera 25% + quitosano 5% y Aloe vera 25% + quitosano 10%. Las barras representan desviaciones estándar.

Tabla 16: ANOVA a partir de los datos de la medición de fitotoxicidad en rosas de la variedad Vendela tratadas con Aloe vera al 25% más quitosano

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	Significancia
Tratamientos	4	63,360	15,840	396,00*	2,87	$P \leq 0,05$
E.E	20	0,800	0,040			
TOTAL	24	64,160				

Prueba de separación de medias de Tukey ( $P \leq 0,05$ ):

$Q_p (\alpha=0.05)$ : 4,23

Valor de Tukey: 0,378

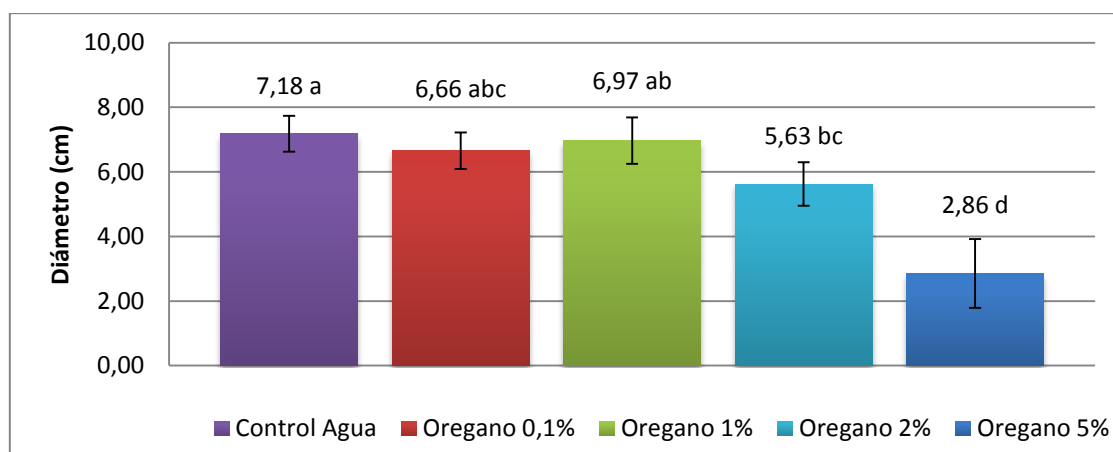
Tabla 17: Resultados de la prueba de separación de medias de Tukey para la medición de fitotoxicidad en rosas de la variedad Vendela tratadas con Aloe vera al 25% más quitosano

Tratamiento	Control Agua	Quitosano 0,1%	Quitosano 1%	Quitosano 5%	Quitosano 10%
Media	0,00	0,00	1,00	2,80	4,00
Rango	d	d	c	b	a

## Evaluación de apertura en florero de rosas después de la inmersión en la combinación de Aloe vera al 25% y fungicidas naturales

En este estudio se evaluó la apertura de botones de rosas de la variedad Vendela después de ser inmersas en los tratamientos de la combinación de la base de recubrimiento, Aloe vera 25%, y los fungicidas naturales que fueron: aceite esencial de orégano, aceite esencial de tomillo y quitosano.

En los ensayos de apertura que se incluyó aceite esencial de orégano se pudo observar que los tratamientos que contenían 0,1% y 1% de aceite esencial de orégano presentaron una apertura estadísticamente similar a la del testigo de agua. El testigo presentó un diámetro de apertura de 7,18 cm, la combinación con aceite esencial de orégano al 0,1% 6,66 cm, y la combinación con aceite esencial de orégano al 1% 6,97cm. Por otro lado, el tratamiento de aceite esencial de orégano al 2% y 5% presentaron diámetros significativamente menores que el testigo llegando a valores inferiores de 6 cm en el caso del aceite esencial al 2% y menor a 3 cm al 5% (ver Figura 25). Por lo tanto, el mejor tratamiento es el de aceite esencial de orégano al 1% ya que fue el mayor porcentaje que soportan los pétalos de rosas y es similar en apertura al testigo de agua. El coeficiente de variación para este experimento fue de 12,63% que fue aceptable, ya que la apertura de la rosas en diferentes tratamientos fue similar.



**Figura 25:** Medición del diámetro de apertura en centímetros en botones de rosa de la variedad Vendela inmersas en la combinación de Aloe vera y aceite esencial de orégano. De izquierda a derecha: testigo de agua, Aloe vera 25% + Aceite esencial de orégano 0,1%, Aloe vera 25% + Aceite esencial de orégano 1%, Aloe vera 25% + Aceite esencial de orégano 2%, Aloe vera 25% + Aceite esencial de orégano 5%. Las barras representan desviaciones estándar.

**Tabla 18:** ANOVA a partir de los datos de la medición del diámetro de apertura en centímetros en rosas de la variedad Vendela tratadas con Aloe vera (25%) más aceite esencial de orégano

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	Significancia
<b>Tratamientos</b>	4	63,416	15,854	28,963*	2,87	P≤0,05
<b>E.E</b>	20	10,948	0,547			
<b>TOTAL</b>	24	74,364				



Prueba de separación de medias de Tukey ( $P \leq 0,05$ ):

$Q_p (\alpha=0.05)$ : 4,23

Valor de Tukey: 1,4

Tabla 19: Resultados de la prueba de separación de medias de Tukey para la medición del diámetro de apertura en centímetros en rosas de la variedad Vendela tratadas con Aloe vera (25%) más aceite esencial de orégano

Tratamiento	Orégano 5%	Orégano 2%	Orégano 0,1%	Orégano 1%	Control Agua
Media	2,86	5,63	6,66	6,97	7,18
Rango	d	cb	cba	ba	a

El ensayo con aceite esencial de tomillo presentó una disminución de apertura a medida que se aumentaba el porcentaje de aceite esencial. Sin embargo, el tratamiento de aceite esencial de tomillo a 0,1% presentó una apertura estadísticamente similar al testigo de agua. La medida obtenida en el testigo fue de 7,18cm y en la combinación con aceite esencial de tomillo fue de 6,63. Los tratamientos con porcentajes de 1%, 2% y 5% fueron significativamente menores que el testigo llegando a una inhibición de apertura del 63% en el tratamiento con aceite esencial de tomillo al 5% (ver Figura 26). El coeficiente de variación para este experimento fue de 10,20%, lo cual fue aceptable, ya que los datos obtenidos no tuvieron grandes variaciones con excepción del aceite esencial de tomillo al 5% que fue mucho menor que los otros tratamientos.

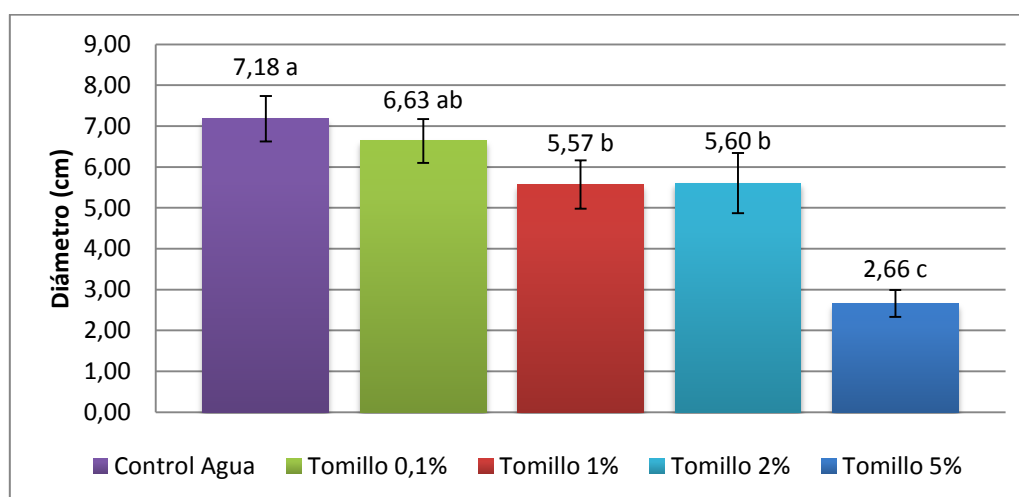


Figura 26: Medición del diámetro de apertura en centímetros en rosas de la variedad Vendela. De izquierda a derecha: testigo de agua, Aloe vera 25% + Aceite esencial de tomillo 0,1%, Aloe vera 25% + Aceite esencial de tomillo 1%, Aloe vera 25% + Aceite esencial de tomillo 2%, Aloe vera 25% + Aceite esencial de tomillo 5%. Las barras representan desviaciones estándar.

**Tabla 20: ANOVA a partir de los datos de la medición del diámetro de apertura en centímetros en rosas de la variedad Vendela tratadas con Aloe vera (25%) más aceite esencial de tomillo**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Ft</b>	<b>Significancia</b>
<b>Tratamientos</b>	4	60,927	15,232	47,863*	2,87	$P \leq 0,05$
<b>E.E</b>	20	6,365	0,318			
<b>TOTAL</b>	24	67,292				

Prueba de separación de medias de Tukey ( $P \leq 0,05$ ):

**Qp ( $\alpha=0.05$ ):** 4,23

**Valor de Tukey:** 1,07

**Tabla 21: Resultados de la prueba de separación de medias de Tukey para la medición del diámetro de apertura en centímetros en rosas de la variedad Vendela tratadas con Aloe vera (25%) más aceite esencial de tomillo**

<b>Tratamiento</b>	<b>Tomillo 5%</b>	<b>Tomillo 1%</b>	<b>Tomillo 2%</b>	<b>Tomillo 0,1%</b>	<b>Control Agua</b>
<b>Media</b>	2,66	5,57	5,60	6,63	7,18
<b>Rango</b>	c	b	b	ba	a

Finalmente, los tratamientos de quitosano presentaron aperturas bastante similares en comparación al testigo con agua. Los tratamientos de quitosano 0,1% y 1% fueron los que más similares estuvieron al testigo de agua, mientras que los tratamientos de 5% y 10% fueron los que menor apertura presentaron. Tanto el testigo como la combinación con quitosano al 0,1% presentaron diámetros de apertura superiores a 7cm; mientras que los porcentajes del 1%, 5% y 10% menores a 7 cm (ver Figura 27). El coeficiente de variación para este experimento fue de 10,34%, lo cual fue aceptable ya que las aperturas de rosas no variaron drásticamente.

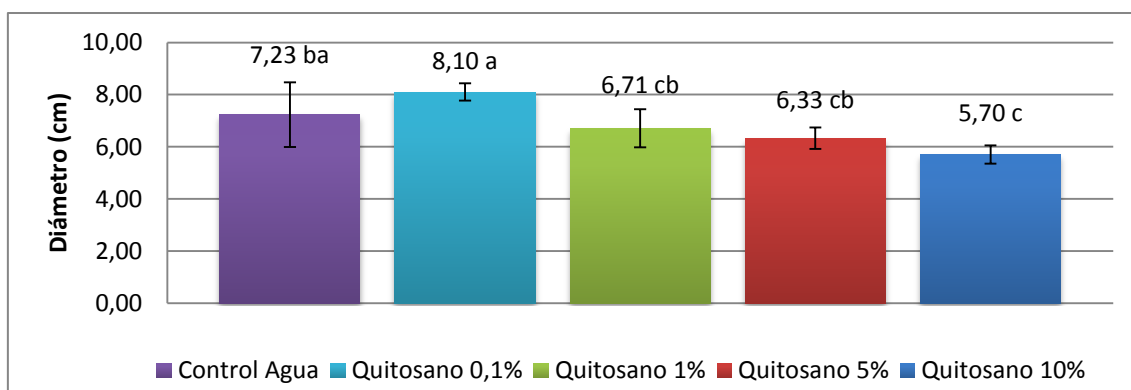


Figura 27: Medición del diámetro de apertura de rosas de la variedad Vendela. De izquierda a derecha: testigo de agua, Aloe vera 25% + quitosano 0,1%, Aloe vera 25% + quitosano 1%, Aloe vera 25% + quitosano 5% y Aloe vera 25% + quitosano 10%. Las barras representan desviaciones estándar.

Tabla 22: ANOVA a partir de los datos de la medición del diámetro de apertura en centímetros en rosas de la variedad Vendela tratadas con Aloe vera (25%) más quitosano

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	Significancia
Tratamientos	4	16,562	4,140	8,345*	2,87	$P \leq 0,05$
E.E	20	9,923	0,496			
TOTAL	24	26,485				

Prueba de separación de medias de Tukey ( $P \leq 0,05$ ):

$Q_p (\alpha=0.05)$ : 4,23

Valor de Tukey: 1,332

Tabla 23: Resultados de la prueba de separación de medias de Tukey para la medición del diámetro de apertura en centímetros en rosas de la variedad Vendela tratadas con Aloe vera (25%) más quitosano

Tratamiento	Qitosano 10%	Qitosano 5%	Qitosano 1%	Control Agua	Qitosano 0,1%
Media	5,70	6,33	6,71	7,23	8,10
Rango	c	cb	cb	ba	a

## Evaluación del crecimiento de *Botrytis cinerea* en pétalos de rosas con tratamientos de base de recubrimiento y fungicidas naturales

En este experimento se midió el diámetro de crecimiento de *Botrytis cinerea* en un pétalo de rosa de la variedad Vendela antes y después de la inmersión de los botones de rosas en los tratamientos de base de recubrimiento, Aloe vera al 25%, y fungicidas

naturales, aceite esencial de orégano al 1%, aceite esencial de tomillo al 0,1%, y quitosano al 0,1%.

En primer lugar, se puede apreciar claramente que el testigo que contenía solamente *Botrytis cinerea* infectó normalmente como era lo esperado (ver Figura 28). Además, los tratamientos que fueron testigos con agua también crecieron como era lo esperado ya que fueron usados para confirmar que la inmersión no producía ningún efecto de lavado en los tratamientos que se realizó la inmersión después de la inoculación, además, presentaron diámetros de crecimientos superiores a 1,4cm como el testigo de *Botrytis cinerea* (ver Figura 28 y 29). El aceite esencial de orégano no inhibió el diámetro de crecimiento esperado ya que estadísticamente creció igual que el testigo de solamente *Botrytis cinerea*. El diámetro de crecimiento para el testigo de *Botrytis cinerea* fue 1,64 cm y para los tratamientos de antes y después de aceite esencial de orégano al 1% fue de 1,56 cm y 1,68 cm, respectivamente (ver Figura 28 y 29). Además, los tratamientos que contenían fungicida comercial tuvieron una inhibición significativa en el diámetro de crecimiento del hongo patógeno ya que sus valores fueron inferiores a 0,5 cm. El Aloe vera incorporado al fungicida disminuyó parcialmente el diámetro de crecimiento, pero no fue estadísticamente diferente al fungicida comercial solo (ver Figura 28 y 29). El coeficiente de variación 9,64% que fue positivo ya que se manejaron las condiciones más similares posibles para todos los tratamientos y no hubo grandes variaciones entre repeticiones.

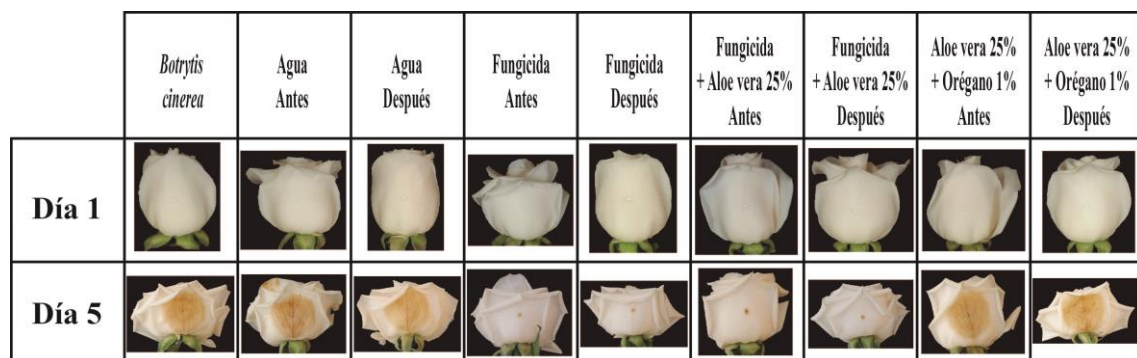


Figura 28: Evaluación del diámetro de crecimiento de *Botrytis cinerea* en pétalos de rosa de la variedad Vendela frente a la combinación de Aloe vera con aceite esencial de orégano

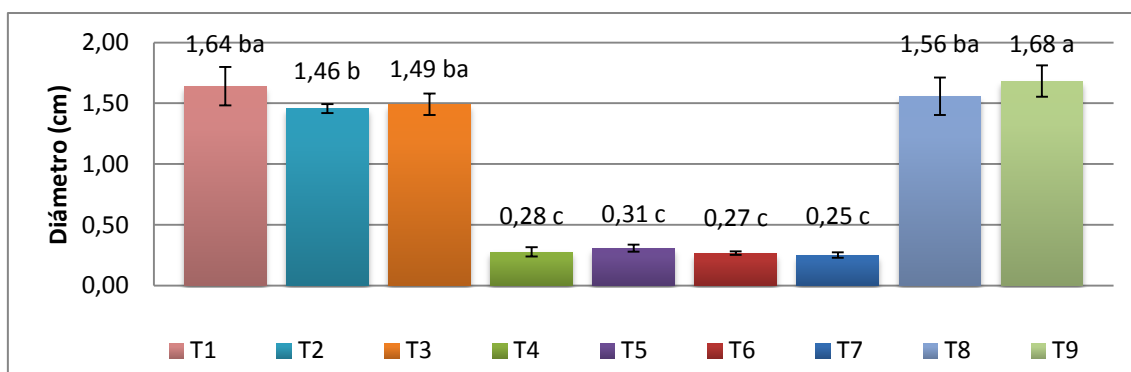


Figura 29: Medición del diámetro de crecimiento en centímetros de *Botrytis cinerea* en un pétalo de rosa de la variedad Vendela frente a la combinación de Aloe vera al 25% y aceite esencial de orégano al 1%. Donde: T1: testigo de *Botrytis cinerea*, T2: testigo de agua antes, T3: testigo de agua después, T4: fungicida comercial antes, T5: fungicida comercial después, T6: fungicida comercial + Aloe vera 25% antes, T7: fungicida comercial + Aloe vera 25% después, T8: Aloe vera 25% + aceite esencial de orégano 1% antes y T9: Aloe vera 25% + aceite esencial de orégano 1% después. Las barras representan desviaciones estándar.

Tabla 24: ANOVA a partir de los datos de la medición del diámetro de crecimiento en centímetros de *Botrytis cinerea* en un pétalo de rosa de la variedad Vendela frente a Aloe vera (25%) más aceite esencial de orégano (1%)

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	Significancia
Tratamientos	8	14,938	1,867	217,121*	2,3	P<0,05
E.E	27	0,232	0,009			
TOTAL	35	15,170				

Prueba de separación de medias de Tukey ( $P \leq 0,05$ ):

$Q_p (\alpha=0.05)$ : 4,72

Valor de Tukey: 0,219

Tabla 25: Resultados de la prueba de separación de medias de Tukey para la medición del diámetro de crecimiento en centímetros de *Botrytis cinerea* en un pétalo de rosa de la variedad Vendela frente a Aloe vera (25%) más aceite esencial de orégano (1%)

Tratamiento	Fungicida +Av Después	Fungicida +Av Antes	Fungicida Antes	Fungicida Después	Agua Antes	Agua después	Orégano 1% Antes	<i>Botrytis cinerea</i>	Orégano 1% Después
Media	0,25	0,27	0,28	0,31	1,46	1,49	1,56	1,64	1,68
Rango	c	c	c	c	b	ba	ba	ba	a

A su vez, el aceite esencial de tomillo al igual que el de orégano no presentó la inhibición del diámetro de crecimiento de *Botrytis cinerea* deseada ya que estadísticamente fue similar a los controles de *Botrytis cinerea* y de agua (ver Figura 30 y 31). Los valores de los diámetros de crecimiento fueron superiores a 1,4cm en los

tratamientos de *Botrytis cinerea*, agua y aceite esencial de tomillo. Por otro lado, todos los tratamientos con fungicida comercial presentaron la inhibición esperada que fue significativamente menor que el testigo de *Botrytis cinerea* ya que los valores de los diámetros de crecimiento del hongo patógeno fueron menores a 0,4cm, pero no hubo diferencia significativa entre los todos los tratamientos de fungicida comercial (ver Figura 30 y 31). El coeficiente de variación fue 11,67% que fue aceptable ya que los tratamientos no presentaron gran variación con excepción con los de fungicida comercial que si hubo diferencias marcadas.

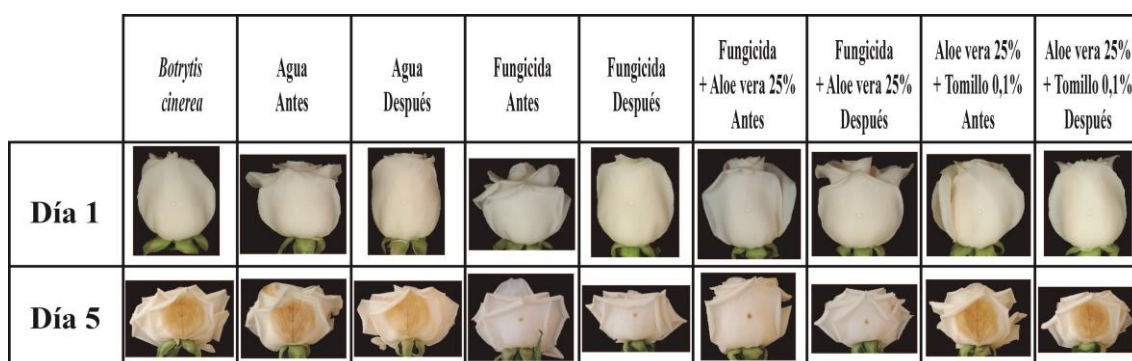


Figura 30: Evaluación del diámetro de crecimiento de *Botrytis cinerea* en pétalos de rosa de la variedad Vendela frente a la combinación de Aloe vera con aceite esencial de tomillo

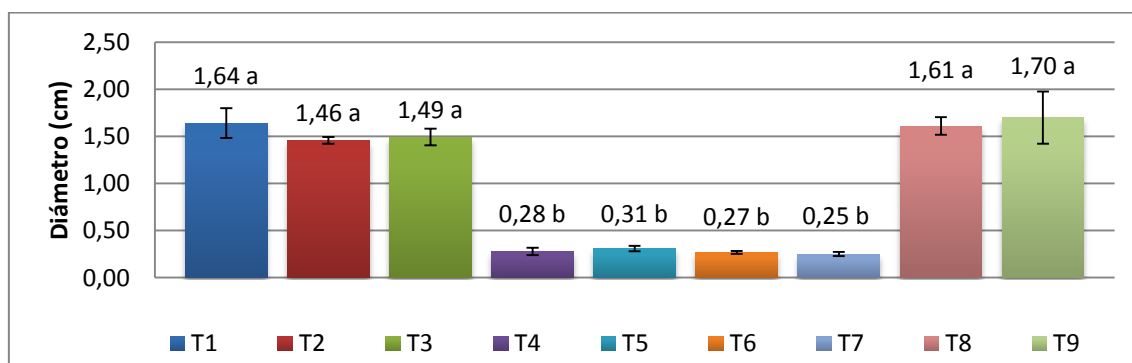


Figura 31: Medición del diámetro de crecimiento en centímetros de *Botrytis cinerea* en un pétalo de rosa de la variedad Vendela frente a la combinación de Aloe vera 25% y aceite esencial de tomillo 0,1%. Donde: T1: testigo de *Botrytis cinerea*, T2: testigo de agua antes, T3: testigo de agua después, T4: fungicida comercial antes, T5: fungicida comercial después, T6: fungicida comercial + Aloe vera 25% antes, T7: fungicida comercial + Aloe vera 25% después, T8: Aloe vera 25% + aceite esencial de tomillo 0,1% antes y T9: Aloe vera 25% + aceite esencial de tomillo 0,1% después. Las barras representan desviaciones estándar.

**Tabla 26: ANOVA a partir de los datos de la medición del diámetro de crecimiento en centímetros de *Botrytis cinerea* en un pétalo de rosa de la variedad Vendela frente Aloe vera (25%) más aceite esencial de tomillo (0,1%)**

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	Significancia
Tratamientos	8	15,268	1,908	140,052*	2,3	$P \leq 0,05$
E.E	27	0,368	0,014			
TOTAL	35	15,636				

Prueba de separación de medias de Tukey ( $P \leq 0,05$ ):

**Qp ( $\alpha=0.05$ ): 4,72**

**Valor de Tukey: 0,275**

**Tabla 27: Resultados de la prueba de separación de medias de Tukey para la medición del diámetro de crecimiento de *Botrytis cinerea* en un pétalo de rosa de la variedad Vendela tratadas con Aloe vera (25%) más aceite esencial de tomillo (0,1%)**

Tratamiento	Fungicida +Av Después	Fungicida +Av Antes	Fungicida Antes	Fungicida Después	Agua Antes	Agua Después	Tomillo 0,1% Antes	<i>Botrytis cinerea</i>	Tomillo 0,1% Después
<b>Media</b>	0,25	0,27	0,28	0,31	1,46	1,49	1,61	1,64	1,70
<b>Rango</b>	b	b	b	b	a	a	a	a	a

Finalmente, el tratamiento de quitosano no fue exitoso para la inhibición del diámetro de crecimiento de *Botrytis cinerea* puesto que se comportó de manera similar a los testigos de *Botrytis cinerea* y agua, es decir, estadísticamente fueron iguales. Además, todos los tratamientos mencionados presentaron un diámetro de crecimiento superior a 1,4 cm. Por otro lado, los tratamientos con fungicida comercial si fueron efectivos la inhibición del crecimiento del hongo ya presentó una inhibición de aproximadamente de 81% (ver Figura 32 y 33). El coeficiente de variación fue 9,34% que fue bastante aceptable ya que significa que la variación entre los datos no fue muy significativa.



Figura 32: Evaluación del diámetro de crecimiento de *Botrytis cinerea* en pétalos de rosa de la variedad Vendela frente a la combinación de Aloe vera y quitosano

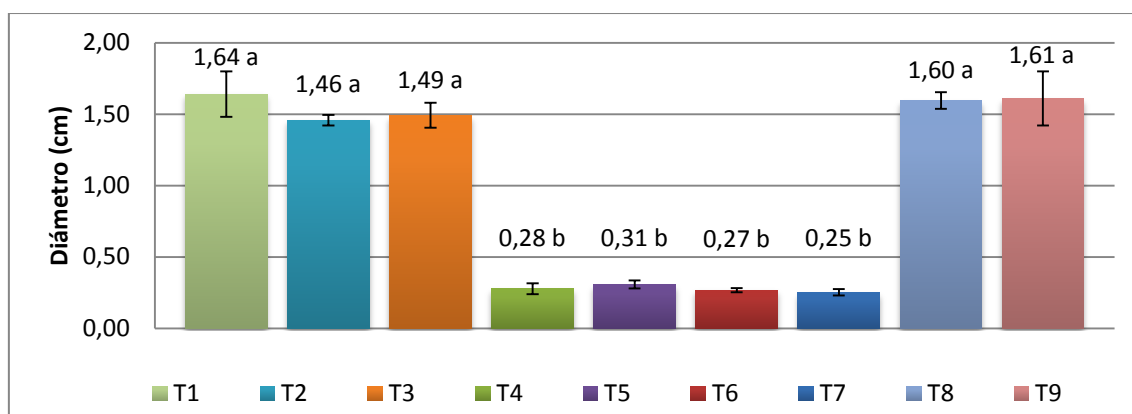


Figura 33: Medición del diámetro de crecimiento en centímetros de *Botrytis cinerea* en un pétalo de rosa de la variedad Vendela frente a la combinación de Aloe vera 25% y quitosano 0,1%. Donde: T1: testigo de *Botrytis cinerea*, T2: testigo de agua antes, T3: testigo de agua después, T4: fungicida comercial antes, T5: fungicida comercial después, T6: fungicida comercial + Aloe vera 25% antes, T7: fungicida comercial + Aloe vera 25% después, T8: Aloe vera 25% + quitosano 0,1% antes y T9: Aloe vera 25% + quitosano 0,1% después. Las barras representan desviaciones estándar.

Tabla 28: ANOVA a partir de los datos de la medición del diámetro de crecimiento en centímetros de *Botrytis cinerea* en un pétalo de rosa de la variedad Vendela frente a Aloe vera (25%) más quitosano (0,1%)

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	Significancia
Tratamientos	8	14,733	1,842	215,681*	2,3	$P \leq 0,05$
E.E	27	0,231	0,009			
TOTAL	35	14,964				

Prueba de separación de medias de Tukey ( $P \leq 0,05$ ):

$Q_p (\alpha=0.05)$ : 4,72

Valor de Tukey: 0,218



**Tabla 29: Resultados de la prueba de separación de medias de Tukey para la medición del diámetro de crecimiento en centímetros de *Botrytis cinerea* en un pétalo de rosa de la variedad Vendela frente a Aloe vera (25%) más quitosano (0,1%)**

Tratamiento	Fungicida +Av Después	Fungicida +Av Antes	Fungicida Antes	Fungicida Después	Agua Antes	Agua Después	Quitosano 0,1% Antes	Quitosano 0,1% Después	<i>Botrytis cinerea</i>
Media	0,25	0,27	0,28	0,31	1,46	1,49	1,60	1,61	1,64
Rango	b	b	b	b	a	a	a	a	a

## DISCUSIÓN

### Evaluación del crecimiento de *Botrytis cinerea in vitro* frente a fungicidas naturales

Los ensayos *in vitro* mostraron resultados prometedores para la inhibición del crecimiento de fitopatógeno *Botrytis cinerea*.

Tanto el aceite esencial de orégano (*Origanum vulgare*) al 1% (10  $\mu\text{L}/\text{mL}$ ) como al 10% (100  $\mu\text{L}/\text{mL}$ ) mostraron un inhibición completa del crecimiento de micelio del hongo *Botrytis cinerea*. Este resultado es comparable a otros estudios en los cuales se ha presentado igualmente inhibición de crecimiento del micelio del hongo. Por ejemplo, en un estudio se encontró que no generaba crecimiento micelial *in vitro* a una concentración de 0,02  $\mu\text{L}/\text{mL}$  de aceite esencial de orégano (*Origanum vulgare*) que es mucho menor a las dosis usadas en este experimento (Vitoratos *et al.*, 2013). Por otro lado, en otra evaluación igualmente *in vitro* se encontró que a una concentración de 51,2  $\mu\text{g}/\text{mL}$ , la más alta evaluada, se puede tener una reducción del diámetro de crecimiento significativa ya que el control presentó 7,09cm; mientras, la dosis mencionada presentó 3,78cm (Adebayo *et al.*, 2013). De igual manera, el aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*) tanto al 0,1% (1  $\mu\text{L}/\text{mL}$ ) como al 10% (100  $\mu\text{L}/\text{mL}$ ) mostraron una inhibición total del crecimiento del hongo. Estos resultados son esperados ya que las dosis usadas son mayor que en otros estudios *in vitro*. Uno de esos estudios demostró que dos aceites esenciales de tomillo de dos tipos clonales de tomillo (*Thymus vulgaris*) producían 90,5% de inhibición y 63,5% de inhibición crecimiento micelial de cada tipo clonal, ambos a una concentración de 200 ppm (0,2  $\mu\text{L}/\text{mL}$ ) (Bhaskara *et al.*, 1998). En otro

estudio se evaluó los gases volátiles del aceite esencial de tomillo *in vitro*, lo cual mostró que a una concentración de 100 $\mu$ L/L había inhibición completa del crecimiento lineal de *Botrytis cinerea*. Además, en el mismo estudio se evaluó el efecto de la fase líquida *in vitro* y se encontró que a partir de los 0,50 mL/L (0,5  $\mu$ L/mL) no hubo crecimiento micelial (Abd-ALLA *et al.*, 2011). Según Camele *et al* (2012) utilizando ocho de los compuestos que se encuentran tanto en aceites esenciales de orégano como de tomillo demostró que dependiendo del compuesto hubo disminución en el crecimiento de *Botrytis cinerea*, de los cuales, citral y carvacrol inhibieron completamente a 250 ppm y timol a 150 y 250 ppm. Estos resultados muestran que los compuestos de ambos aceites esenciales podrían ser las principales causas de la inhibición de crecimiento micelial que se tuvo en el presente estudio. Además, en el presente estudio, se encontró que quitosano al 0,1% (1 mg mL<sup>-1</sup>) permitía el crecimiento del patógeno, mientras que al 10% (103 mg mL<sup>-1</sup>) no permitió el crecimiento del hongo. En varias investigaciones han demostrado la efectividad del quitosano para el control de *Botrytis cinerea in vitro*. En uno de esos estudios se encontró que el crecimiento de *Botrytis cinerea* fue inhibida de manera progresiva a medida que aumentaba la concentración de quitosano de 1 a 2,5 mg mL<sup>-1</sup>, resultando que las concentraciones de 2,5 y 2 mg mL<sup>-1</sup> inhibieron el crecimiento micelial por 71,02 y 57,02%, respectivamente (Muñoz y Moret, 2010). En otro estudio, también se presentó reducción del crecimiento de *Botrytis cinerea*, en el cual, con 150 mg L<sup>-1</sup> de quitosano se disminuyó en un 65% y se suprimió casi por completo con 250 mg L<sup>-1</sup> (Trotel-Aziz *et al.*, 2006). Por otro lado, el crecimiento de *Botrytis cinerea* se inhibió significativamente en medios líquidos que contenían quitosano en concentraciones superiores o iguales a 0,016 g L<sup>-1</sup> (Reglinski *et al.*, 2010). Por lo tanto, se puede observar que el quitosano utilizado en el presente estudio mostró inhibición en el crecimiento de *Botrytis cinerea*, a pesar, que el quitosano provenía de diferentes fuentes y proveedores que en los estudios mencionados.

## **Evaluación de la fitotoxicidad en botones de rosa después de la inmersión en las bases de recubrimientos y fungicidas naturales**

Las bases de recubrimiento presentaron resultados diferentes. En cuanto a Aloe vera en ninguno de los tratamientos se presentó fitotoxicidad; mientras que los tratamientos de almidón de yuca y gelatina si presentaron fitotoxicidad. Esta fitotoxicidad puede deberse al factor que la capa que se produce por la gelatinización de ambos recubrimientos, gelatina y almidón de yuca, en los pétalos de rosas no permiten la suficiente respiración celular y no permite su normal funcionamiento. Como se mencionó previamente es difícil conocer una razón para la fitotoxicidad ya que no ha sido evaluado en rosas anteriormente. Por otro lado, la acción fitotóxica de los aceites esenciales posiblemente se debe a que en diferentes estudios han demostrado que causan daños en células eucariotas. Este daño se da en diferentes componentes y organelos dentro de la célula, lo cual, puede conducir a la muerte celular (Bakkali *et al.*, 2008). En cuanto a la fitotoxicidad del quitosano es importante aclarar que si bien no se vio daño en los pétalos, este recubrimiento generaba un recubrimiento que dejaban manchadas a los pétalos, lo cual no es aceptable ya que perdería su valor comercial o no sería aceptado por los clientes finales. Este efecto posiblemente se dé por la fuente de quitosano usada que fue soluble en agua, por lo que, su composición pudo haber generado esa coloración y textura.

## **Evaluación de apertura en florero de rosas después de la inmersión en bases de recubrimientos y fungicidas naturales**

Es importante mencionar que los recubrimientos han sido ampliamente usados en diferentes frutas, pero no se pudo encontrar evidencia o pruebas en rosas, por lo cual, la interacción de los recubrimientos con los pétalos de rosas puede variar debido a que son tejidos y especies diferentes.

Primeramente, se midió la apertura de las bases de los recubrimientos naturales que se usaron. Por lo cual, se pudo observar diferentes resultados. En cuanto a Aloe vera, se pudo apreciar la tendencia de ir disminuyendo la apertura a medida que aumentaba el porcentaje de esta base. Estos resultados se pueden deber a que en diferentes estudios han reportado que los recubrimientos a base de Aloe vera producen

una reducción de la tasa de respiración debido a que el recubrimiento altera la transferencia de gases, por lo cual, se ha encontrado que hay una mayor cantidad de oxígeno y menor cantidad de dióxido de carbono, lo que significa que hay menor respiración celular (Benítez *et al.*, 2013; Ramírez *et al.*, 2013; Restrepo y Aristizábal, 2010; Martínez-Romero *et al.*, 2013). Adicionalmente, se ha encontrado que la producción de etileno disminuye después de la aplicación de Aloe vera. Ambos efectos, menor respiración y producción de etileno, combinados podrían explicar la disminución de la apertura de los botones de rosa (Martínez Romero *et al.*, 2006). En cuanto a la gelatina también se pudo observar que la apertura fue menor que la del control, lo cual puede deberse al mismo efecto encontrado en Aloe vera ya que en un estudio se ha encontrado que el recubrimiento a base de gelatina puede disminuir la respiración celular (Trejo Márquez *et al.*, 2007). De igual manera la poca apertura de las rosas tratadas con almidón de yuca puede deberse a la baja tasa de respiración que se ocasiona por el recubrimiento como se ha demostrado en diferentes estudios (Costa Garcia *et al.*, 2010; Barco *et al.*, 2011; Chiumarelli *et al.*, 2010). Tanto la gelatina como el almidón de yuca podrían presentar menor producción de etileno como sucede con el Aloe vera por la disminución de la respiración celular. Finalmente, como se puede notar claramente, las bases de recubrimientos al generar una capa sobre los pétalos de rosas producen una disminución en la transferencia de los gases, por lo cual, reduciría su proceso metabólico y no permitiría su apertura normal.

Por otro lado, la apertura de las rosas cuando se incorporó los aceites esenciales se vio afectada principalmente por su fitotoxicidad ya que la apertura disminuía en los tratamientos que presentaban fitotoxicidad. En cuanto a los tratamientos con quitosano se encontró que la apertura disminuía a medida que aumentaba su concentración, lo cual puede deberse a que el quitosano por si solo ha sido usado como recubrimiento en diferentes frutas y se ha encontrado que produce disminución de la tasa de respiración, por lo tanto, tendría un efecto similar que las bases de recubrimiento evaluadas (Hernández-Muñoz *et al.*, 2008; Bal, 2013; El Ghaouth *et al.*, 1992).

## **Evaluación del crecimiento de *Botrytis cinerea* en pétalos de rosas con tratamientos de base de recubrimiento y fungicidas naturales**

Los tratamientos de los dos aceites esenciales no mostraron los resultados esperados ya que hubo crecimiento del hongo en el pétalo de rosa inoculado (ver Figura 28, 29, 30 y 31). Sin embargo, en un ensayo realizado con tomates se demostró que el aceite esencial de orégano al 0,30  $\mu\text{L}/\text{mL}$  inhibía completamente el crecimiento de este hongo en tomates. Lo cual es totalmente opuesto a lo obtenido con el aceite esencial de orégano al 1% (10  $\mu\text{L}/\text{mL}$ ) en los pétalos de rosas (Vitoratos *et al.*, 2013). Esto se puede deber a la diferencia de tejido usado y la especie. Además, es lo opuesto a lo obtenido *in vitro*, por lo cual, se puede notar que no hay un mismo efecto de lo aplicado en un bioensayo que lo aplicado *in vitro*. De igual manera, el aceite esencial de tomillo al 0,1% (1  $\mu\text{L}/\text{mL}$ ) no tuvo el control esperado en los pétalos de rosas. En un estudio con fresas (*Fragaria ananassa*) se evaluó dos aceites esenciales de tomillo de dos tipos clonales de tomillo y se encontró que los daños causados por *Botrytis cinerea* se redujo más de 73,6% y 75,8% dependiendo de los gases volátiles del aceite esencial de tomillo usado a una concentración de 200 ppm, además, no se encontró síntomas de fitotoxicidad (Bhaskara *et al.*, 1998). Gebel y Magurno (2014) en un ensayo en fresas (*Fragaria x ananassa*) que fueron tratadas con los gases volátiles provenientes del aceite esencial de tomillo encontraron que si hubo infección a una 500  $\mu\text{L}/\text{mL}$  aunque mucho menor que el testigo usado ya que el control presentó un área de infección de 706,86  $\text{mm}^2$ , mientras que los tratados con aceite esencial de tomillo 110,31  $\text{mm}^2$ . En otro ensayo efectuado en fresas se encontró que el tratamiento con los compuestos volátiles de aceite esencial de tomillo en concentración de 200  $\mu\text{L}/\text{L}$  (0,2  $\mu\text{L}/\text{mL}$ ) redujo la incidencia de la enfermedad en un 92,0%. Además, en el mismo estudio, se obtuvo que fresas inmersas en 2  $\text{mL}/\text{L}$  (2  $\mu\text{L}/\text{mL}$ ) de una emulsión de aceite esencial de tomillo produjeron una reducción de aproximadamente el 90,0% en la incidencia de la enfermedad (Abd-Alla *et al.*, 2011). Por lo tanto, el aceite esencial de orégano y de tomillo no presentaron los mismo efectos en los bioensayo que en los ensayos *in vitro*. Esto podría deberse principalmente a que las fuentes de las que provinieron los aceites esenciales del presente estudio son diferentes a la de los estudios mencionados, por lo

cual, los resultados variaron. Además, como se mencionó anteriormente se usó otra especie y tejido vegetal.

En una tesis doctoral, en la cual se evaluó el efecto de Aloe vera sobre el crecimiento de *Botrytis cinerea* tanto *in vitro* como en nectarinas (*Prunus persica* var. nectarina), además, a las nectarinas también se adicionó timol para observar su efecto. Se encontró que la concentración más alta de Aloe vera ( $100 \text{ mL L}^{-1}$ ) presentó un porcentaje de inhibición de 87%. En cuanto al experimento con nectarinas presentaron infección significativamente menor, entre dos a tres veces, en comparación con las no tratadas, además, la adición de timol no produjo un efecto significativo en el volumen de la infección comparado con el tratamiento de solamente de Aloe vera (Navarro, 2013). Este estudio presenta una similitud al realizado ya que a la base de Aloe vera se le añadió timol que es uno de los compuestos encontrados en los aceites esenciales de orégano y tomillo. Sin embargo, los resultados fueron opuestos ya que si bien hubo crecimiento micelial e infección de *Botrytis cinerea* en ese estudio, si hubo una reducción significativa comparado con los testigos, pero en el presente estudio no se tuvo un control parecido ya que la infección fue similar a los testigos.

En cuanto al quitosano al 0,1% tampoco presentó una inhibición del crecimiento del patógeno ya que fue similar a los testigos. En diversos estudios se ha visto la efectividad del quitosano en diferentes productos. En uno de esos estudios se utilizó fresas y se encontró que la enfermedad se redujo más del 60% a una concentración de  $10 \text{ mg/mL}$ , y no produjo fitotoxicidad en las fresas (El Ghaouth *et al.*, 1992b). En otro estudio se utilizaron uvas inoculadas con *Botrytis cinerea* y se las trató con quitosano a diferentes concentraciones. Los resultados en ese estudio mostraron que el tamaño de las lesiones ocasionadas por el hongo disminuyeron significativamente en comparación al testigo ya que el diámetro de infección en las uvas testigo fue de  $30,56 \text{ mm}$ ; mientras que en las tratadas con quitosano fue de  $26,35 \text{ mm}$  a  $1 \text{ mg mL}^{-1}$  y  $20,81 \text{ mm}$  con  $2,5 \text{ mg mL}^{-1}$  (Muñoz y Moret, 2010). En otro experimento que se realizó en hojas de plántulas de vid se encontró que hubo una reducción de las lesiones necróticas causadas por *Botrytis cinerea*, incluso a una concentración de  $150 \text{ mg L}^{-1}$  de quitosano suprimió las lesiones completamente, a su vez, se encontró que a una concentración superior a  $200$

mg L<sup>-1</sup> se produjo daño en los tejidos (Trotel-Aziz *et al.*, 2006). A pesar de los resultados positivos en diferentes estudios quitosano, en el presente estudio no presentó una inhibición cuando fue aplicada en los pétalos de las rosas, lo cual se puede deber a dos factores. Primero, en las evaluaciones *in vitro* a esta concentración si permitió el crecimiento de *Botrytis cinerea* (ver Figura 9 y 10). Segundo, la fuente de quitosano usada en el presente estudio fueron diferentes que en los estudios mencionados de otros autores.

Los resultados de la inhibición del crecimiento por parte del fungicida comercial se pueden deber a que la cepa usada es sensible al fungicida, es decir, que los ingredientes activos tienen un buen control del patógeno. Esta sensibilidad se puede comparar con un estudio, en el cual, se usó una cepa de *Botrytis cinerea* aislada de *R. hybrida* y presentó alta sensibilidad a diferentes fungicidas entre los cuales destacaba fludioxonil más ciprodinil, por lo cual, este ingrediente activo disminuyó el crecimiento del patógeno (Corredor *et al.*, 2007). En otro estudio con una cepa de *Botrytis cinerea* proveniente de racimos de uva se encontró que varios fungicidas reducían el crecimiento del hongo *in vitro*, estando presente ciprodinil más fludioxonil con una inhibición del 74%; además, en evaluaciones de uvas inoculadas con esa misma cepa y ese fungicida vía inmersión presentó una baja incidencia de la enfermedad, es decir, un número bajo de uvas con la enfermedad (Tello, 2003). Por lo tanto, el fungicida usado y los resultados obtenidos concuerdan con otros estudios. Adicionalmente, es de esperar esta inhibición en el crecimiento ya que los ingredientes activos son específicos para algunos hongos entre los cuales está *Botrytis cinerea*.

## CONCLUSIONES

En el presente estudio se obtuvo varias conclusiones sobre el uso de recubrimientos y fungicidas naturales en rosas de la variedad Vendela para el sistema postcosecha.

Los aceites esenciales de orégano (1% y 10%) y tomillo (0,1% y 10%) inhibieron completamente el crecimiento de *Botrytis cinerea in vitro*; mientras que quitosano tuvo el mismo efecto solamente al 10%.

El recubrimiento de Aloe vera fue la única base de recubrimiento que no presentó fitotoxicidad en ninguna de sus concentraciones. Sin embargo, a medida que aumentaba su concentración, la apertura de las rosas fue menor.

Los recubrimientos de gelatina y almidón de yuca causaron fitotoxicidad a los pétalos de rosas en ambas concentraciones evaluadas de cada uno, además, las aperturas de las rosas fueron menores que las de los testigos usados.

La adición de aceite esencial de orégano a la base de recubrimiento de Aloe vera (25%) mostró que a partir del 2% había fitotoxicidad, por lo cual, el tratamiento con 1% fue el tratamiento que presentó apertura similar al testigo.

La adición de aceite esencial de tomillo a la base de recubrimiento de Aloe vera (25%) mostró que a partir del 1% había fitotoxicidad, por lo cual, el tratamiento con 0,1% fue el tratamiento que presentó apertura similar al testigo.

La adición de quitosano a la base de recubrimiento de Aloe vera (25%) mostró que a partir del 1% había fitotoxicidad, por lo cual, el tratamiento con 0,1% fue el tratamiento que presentó apertura similar al testigo.

El crecimiento de *Botrytis cinerea* mostró resultados opuestos ya que en los ensayos *in vitro* si hubo disminución del crecimiento del hongo. Sin embargo, en los bioensayos efectuados en pétalos de rosas no hubo disminución del diámetro de crecimiento del hongo, ya que se comportaron de manera similar a los testigos, excepto a los testigos con fungicida comercial que si presentaron inhibición en el crecimiento



del hongo. Por lo tanto, los recubrimientos y fungicidas naturales propuestos no fueron efectivos para el control postcosecha de la enfermedad de *Botrytis cinerea* en rosas de la variedad Vendela.

## RECOMENDACIONES

Evaluar diferentes bases de recubrimientos para aplicar a los botones de rosas como: bases de recubrimientos a base de diferentes proteínas, carbohidratos o combinaciones de estos.

Evaluar otras fuentes de fungicidas naturales como pueden ser otros aceites esenciales como el de la canela.

Evaluar otras fuentes de quitosano que sean solubles en agua o en ácidos.

Utilizar otras cepas de *Botrytis cinerea* para observar el comportamiento ante las bases de recubrimientos y fungicidas naturales usados.

Evaluar el aporte de la base de recubrimiento en combinación con el fungicida comercial utilizado a bajas dosis para observar diferencias en la inhibición del crecimiento de *Botrytis cinerea*.

Utilizar otros porcentajes de *Aloe vera* como recubrimiento en rosas de la variedad Vendela para determinar posibles efectos.

## ANEXOS

### Evaluación del crecimiento de *Botrytis cinerea in vitro* frente a fungicidas naturales

Tabla 30: Datos de la medición del diámetro de crecimiento en centímetros de *Botrytis cinerea in vitro* frente aceite esencial de orégano

	Repeticiones	Tratamientos					
		Testigo		Orégano 1%		Orégano 10%	
		Horizontal	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal	Vertical
Día 1	1	0,7	0,9	0,7	1,1	0,7	0,6
	2	1,4	0,5	0,8	0,9	1	1
Día 20	1	4,8	4,1	0,7	1,1	0,7	0,6
	2	4,3	4,7	0,8	0,9	1	1

Tabla 31: Promedio de cada repetición de la medición del diámetro de crecimiento en centímetros de *Botrytis cinerea in vitro* frente a aceite esencial de orégano

Repeticiones	Tratamientos		
	Testigo	Orégano 1%	Orégano 10%
1	4,45	0,9	0,65
2	4,5	0,85	1

Tabla 32: Componentes calculados para el ANOVA para la medición del diámetro de crecimiento en centímetros de *Botrytis cinerea in vitro* frente a aceite esencial de orégano

	Testigo	Orégano 1%	Orégano 10%
s	0,04	0,04	0,25
$\Sigma Y_i$	8,95	1,75	1,65
$\bar{y}_i$	4,48	0,88	0,83
$(\Sigma Y_i)^2$	80,10	3,06	2,72
$\Sigma Y_i^2$	40,05	1,53	1,42
$\Sigma(\Sigma y_i)^2$	85,89		
$\Sigma\Sigma Y_{ij}^2$	43,01		
$\Sigma\Sigma Y_{ij}$	12,35		
$\bar{y}_{ij}$ general	2,06		
FC	25,42		

CV	7,08%
$S_v$	0,103
$S_d$	0,146

Tabla 33: Datos de la medición del diámetro de crecimiento en centímetros de *Botrytis cinerea in vitro* frente a aceite esencial de tomillo

		Tratamientos					
		Testigo		Tomillo 0,1%		Tomillo 10%	
		Horizontal	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal	Vertical
Día 1	1	0,7	0,9	1,1	0,9	0,8	0,9
	2	1,4	0,5	1,1	0,8	0,8	0,8
Día 20	1	4,8	4,1	1,1	0,9	0,8	0,9
	2	4,3	4,7	1,1	0,8	0,8	0,8

Tabla 34: Promedio de cada repetición de la medición del diámetro de crecimiento en centímetros de *Botrytis cinerea in vitro* frente a aceite esencial de tomillo

Repeticiones		Tratamientos		
		Testigo	Tomillo 0,1%	Tomillo 10%
1	2	4,45	1	0,85
2	2	4,5	0,95	0,8

Tabla 35: Componentes calculados para el ANOVA para la medición del diámetro de crecimiento en centímetros de *Botrytis cinerea in vitro* frente a aceite esencial de tomillo

	Testigo	Tomillo 0,1%	Tomillo 10%
s	0,04	0,04	0,04
$\Sigma Y_i$	8,95	1,95	1,65
$\bar{y}_i$	4,48	0,98	0,83
$(\Sigma Y_i)^2$	80,10	3,80	2,72
$\Sigma Y_i^2$	40,05	1,90	1,36
$\Sigma(\Sigma y_i)^2$	86,63		
$\Sigma\Sigma Y_{ij}^2$	43,32		
$\Sigma\Sigma Y_{ij}$	12,55		
$\bar{y}_{ij}$ general	2,09		
FC	26,25		

CV	1,69%
$S_v$	0,025
$S_d$	0,035

Tabla 36: Datos de la medición del diámetro de crecimiento en centímetros de *Botrytis cinerea in vitro* frente a quitosano

		Tratamientos					
		Testigo		Quitosano 0,1%		Quitosano 10%	
		Horizontal	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal	Vertical
Día 1	1	1	1,7	1	0,9	0,8	0,9
	2	1,2	1,3	1,1	1	1,1	0,8
Día 14	1	6,5	8,5	2,2	2,4	0,8	0,9
	2	2,6	1,7	2	2,7	1,1	0,8

Tabla 37: Promedio de cada repetición de la medición del diámetro de crecimiento en centímetros de *Botrytis cinerea in vitro* frente a quitosano

Repeticiones		Tratamientos		
		Testigo	Quitosano 0,1%	Quitosano 10%
1		7,5	2,3	0,85
2		2,15	2,35	0,95

Tabla 38: Componentes calculados para el ANOVA para la medición del diámetro de crecimiento en centímetros de *Botrytis cinerea in vitro* frente a quitosano

	Testigo	Quitosano 0,1%	Quitosano 10%
s	3,78	0,04	0,07
$\Sigma Y_i$	9,65	4,65	1,80
$\bar{y}_i$	4,83	2,33	0,90
$(\Sigma Y_i)^2$	93,12	21,62	3,24
$\Sigma Y_i^2$	60,87	10,81	1,63
$\Sigma(\Sigma y_i)^2$	117,99		
$\Sigma\Sigma Y_{ij}^2$	73,31		
$\Sigma\Sigma Y_{ij}$	16,10		
$\bar{y}_{ij}$ general	2,68		
FC	43,20		

CV	81,41%
$S_v$	1,545
$S_d$	2,185

## Evaluación de la fitotoxicidad en botones de rosa después de la inmersión en las bases de recubrimientos

Tabla 39: Datos de la medición de la fitotoxicidad en rosas de la variedad Vendela después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de Aloe vera

Repeticiones	Control Agua	Aloe vera 25%	Aloe vera 50%	Aloe vera 75%	Aloe vera 100%
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0

Tabla 40: Datos de la medición de la fitotoxicidad en rosas de la variedad Vendela después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de almidón de yuca

Repeticiones	Control Agua	Almidón de Yuca 1%	Almidón de Yuca 2%
1	0	3	3
2	0	1	2
3	0	2	3
4	0	2	3
5	0	1	2
6	0	2	2

Tabla 41: Componentes calculados para el ANOVA para la medición de fitotoxicidad de rosas de la variedad Vendela después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de almidón de yuca

	Control Agua	Almidón de Yuca 1%	Almidón de Yuca 2%
s	0,00	0,75	0,55
$\Sigma Y_i$	0,00	11,00	15,00
$\bar{y}_i$	0,00	1,83	2,50
$(\Sigma Y_i)^2$	0,00	121,00	225,00
$\Sigma Y_i^2$	0,00	23,00	39,00
$\Sigma(\Sigma y_i)^2$	346,00		
$\Sigma\Sigma Y_{ij}^2$	62,00		
$\Sigma\Sigma Y_{ij}$	26,00		
$\bar{y}_{ij}$ general	1,44		
FC	37,56		

CV	37,21%
$S_v$	0,219
$S_d$	0,310

**Tabla 42: Datos de la medición de la fitotoxicidad en rosas de la variedad Vendela después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de gelatina**

Repeticiones	Control Agua	Gelatina 1%	Gelatina 2%
1	0	3	4
2	0	4	4
3	0	3	4
4	0	3	4
5	0	4	4
6	0	3	4

**Tabla 43: Componentes calculados para el ANOVA para la medición de fitotoxicidad en rosas de la variedad Vendela después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de gelatina**

	Control Agua	Gelatina 1%	Gelatina 2%
s	0,00	0,52	0,00
$\Sigma Y_i$	0,00	20,00	24,00
$\bar{y}_i$	0,00	3,33	4,00
$(\Sigma Y_i)^2$	0,00	400,00	576,00
$\Sigma Y_i^2$	0,00	68,00	96,00
$\Sigma(\Sigma y_i)^2$	976,00		
$\Sigma\Sigma Y_{ij}^2$	164,00		
$\Sigma\Sigma Y_{ij}$	44,00		
$\bar{y}_{ij}$ general	2,44		
FC	107,56		

CV	12,20%
$S_v$	0,122
$S_d$	0,172

**Evaluación de apertura en florero de rosas después de la inmersión en bases de recubrimientos**

Tabla 44: Datos diarios de la medición del diámetro de apertura en centímetros en rosas variedad Vendela después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de Aloe vera

Repeticiones		Tratamientos									
		Control Agua		Aloe vera 25%		Aloe vera 50%		Aloe vera 75%		Aloe vera 100%	
		Horizontal	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal	Vertical
<b>Día 1</b>	<b>1</b>	2,5	2,5	6,5	3	5	8	3	2	4	5
	<b>2</b>	6,5	5,5	4,5	3	5,5	4	4,5	3,5	5	4
	<b>3</b>	5	3	3	3	5	2,5	7	4,5	5,5	3,5
	<b>4</b>	5	4,5	3,5	3	5	2,5	3	3	6	3,5
	<b>5</b>	3	2,5	5	2,5	7	4,5	6	2,5	3	4
<b>Día 2</b>	<b>1</b>	7	5	9	6,5	7	8,5	6	5,5	4	5
	<b>2</b>	7,5	9	5,5	4,5	7	5	4,5	4	5	4
	<b>3</b>	7,5	5,5	4	3,3	5	3,5	7,5	5	5,5	4
	<b>4</b>	8	7	8,5	7,5	5	3,5	3	4	6	4,2
	<b>5</b>	7,5	4,5	8	6,5	8	7	6	3,5	5	4
<b>Día 3</b>	<b>1</b>	7,5	6	10	8,5	7	8,5	6	5,5	4,5	5
	<b>2</b>	8,5	9	6	4,5	7,5	5,5	4,5	4,5	5	4
	<b>3</b>	8,5	8,5	7	6	5	4	8	6	5,5	4,5
	<b>4</b>	11	8,5	10,5	7,5	6	4,5	3,5	4,5	6	4,5
	<b>5</b>	8,5	5,5	8,5	7,5	9	8	6	3,5	5	4
<b>Día 4</b>	<b>1</b>	8	6	10	9,5	7	8,5	6	6	4,5	5
	<b>2</b>	9	9,5	7	4,5	8	5,5	4,5	4,5	5,5	4
	<b>3</b>	9	9,5	8,5	8,5	5	4	8,5	5,5	6	4
	<b>4</b>	11	9	10,5	7,5	6	4,5	3,5	4,5	6	4,5
	<b>5</b>	8,5	5,7	9	8	9	8	6	3,5	5	4,5
<b>Día 5</b>	<b>1</b>	8	6	10,5	9,5	7	9	6	6,3	4,5	5
	<b>2</b>	9	10	7	4,5	8	5,5	4,5	4,5	5,5	4
	<b>3</b>	9	9,5	8,5	8,5	5	4	8,5	5,5	6,5	4
	<b>4</b>	11	9,5	10,5	7,8	6	4,5	3,5	4,5	6	4,5
	<b>5</b>	8,5	6	9	8	9	8	6,5	3,5	5	4,5

**Tabla 45: Promedio de cada repetición de la medición del diámetro de apertura en centímetros en rosas de la variedad Vendela después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de Aloe vera**

Repeticiones	Tratamientos				
	Control Agua	Aloe vera 25%	Aloe vera 50%	Aloe vera 75%	Aloe vera 100%
1	5,85	8,3	7,55	5,23	4,65
2	8,35	5,1	6,15	4,35	4,6
3	7,5	6,03	4,3	6,6	4,9
4	8,45	7,68	4,75	3,7	5,12
5	6,02	7,2	7,75	4,7	4,4

**Tabla 46: Componentes calculados para el ANOVA para la medición del diámetro de apertura en centímetros en rosas de la variedad Vendela después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de Aloe vera**

	Control Agua	Aloe vera 25%	Aloe vera 50%	Aloe vera 75%	Aloe vera 100%
s	1,24	1,29	1,57	1,09	0,28
$\Sigma Y_i$	36,17	34,31	30,50	24,58	23,67
$\bar{y}_i$	7,23	6,86	6,10	4,92	4,73
$(\Sigma Y_i)^2$	1308,27	1177,18	930,25	604,18	560,27
$\Sigma Y_i^2$	267,84	242,08	195,94	125,62	112,37
$\Sigma(\Sigma y_i)^2$	4580,14				
$\Sigma\Sigma Y_{ij}^2$	943,84				
$\Sigma\Sigma Y_{ij}$	149,23				
$\bar{y}_{ij}$ general	5,97				
FC	890,78				

CV	19,76%
$S_v$	0,527
$S_d$	0,746



Tabla 47: Datos diarios de la medición del diámetro de apertura en centímetros en rosas de la variedad Vendela después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de almidón de yuca

	Repeticiones	Tratamientos					
		Control Agua		Almidón de Yuca 1%		Almidón de Yuca 2%	
		Horizontal	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal	Vertical
<b>Día 1</b>	<b>1</b>	5,2	5,8	3,4	4,9	3,4	4,3
	<b>2</b>	4,3	4,8	2,8	4	4,9	5,5
	<b>3</b>	5,5	4,7	4,5	6,2	3	3,6
	<b>4</b>	4,5	4,7	5	3,4	6,1	4,8
	<b>5</b>	3,5	3,3	4,9	5,4	2,6	3,8
	<b>6</b>	7,3	6,8	3,5	3,5	3,8	4,1
<b>Día 2</b>	<b>1</b>	7,5	8,6	4,3	6,1	4,4	5,5
	<b>2</b>	6,4	6,6	3,2	4,6	5,5	5,5
	<b>3</b>	8,6	8,1	6,3	6,1	3,8	3,9
	<b>4</b>	8,5	6,1	6,4	5,3	6,3	5,5
	<b>5</b>	5,8	6,4	5,9	6,8	3,2	3,9
	<b>6</b>	9,5	8,2	5	3,6	4,9	5,2
<b>Día 3</b>	<b>1</b>	9,2	10,6	4,3	6,1	4,4	5,5
	<b>2</b>	9	9	3,7	3,8	5,5	5,5
	<b>3</b>	11,3	11,5	6,8	6,1	4,1	3,9
	<b>4</b>	9,8	7,8	6,5	5,5	6,6	5,5
	<b>5</b>	7,6	8,9	5,4	6,6	3,2	3,9
	<b>6</b>	11,2	9,7	5	3,7	5	5,7
<b>Día 4</b>	<b>1</b>	9,2	10,5	4,4	6,2	4,4	5,5
	<b>2</b>	9,2	9	3,7	3,8	5,5	5,5
	<b>3</b>	11,7	11,6	6,8	6,1	4,1	3,9
	<b>4</b>	10	8,1	6,5	5,5	6,6	5,6
	<b>5</b>	7,7	8,9	5,5	6,6	3,2	3,9
	<b>6</b>	11,3	9,7	5	3,8	5	5,7

**Tabla 48: Promedio de cada repetición de la medición del diámetro de apertura en centímetros en rosas de la variedad Vendela después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de almidón de yuca**

Repeticiones	Tratamientos		
	Control Agua	Almidón de Yuca 1%	Almidón de Yuca 2%
1	8,33	4,41	4,68
2	7,29	3,29	5,43
3	9,13	5,43	3,79
4	7,44	4,9	5,88
5	6,51	4,87	3,46
6	9,21	3,68	4,93

**Tabla 49: Componentes calculados para el ANOVA para la medición del diámetro de apertura en centímetros en rosas de la variedad Vendela después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de almidón de yuca**

	Control Agua	Almidón de Yuca 1%	Almidón de Yuca 2%
s	1,08	0,81	0,93
$\Sigma Y_i$	47,90	26,58	28,15
$\bar{y}_i$	7,98	4,43	4,69
$(\Sigma Y_i)^2$	2294,41	706,38	792,42
$\Sigma Y_i^2$	388,28	121,02	136,39
$\Sigma(\Sigma y_i)^2$	3793,21		
$\Sigma\Sigma Y_{ij}^2$	645,69		
$\Sigma\Sigma Y_{ij}$	102,63		
$\bar{y}_{ij}$ general	5,70		
FC	585,14		

CV	16,63%
$S_v$	0,387
$S_d$	0,547

Tabla 50: Datos diarios de la medición del diámetro de apertura en centímetros en rosas de la variedad Vendela después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de gelatina

	Repeticiones	Tratamientos					
		Control Agua		Gelatina 1%		Gelatina 2%	
		Horizontal	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal	Vertical
<b>Día 1</b>	<b>1</b>	5,2	5,8	5	5,7	4,6	5,4
	<b>2</b>	4,3	4,8	4,4	5,5	6,9	4,5
	<b>3</b>	5,5	4,7	4	4,6	5,4	3
	<b>4</b>	4,5	4,7	4,7	6	7,2	6,4
	<b>5</b>	3,5	3,3	3,7	5,2	4,6	3,6
	<b>6</b>	7,3	6,8	3,1	4	3,9	5,2
<b>Día 2</b>	<b>1</b>	7,5	8,6	5,4	6,3	5	5,7
	<b>2</b>	6,4	6,6	5,6	5,2	7,3	5,1
	<b>3</b>	8,6	8,1	4,6	5,6	6	4
	<b>4</b>	8,5	6,1	5	6,1	7,8	7,2
	<b>5</b>	5,8	6,4	4,8	6	4,7	4,3
	<b>6</b>	9,5	8,2	3,4	4,2	4,1	5,5
<b>Día 3</b>	<b>1</b>	9,2	10,6	5,5	5,7	4,7	5,5
	<b>2</b>	9	9	4,5	5,2	7	5,1
	<b>3</b>	11,3	11,5	4,6	5,6	5,8	3,1
	<b>4</b>	9,8	7,8	4,7	6,1	7,7	7,4
	<b>5</b>	7,6	8,9	5,1	6	5,5	6,3
	<b>6</b>	11,2	9,7	6,4	6,4	3,5	4,7
<b>Día 4</b>	<b>1</b>	9,2	10,5	5,5	5,7	4,7	5,5
	<b>2</b>	9,2	9	4,5	5,2	7,1	5,1
	<b>3</b>	11,7	11,6	4,6	5,6	5,8	3,1
	<b>4</b>	10	8,1	4,8	6,2	7,7	7,4
	<b>5</b>	7,7	8,9	5,1	6	5,5	6,3
	<b>6</b>	11,3	9,7	6,4	6,4	3,5	4,7

**Tabla 51: Promedio de cada repetición de la medición del diámetro de apertura en centímetros en rosas de la variedad Vendela después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de gelatina**

Repeticiones	Tratamientos		
	Control Agua	Gelatina 1%	Gelatina 2%
1	8,33	4,98	5,14
2	7,29	4,46	6,01
3	9,13	4,36	4,53
4	7,44	4,84	7,35
5	6,51	4,84	5,10
6	9,21	4,48	4,39

**Tabla 52: Componentes calculados para el ANOVA para la medición del diámetro de apertura en centímetros en rosas de la variedad Vendela después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de gelatina**

	Control Agua	Gelatina 1%	Gelatina 2%
s	1,08	0,26	1,11
$\Sigma Y_i$	47,90	27,96	32,51
$\bar{y}_i$	7,98	4,66	5,42
$(\Sigma Y_i)^2$	2294,41	781,51	1057,06
$\Sigma Y_i^2$	388,28	130,59	182,30
$\Sigma(\Sigma y_i)^2$	4132,99		
$\Sigma\Sigma Y_{ij}^2$	701,17		
$\Sigma\Sigma Y_{ij}$	108,37		
$\bar{y}_{ij}$ general	6,02		
FC	652,42		

CV	15,06%
$S_v$	0,370
$S_d$	0,524

## Evaluación de la fitotoxicidad en botones de rosa después de la inmersión en la combinación Aloe vera al 25% más fungicidas naturales

**Tabla 53: Datos de la medición de la fitotoxicidad en rosas de la variedad Vendela después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de Aloe vera al 25% más aceite esencial de orégano**

Repeticiones	Control	Orégano 0,1%	Orégano 1%	Orégano 2%	Orégano 5%	Orégano 10%
1	0	0	0	1	4	4
2	0	0	0	1	4	4
3	0	0	0	1	4	4
4	0	0	0	1	4	4
5	0	0	0	1	4	4

**Tabla 54: Datos de la medición de la fitotoxicidad en rosas de la variedad Vendela después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de Aloe vera al 25% más aceite esencial de tomillo**

Repeticiones	Control Agua	Tomillo 0,1%	Tomillo 1%	Tomillo 2%	Tomillo 5%	Tomillo 10%
1	0	0	1	4	4	4
2	0	0	1	4	4	4
3	0	0	1	4	4	4
4	0	0	1	4	4	4
5	0	0	1	4	4	4

**Tabla 55: Datos de la medición de la fitotoxicidad en rosas de la variedad Vendela después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de Aloe vera al 25% más quitosano**

Repeticiones	Control Agua	Quitosano 0,1%	Quitosano 1%	Quitosano 5%	Quitosano 10%
1	0	0	1	2	4
2	0	0	1	3	4
3	0	0	1	3	4
4	0	0	1	3	4
5	0	0	1	3	4

**Tabla 56: Componentes calculados para el ANOVA para la medición de fitotoxicidad en rosas de la variedad Vendela después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de Aloe vera al 25% más quitosano**

	Control Agua	Quitosano 0,1%	Quitosano 1%	Quitosano 5%	Quitosano 10%
s	0,00	0,00	0,00	0,45	0,00
$\Sigma Y_i$	0,00	0,00	5,00	14,00	20,00
$\bar{y}_i$	0,00	0,00	1,00	2,80	4,00
$(\Sigma Y_i)^2$	0,00	0,00	25,00	196,00	400,00
$\Sigma Y_i^2$	0,00	0,00	5,00	40,00	80,00
$\Sigma(\Sigma y_i)^2$	621,00				
$\Sigma\Sigma Y_{ij}^2$	125,00				
$\Sigma\Sigma Y_{ij}$	39,00				
$\bar{y}_{ij}$ general	1,56				
FC	60,84				

CV	12,82%
$S_v$	0,089
$S_d$	0,126

### **Evaluación de apertura en florero de rosas después de la inmersión en la combinación de Aloe vera al 25% y fungicidas naturales**

Tabla 57: Datos diarios de la medición del diámetro de apertura en centímetros en rosas de la variedad Vendela después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de Aloe vera al 25% más aceite esencial de orégano

	Repeticiones	Tratamientos									
		Control Agua		Orégano 0,1%		Orégano 1%		Orégano 2%		Orégano 5%	
		Horizontal	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal	Vertical
<b>Día 1</b>	<b>1</b>	4	3,7	4	3,9	4,5	4	6,8	6	3,1	3,8
	<b>2</b>	3,8	4,6	2	2,2	4,2	5,1	7	6	4,2	5,1
	<b>3</b>	3,2	3,8	3,8	4,1	4,7	3,1	5,5	5,4	2,2	2,5
	<b>4</b>	4,3	4,5	3,2	3,6	2,5	3	5,9	5,8	2	2
	<b>5</b>	3,1	4	1,8	1,4	3,9	4,2	5,1	4,6	2,5	2,2
<b>Día 2</b>	<b>1</b>	6,3	5,5	5,4	5,9	7	5,9	5,4	4,5	3	3,5
	<b>2</b>	5,6	6,5	5,2	4,7	6,7	5,2	6,5	6,2	4,2	4,8
	<b>3</b>	5,5	4,6	5,5	5,3	6,3	3,5	7	6,2	2,2	2,3
	<b>4</b>	6,5	5,7	6,8	5,7	6,2	3,4	6	5,9	1,9	2
	<b>5</b>	5,1	7,4	6,7	4,9	5,9	5,9	5,3	4,6	2,3	2,1
<b>Día 3</b>	<b>1</b>	9,4	7,8	8,5	7,3	9,1	7,9	5,2	4,4	3	3,5
	<b>2</b>	7,6	7,8	7,8	6,5	9,2	7,8	6,3	5,9	4,2	4,8
	<b>3</b>	7	8,5	7,8	7,7	8,5	7,5	6,9	6,2	2,2	2,3
	<b>4</b>	9,2	9,4	8,8	9	6,2	4,2	5,9	5,7	1,9	2
	<b>5</b>	10,1	7,9	7,8	6	9,2	7,2	5,2	4,6	2,3	2,1
<b>Día 4</b>	<b>1</b>	9,5	8,1	8,5	8,2	9,7	9,4	4,8	4,2	3	3,5
	<b>2</b>	8,2	7,8	8,7	8,4	9,9	8,4	6,2	5,8	4,2	4,8
	<b>3</b>	7,5	8,7	8,7	7,9	8,5	8,2	6,9	6,1	2,2	2,3
	<b>4</b>	9,9	10	9	9,4	8	8,5	5,9	5,5	1,9	2
	<b>5</b>	10,1	8,5	9,4	6,4	8,6	8,3	5,1	4,4	2,3	2,1
<b>Día 5</b>	<b>1</b>	9,5	8,1	8,2	8,6	10,2	9,5	4,7	4,1	3	3,5
	<b>2</b>	8,5	7,8	8,3	8,5	9,9	8,4	6,2	5,7	4,2	4,8
	<b>3</b>	7,7	8,5	9,2	8,6	8,5	8,7	6,9	6,1	2,2	2,3
	<b>4</b>	9,9	9,9	8,9	9,4	9,1	7,6	5,8	5,5	1,9	2
	<b>5</b>	10	8,5	8,8	6,4	8,6	8,3	5,1	4,3	2,3	2,1

**Tabla 58:** Promedio de cada repetición de la medición del diámetro de apertura en centímetros en rosas de la variedad Vendela después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de Aloe vera al 25% más aceite esencial de orégano

Repeticiones	Tratamientos				
	Control Agua	Orégano 0,1%	Orégano 1%	Orégano 2%	Orégano 5%
1	7,19	6,85	7,72	5,01	3,29
2	6,82	6,23	7,48	6,18	4,53
3	6,5	6,86	6,75	6,32	2,27
4	7,93	7,38	5,87	5,79	1,96
5	7,47	5,96	7,01	4,83	2,23

**Tabla 59:** Componentes calculados para el ANOVA para la medición del diámetro de apertura en centímetros en rosas de la variedad Vendela después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de Aloe vera al 25% más aceite esencial de orégano

	Control Agua	Orégano 0,1%	Orégano 1%	Orégano 2%	Orégano 5%
s	0,56	0,56	0,72	0,68	1,06
$\Sigma Y_i$	35,91	33,28	34,83	28,13	14,28
$\bar{y}_i$	7,18	6,66	6,97	5,63	2,86
$(\Sigma Y_i)^2$	1289,53	1107,56	1213,13	791,30	203,92
$\Sigma Y_i^2$	259,14	222,78	244,71	160,09	45,31
$\Sigma(\Sigma y_i)^2$	4605,43				
$\Sigma\Sigma Y_{ij}^2$	932,03				
$\Sigma\Sigma Y_{ij}$	146,43				
$\bar{y}_{ij}$ general	5,86				
FC	857,67				

CV	12,63%
$S_v$	0,331
$S_d$	0,468

**Tabla 60: Datos diarios de la medición del diámetro de apertura en centímetros en rosas de la variedad Vendela después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de Aloe vera al 25% más aceite esencial de tomillo**

		Tratamientos									
		Control Agua		Tomillo 0,1%		Tomillo 1%		Tomillo 2%		Tomillo 5%	
		Horizontal	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal	Vertical
<b>Día 1</b>	<b>1</b>	4	3,7	2,6	3,3	1,8	1,9	5,4	4,2	3,8	2,7
	<b>2</b>	3,8	4,6	2,8	2,3	4,4	3,5	6,3	6,1	3	2,5
	<b>3</b>	3,2	3,8	3,2	2,7	3,2	3,6	6,2	5,5	2,4	2,8
	<b>4</b>	4,3	4,5	1,4	3	3,3	3	6,3	7,7	3,4	3,1
	<b>5</b>	3,1	4	2	3,2	3,2	3,2	5,9	5,5	2,8	2,2
<b>Día 2</b>	<b>1</b>	6,3	5,5	6,3	5,7	3,1	3	5,2	4,1	3,5	2,5
	<b>2</b>	5,6	6,5	4,5	3,1	5	4,3	6	5,9	2,8	2,2
	<b>3</b>	5,5	4,6	5,6	7,4	4,5	4,1	6	5,2	2,2	2,5
	<b>4</b>	6,5	5,7	4,5	5,2	4,4	4,3	5,9	7,5	3,1	3
	<b>5</b>	5,1	7,4	5,5	7,1	4	4,2	5,6	5,3	2,7	2,2
<b>Día 3</b>	<b>1</b>	9,4	7,8	8	8,1	7,7	6,8	5,1	4	3,3	2,4
	<b>2</b>	7,6	7,8	8,3	7,3	8,2	6,5	5,9	5,9	2,6	2,1
	<b>3</b>	7	8,5	9	8,5	7,2	3,2	5,9	5	2,2	2,4
	<b>4</b>	9,2	9,4	7,8	6,9	5	4,7	5,8	7,3	3,1	3
	<b>5</b>	10,1	7,9	8	8,5	7,9	6,8	5,5	5,3	2,7	2,2
<b>Día 4</b>	<b>1</b>	9,5	8,1	8,5	9	8,5	7,4	4,9	4	3,3	2,4
	<b>2</b>	8,2	7,8	8,3	8,7	8,2	7,8	5,7	5,8	2,6	2,1
	<b>3</b>	7,5	8,7	9,5	8,5	7,3	6,2	5,8	5	2,2	2,4
	<b>4</b>	9,9	10	8,1	7,1	6,7	5	5,7	7,1	3,1	2,9
	<b>5</b>	10,1	8,5	8,4	8,4	7,9	6,7	5,4	5,1	2,6	2,2
<b>Día 5</b>	<b>1</b>	9,5	8,1	8,7	9,1	8,3	7,2	4,9	3,9	3,3	2,4
	<b>2</b>	8,5	7,8	8,5	8,7	8,3	7,7	5,7	5,8	2,6	2,1
	<b>3</b>	7,7	8,5	9,7	8,6	7,5	6,2	5,8	5	2,2	2,4
	<b>4</b>	9,8	9,9	8,4	7	6,6	5	5,6	7	3,1	2,9
	<b>5</b>	10	8,5	8,4	8,3	7,4	6,7	5,4	5,1	2,6	2,2



**Tabla 61: Promedio de cada repetición de la medición del diámetro de apertura en centímetros en rosas de la variedad Vendela después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de Aloe vera al 25% más aceite esencial de tomillo**

Repeticiones	Tratamientos				
	Control Agua	Tomillo 0,1%	Tomillo 1%	Tomillo 2%	Tomillo 5%
1	7,19	6,93	5,57	4,57	2,96
2	6,82	6,25	6,39	5,91	2,46
3	6,5	7,27	5,3	5,54	2,37
4	7,92	5,94	4,8	6,59	3,07
5	7,47	6,78	5,8	5,41	2,44

**Tabla 62: Componentes calculados para el ANOVA para la medición del diámetro de apertura en centímetros en rosas de la variedad Vendela después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de Aloe vera al 25% más aceite esencial de tomillo**

	Control Agua	Tomillo 0,1%	Tomillo 1%	Tomillo 2%	Tomillo 5%
s	0,55	0,53	0,59	0,74	0,33
$\Sigma Y_i$	35,90	33,17	27,86	28,02	13,30
$\bar{y}_i$	7,18	6,63	5,57	5,60	2,66
$(\Sigma Y_i)^2$	1288,81	1100,25	776,18	785,12	176,89
$\Sigma Y_i^2$	258,99	221,19	156,63	159,20	35,81
$\Sigma(\Sigma y_i)^2$	4127,25				
$\Sigma\Sigma Y_{ij}^2$	831,81				
$\Sigma\Sigma Y_{ij}$	138,25				
$\bar{y}_{ij}$ general	5,53				
FC	764,52				

CV	10,20%
$S_v$	0,252
$S_d$	0,357

Tabla 63: Datos diarios de la medición del diámetro de apertura en centímetros en rosas de la variedad Vendela después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de Aloe vera al 25% más quitosano

	Repeticiones	Tratamientos									
		Control Agua		Quitosano 0,1%		Quitosano 1%		Quitosano 5%		Quitosano 10%	
		Horizontal	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal	Vertical
<b>Día 1</b>	<b>1</b>	2,5	2,5	6,9	5,2	3,9	3,4	5,7	5,1	5,6	5,5
	<b>2</b>	6,5	5,5	7,4	5,5	7,7	6,1	6,4	5,4	5,4	5,1
	<b>3</b>	5	3	6,3	4,5	5,9	5	5,5	5,5	3,6	4,5
	<b>4</b>	5	4,5	5,2	6,6	6,2	5	5,8	5,2	6	5,6
	<b>5</b>	3	2,5	6,8	5,1	5,4	5,1	5,3	5,9	6,4	4,8
<b>Día 2</b>	<b>1</b>	7	5	9,2	7	6,7	4,7	6,8	6,2	6,9	5,8
	<b>2</b>	7,5	9	8,2	8,3	8,2	7,1	6,4	6	5,8	5,4
	<b>3</b>	7,5	5,5	6,9	7,5	5,9	5,8	6,3	6,1	6,7	4,5
	<b>4</b>	8	7	7,4	7,7	6,5	5,6	7,1	6,3	6,8	5
	<b>5</b>	7,5	4,5	7,7	6,7	7,3	6,9	5,4	6,9	6,3	5
<b>Día 3</b>	<b>1</b>	7,5	6	9,1	8,2	8	6,7	7,2	6,3	6,9	5,8
	<b>2</b>	8,5	9	8,8	8,6	8,6	7,5	6,6	6,7	5,8	5,4
	<b>3</b>	8,5	8,5	8	8,4	6,5	5,4	6,3	7,2	6,7	4,5
	<b>4</b>	11	8,5	8,6	9,8	6,5	5,8	7,7	7	6,9	5,1
	<b>5</b>	8,5	5,5	8,5	7,3	7,5	7	5,2	6	6,3	5
<b>Día 4</b>	<b>1</b>	8	6	9,4	9	8,9	8,2	7,2	6,3	6,9	5,8
	<b>2</b>	9	9,5	9,5	8,7	8,5	7,6	6,6	6,7	5,7	5,4
	<b>3</b>	9	9,5	9	10,6	6,5	5,5	6	7,2	6,7	4,5
	<b>4</b>	11	9	9	10	6,9	5,5	7,7	7	6,7	5,1
	<b>5</b>	8,5	5,7	8,7	7,9	7,9	7,5	5,2	6	6,3	5
<b>Día 5</b>	<b>1</b>	8	6	9,5	8,2	9,2	8,8	7,2	6,3	6,9	5,8
	<b>2</b>	9	10	9,4	8,9	8,3	7,5	6,6	6,7	5,7	5,4
	<b>3</b>	9	9,5	9,1	10,6	6,8	5,8	5,2	7,2	6,7	4,5
	<b>4</b>	11	9,5	9,1	10,3	7,5	5,2	7,7	7	6,7	5
	<b>5</b>	8,5	6	8,7	8,1	7,8	7,5	5,2	6	6,3	4,9

**Tabla 64: Promedio de cada repetición de la medición del diámetro de apertura en centímetros en rosas de la variedad Vendela después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de Aloe vera al 25% más quitosano**

Repeticiones	Tratamientos				
	Control Agua	Quitosano 0,1%	Quitosano 1%	Quitosano 5%	Quitosano 10%
1	5,850	8,170	6,850	6,430	6,190
2	8,350	8,330	7,710	6,410	5,522
3	7,500	8,090	5,910	6,250	5,290
4	8,450	8,370	6,070	6,850	5,890
5	6,020	7,550	6,990	5,710	5,630

**Tabla 65: Componentes calculados para el ANOVA para la medición del diámetro de apertura en centímetros en rosas de la variedad Vendela después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de Aloe vera al 25% más quitosano**

	Control Agua	Quitosano 0,1%	Quitosano 1%	Quitosano 5%	Quitosano 10%
s	1,24	0,33	0,73	0,41	0,35
$\Sigma Y_i$	36,17	40,51	33,53	31,65	28,52
$\bar{y}_i$	7,23	8,10	6,71	6,33	5,70
$(\Sigma Y_i)^2$	1308,27	1641,06	1124,26	1001,72	813,52
$\Sigma Y_i^2$	267,84	328,65	227,00	201,02	163,18
$\Sigma(\Sigma y_i)^2$	5888,83				
$\Sigma\Sigma Y_{ij}^2$	1187,69				
$\Sigma\Sigma Y_{ij}$	170,38				
$\bar{y}_{ij}$ general	6,82				
FC	1161,20				

CV	10,34%
$S_y$	0,315
$S_d$	0,445

### **Evaluación del crecimiento de *Botrytis cinerea* en pétalos de rosas con tratamientos de base de recubrimiento y fungicidas naturales**

Tabla 66: Datos diarios de la medición del diámetro de crecimiento en centímetros de *Botrytis cinerea* en rosas de la variedad Vendela antes y después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de Aloe vera al 25% más aceite esencial de orégano 1%

Repeticiones		Tratamientos																	
		<i>Botrytis cinerea</i>		Agua Antes		Agua Después		Fungicida Antes		Fungicida Después		Fungicida +Av Antes		Fungicida +Av Después		Orégano 1% Antes		Orégano 1% Después	
		H	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V
Día 1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Día 2	1	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,4	0,3	0,3
	2	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,4	0,2	0,2	0,4	0,4	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
	3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4
	4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3
Día 3	1	0,7	0,9	0,7	0,7	0,6	0,7	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,7	0,9	1,3	1,6
	2	0,6	0,9	0,7	0,7	0,8	0,8	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	0,9	1,1	1,1	1,4
	3	0,9	1	0,6	0,6	0,8	0,9	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5	0,6	0,7	1
	4	1,1	1,4	0,7	0,9	0,7	0,8	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,9	1	0,6	0,8
Día 4	1	2,5	2,8	2,4	2,6	2,4	2,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	2,6	2,9	2,5	2,7
	2	2,5	3	2,5	2,8	2,6	2,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4	2,7	3	2,3	2,6
	3	2,7	2,8	2,4	2,4	2,4	2,7	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	2,2	2,2	3,2	3,6
	4	3,1	3,2	2,4	2,5	2,5	2,8	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	2,9	3,1	3	3,3
Día 5	1	3,9	3,9	3,5	3,5	3,4	3,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	3,8	4,1	3,9	4
	2	4,1	4,5	3,8	3,6	3,7	3,7	0,3	0,3	0,5	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4	4	4,3	3,6	3,6
	3	3,8	3,6	3,9	4,1	3,8	4,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,6	0,4	0,4	3,5	3,8	4,7	4,3
	4	4,6	4,6	3,9	4	3,9	4,1	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	3,9	4,3	4,3	4,6

**Tabla 67: Promedio de cada repetición de la medición del diámetro de crecimiento en centímetros de *Botrytis cinerea* en rosas de la variedad Vendela antes y después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de Aloe vera al 25% más aceite esencial de orégano al 1%**

Repeticiones	Tratamientos								
	<i>Botrytis cinerea</i>	Agua Antes	Agua después	Fungicida Antes	Fungicida Después	Fungicida +Av Antes	Fungicida +Av Después	Orégano 1% Antes	Orégano 1% Después
1	1,53	1,41	1,38	0,3	0,33	0,26	0,23	1,56	1,66
2	1,62	1,46	1,47	0,22	0,33	0,25	0,28	1,66	1,52
3	1,54	1,46	1,58	0,3	0,27	0,28	0,26	1,34	1,83
4	1,87	1,5	1,54	0,29	0,3	0,28	0,24	1,67	1,72

**Tabla 68: Componentes calculados para el ANOVA para la medición del diámetro de crecimiento en centímetros de *Botrytis cinerea* en rosas de la variedad Vendela antes y después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de Aloe vera al 25% más aceite esencial de orégano al 1%**

	<i>Botrytis cinerea</i>	Agua Antes	Agua después	Fungicida Antes	Fungicida Después	Fungicida +Av Antes	Fungicida +Av Después	Orégano 1% Antes	Orégano 1% Después
s	0,16	0,04	0,09	0,04	0,03	0,02	0,02	0,15	0,13
$\Sigma Y_i$	6,56	5,83	5,97	1,11	1,23	1,07	1,01	6,23	6,73
$\bar{y}_i$	1,64	1,46	1,49	0,28	0,31	0,27	0,25	1,56	1,68
$(\Sigma Y_i)^2$	43,03	33,99	35,64	1,23	1,51	1,14	1,02	38,81	45,29
$\Sigma Y_i^2$	10,83	8,50	8,93	0,31	0,38	0,29	0,26	9,77	11,37
$\Sigma(\Sigma y_i)^2$	201,68								
$\Sigma \Sigma Y_{ij}^2$	50,65								
$\Sigma \Sigma Y_{ij}$	35,74								
$\bar{y}_{ij}$ general	0,99								
FC	35,48								

CV	9,34%
$S_v$	0,046
$S_d$	0,066

Tabla 69: Datos diarios de la medición del diámetro de crecimiento en centímetros de *Botrytis cinerea* en rosas de la variedad Vendela antes y después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de Aloe vera al 25% más aceite esencial de tomillo 0,1%

		Tratamientos																	
Repeticiones		<i>Botrytis cinerea</i>		Agua Antes		Agua después		Fungicida Antes		Fungicida Después		Fungicida +Av Antes		Fungicida +Av Después		Tomillo 0,1% Antes		Tomillo 0,1% Después	
<b>Día 1</b>	<b>1</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<b>2</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<b>3</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<b>4</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Día 2</b>	<b>1</b>	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3
	<b>2</b>	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,4	0,2	0,2	0,4	0,4	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3
	<b>3</b>	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3
	<b>4</b>	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,3
<b>Día 3</b>	<b>1</b>	0,7	0,9	0,7	0,7	0,6	0,7	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,7	0,8	0,8	1
	<b>2</b>	0,6	0,9	0,7	0,7	0,8	0,8	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	0,6	0,7	1,5	2
	<b>3</b>	0,9	1	0,6	0,6	0,8	0,9	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	1,2	1,3	0,6	0,7
	<b>4</b>	1,1	1,4	0,7	0,9	0,7	0,8	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,8	0,9	0,7	0,7
<b>Día 4</b>	<b>1</b>	2,5	2,8	2,4	2,6	2,4	2,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	3,1	3,3	2,9	3
	<b>2</b>	2,5	3	2,5	2,8	2,6	2,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4	2,7	3	3,5	4
	<b>3</b>	2,7	2,8	2,4	2,4	2,4	2,7	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	2,6	2,4	2,7	3
	<b>4</b>	3,1	3,2	2,4	2,5	2,5	2,8	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	2,2	2,5	2,6	2,8
<b>Día 5</b>	<b>1</b>	3,9	3,9	3,5	3,5	3,4	3,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	3,9	4,6	4,3	4
	<b>2</b>	4,1	4,5	3,8	3,6	3,7	3,7	0,3	0,3	0,5	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4	4,1	4,4	4,4	4,9
	<b>3</b>	3,8	3,6	3,9	4,1	3,8	4,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,6	0,4	0,4	4,3	4,1	3,7	3,9
	<b>4</b>	4,6	4,6	3,9	4	3,9	4,1	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	3,8	4	3,8	3,7

**Tabla 70: Promedio de cada repetición de la medición del diámetro de crecimiento en centímetros de *Botrytis cinerea* en rosas antes y después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de Aloe vera al 25% más aceite esencial de tomillo 0,1%**

Repeticiones	Tratamientos								
	<i>Botrytis cinerea</i>	Agua Antes	Agua después	Fungicida Antes	Fungicida Después	Fungicida +Av Antes	Fungicida +Av Después	Tomillo 0,1% Antes	Tomillo 0,1% Después
1	1,53	1,41	1,38	0,3	0,33	0,26	0,23	1,69	1,66
2	1,62	1,46	1,47	0,22	0,33	0,25	0,28	1,61	2,1
3	1,54	1,46	1,58	0,3	0,27	0,28	0,26	1,66	1,53
4	1,87	1,5	1,54	0,29	0,3	0,28	0,24	1,48	1,5

**Tabla 71: Componentes calculados para el ANOVA para la medición del diámetro de crecimiento en centímetros de *Botrytis cinerea* en rosas de la variedad Vendela antes y después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de Aloe vera al 25% más aceite esencial de tomillo al 0,1%**

	<i>Botrytis cinerea</i>	Agua Antes	Agua después	Fungicida Antes	Fungicida Después	Fungicida +Av Antes	Fungicida +Av Después	Tomillo 0,1% Antes	Tomillo 0,1% Después
s	0,16	0,04	0,09	0,04	0,03	0,02	0,02	0,09	0,28
$\Sigma Y_i$	6,56	5,83	5,97	1,11	1,23	1,07	1,01	6,44	6,79
$\bar{y}_i$	1,64	1,46	1,49	0,28	0,31	0,27	0,25	1,61	1,70
$(\Sigma Y_i)^2$	43,03	33,99	35,64	1,23	1,51	1,14	1,02	41,47	46,10
$\Sigma Y_i^2$	10,83	8,50	8,93	0,31	0,38	0,29	0,26	10,39	11,76
$\Sigma(\Sigma y_i)^2$	205,15								
$\Sigma\Sigma Y_{ij}^2$	51,66								
$\Sigma\Sigma Y_{ij}$	36,01								
$\bar{y}_{ij}$ general	1,00								
FC	36,02								

CV	11,67%
$S_v$	0,058
$S_d$	0,083

Tabla 72: Datos diarios de la medición del diámetro de crecimiento en centímetros de *Botrytis cinerea* en rosas de la variedad Vendela antes y después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de Aloe vera al 25% más quitosano al 0,1%

		Tratamientos																	
Repeticiones		<i>Botrytis cinerea</i>		Agua Antes		Agua después		Fungicida Antes		Fungicida Después		Fungicida +Av Antes		Fungicida +Av Después		Quitosano 0,1% Antes		Quitosano 0,1% Después	
Día 1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Día 2	1	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4
	2	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,4	0,2	0,2	0,4	0,4	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
	3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
	4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4
Día 3	1	0,7	0,9	0,7	0,7	0,6	0,7	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	1,2	1,3	1,5	2
	2	0,6	0,9	0,7	0,7	0,8	0,8	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	0,8	0,9	1,1	1,3
	3	0,9	1	0,6	0,6	0,8	0,9	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,8	1,1	1	1
	4	1,1	1,4	0,7	0,9	0,7	0,8	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,9	1,1	0,8	0,9
Día 4	1	2,5	2,8	2,4	2,6	2,4	2,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	2,7	3	3	3,7
	2	2,5	3	2,5	2,8	2,6	2,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4	2,6	2,6	2,6	2,7
	3	2,7	2,8	2,4	2,4	2,4	2,7	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	2,5	2,9	2,6	2,5
	4	3,1	3,2	2,4	2,5	2,5	2,8	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	2,5	2,5	2,5	2,8
Día 5	1	3,9	3,9	3,5	3,5	3,4	3,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	3,7	4,3	3,7	4,3
	2	4,1	4,5	3,8	3,6	3,7	3,7	0,3	0,3	0,5	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4	4	4	3,6	3,8
	3	3,8	3,6	3,9	4,1	3,8	4,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,6	0,4	0,4	3,7	4,1	3,7	3,5
	4	4,6	4,6	3,9	4	3,9	4,1	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	4	4,2	3,4	3,7



**Tabla 73: Promedio de cada repetición de la medición del diámetro de crecimiento en centímetros de *Botrytis cinerea* en rosas de la variedad Vendela antes y después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de Aloe vera al 25% más quitosano al 0,1%**

Repeticiones	Tratamientos								
	<i>Botrytis cinerea</i>	Agua Antes	Agua después	Fungicida Antes	Fungicida Después	Fungicida +Av Antes	Fungicida +Av Después	Quitosano 0,1% Antes	Quitosano 0,1% Después
1	1,53	1,41	1,38	0,3	0,33	0,26	0,23	1,68	1,89
2	1,62	1,46	1,47	0,22	0,33	0,25	0,28	1,55	1,57
3	1,54	1,46	1,58	0,3	0,27	0,28	0,26	1,57	1,49
4	1,87	1,5	1,54	0,29	0,3	0,28	0,24	1,58	1,49

**Tabla 74: Componentes calculados para el ANOVA para la medición del diámetro de crecimiento en centímetros de *Botrytis cinerea* en rosas de la variedad Vendela antes y después de ser sumergidas en la base de recubrimiento de Aloe vera al 25% más quitosano 0,1%**

	<i>Botrytis cinerea</i>	Agua Antes	Agua después	Fungicida Antes	Fungicida después	Fungicida +Av Antes	Fungicida +Av Después	Quitosano 0,1% Antes	Quitosano 0,1% después
s	0,16	0,04	0,09	0,04	0,03	0,02	0,02	0,06	0,19
$\Sigma Y_i$	6,56	5,83	5,97	1,11	1,23	1,07	1,01	6,38	6,44
$\bar{y}_i$	1,64	1,46	1,49	0,28	0,31	0,27	0,25	1,60	1,61
$(\Sigma Y_i)^2$	43,03	33,99	35,64	1,23	1,51	1,14	1,02	40,70	41,47
$\Sigma Y_i^2$	10,83	8,50	8,93	0,31	0,38	0,29	0,26	10,19	10,48
$\Sigma(\Sigma y_i)^2$	199,75								
$\Sigma \Sigma Y_{ij}^2$	50,17								
$\Sigma \Sigma Y_{ij}$	35,60								
$\bar{y}_{ij}$ general	0,99								
FC	35,20								

CV	9,34%
$S_v$	0,046
$S_d$	0,065

## BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Abd-Alla, M.A., *et al.* (2011). Evaluation of lemongrass, thyme and peracetic acid against gray mold of strawberry fruits. *Journal of Agricultural Technology*. 7(6), 1775-1787.
- Aboelghar, M., y Wahab, H. (2013). Spectral footprint of *Botrytis cinerea*, a novel way for fungal characterization. *Advances in Bioscience and Biotechnology*. 4, 374-382.
- Acción Ecológica. (2000). Caso 1: La industria de las flores. Recuperado el 1 de Octubre de 2014, de *Edualter*: <http://www.edualter.org/material/sobirania/enlace6.pdf>
- Acosta, L., *et al.* (2014). *Diseño de un mecanismo de exportación para las PYMES florícolas del cantón Cayambe al mercado Ruso*. (Tesis de ingeniería comercial). Universidad Politécnica Salesiana: Quito.
- Acosta Puga, F. (2014). *Proyecto de factibilidad para la exportación de rosas al mercado Ruso*. (Tesis de ingeniería commercial). Universidad Politécnica Salesiana: Quito.
- Adebayo, O., *et al.* (2013). Antifungal Studies of Selected Essential Oils and a Commercial Formulation against *Botrytis Cinerea*. *Journal of Food Research*. Vol. 2, No. 1, 217–226.
- Alencastro, L. (2011). *Alternativas ecológicas para el control del moho gris (Botrytis cinerea) en mora de castilla (Rubus glaucus Benth)*. (Tesis de ingeniería agropecuaria). Escuela Politécnica del Ejército: Sangolquí.
- Arcos, M. (2011). *Obtención y evaluación de cepas nativas de Trichoderma spp. en el biocontrol de Botrytis cinerea en el cultivo de rosas*. (Tesis de ingeniería agropecuaria). Escuela Politécnica del Ejército: Sangolquí.
- Álvarez, C., *et al.* (2013). Evaluación del efecto de la aplicación de un recubrimiento comestible en melones (*Cucumis melo* L., var. Cantaloupe) cortados y almacenados en refrigeración. *Saber, Universidad de Oriente, Venezuela*. Vol. 25 N° 2, 218-226.
- Bakkali, F., *et al.* (2008). Biological effects of essential oils – A review. *Food and Chemical Toxicology*. 46, 446–475.
- Bal, E. (2013). Postharvest Application of Chitosan and Low Temperature Storage Affect Respiration Rate and Quality of Plum Fruits. *J. Agr. Sci. Tech*. Vol. 15, 1219-1230.

- Barco, P., *et al.* (2011). Efecto del recubrimiento a base de almidón de yuca modificado sobre la maduración del tomate. *Revista Lasallista de investigación*. Vol. 8, No. 2, 96-103.
- Bastidas, O. (s.f.a). Conteo Celular con Hematocitómetro. Celeromics.
- Bastidas, O. (s.f.b). Fórmula de la cámara de Neubauer. Celeromics.
- Bautista-Baños, S., *et al.* (2005). Quitosano: Una alternativa natural para reducir microorganismos postcosecha y mantener la vida de anaquel de productos hortofrutícolas. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*. Vol. 7, núm. 1, 1-6.
- Benítez, S., *et al.* (2013). Aloe vera based edible coatings improve the quality of minimally processed 'Hayward' kiwifruit. *Postharvest Biology and Technology*. 81, 29–36.
- Bhaskara, M., *et al.* (1998). Characterization and use of essential oil from *Thymus vulgaris* against *Botrytis cinerea* and *Rhizopus stolonifer* in strawberry fruits. *Phytochemistry*. Vol. 47, No 8, 1515-1520.
- Caiza, V. (2013). *Colección, identificación y pruebas de eficacia in vitro de (Trichoderma sp). en el control biológico de (Botrytis cinerea) en la finca florícola Picasso Roses*. (Tesis de ingeniería agropecuaria). Universidad Politécnica Salesiana: Quito.
- Camele, I., *et al.* (2012). *In Vitro* Control of Post-Harvest Fruit Rot Fungi by Some Plant Essential Oil Components. *Int. J. Mol. Sci.* 13, 2290-2300.
- Cañedo, V., y Ames, T. (2004). *Manual de laboratorios para manejo de hongos entomopatógenos*. Lima, Perú: Centro Internacional de la Papa
- Chiumarelli, M., *et al.* (2010). Cassava Starch Coating and Citric Acid to Preserve Quality Parameters of Fresh-Cut "Tommy Atkins" Mango. *Journal of Food Science*. Vol. 75, Nr. 5, E297-E304.
- Choquer, M., *et al.* (2007). *Botrytis cinerea* virulence factors: newinsights into a necrotrophic and polyphageous pathogen. *FEMS Microbiol Lett.* 277, 1–10.
- Corredor, I., *et al.* (2007). Evaluación de la susceptibilidad de hongos endófitos aislados de rosa (*Rosa hybrida*) a fungicidas comerciales. *Rev. Colomb. Biotecnol.* Vol. IX No. 1, 59-74.
- Cortés, M. (2008). *Proyecto de factibilidad. Exportación de rosas frescas ecuatorianas al Reino Unido*. (Trabajo de grado de comercio exterior y relaciones internacionales). Universidad Tecnológica Equinoccial: Quito.

- Costa Garcia, L., *et al.* (2010). Selection of an Edible Starch Coating for Minimally Processed Strawberry. *Food and Bioprocess Technology*. 834-842.
- Cueva, L. (2014). *Evaluación in vitro de la sensibilidad de Botryotinia fuckeliana aislada de cultivos de rosas frente a fungicidas empleados en diferentes florícolas de la zona centro norte de Ecuador*. (Tesis de Ingeniería en Biotecnología). Universidad de Las Fuerzas Armadas ESPE: Sangolquí
- Díaz Romero, N. (2012). *Obtención y Evaluación in vitro de la eficiencia de extractos con principios activos de eucalipto (Eucalyptus globulus), ajo (Allium sativum) y crisantemo (Chrysanthemum cinerariaefolium) como fungicidas naturales para el control de Botrytis cinerea*. (Tesis de Ingeniería). Escuela Politécnica del Ejército: Sangolquí
- Dinh, S., *et al.* (2011). Histology of waxflower (*Chamelaucium spp.*) flower infection by *Botrytis cinerea*. *Plant Pathology*. 60, 278–287.
- Dutta, P., *et al.* (2004). Chitin and chitosan: Chemistry, properties and applications. *Journal of Scientific & Industrial Research*. Vol. 63, 20-31.
- El Ghaouth, A., *et al.* (1992). Chitosan Coating to Extend the Storage Life of Tomatoes. *HORTSCIENCE*. 27(9), 1016-1018.
- El Ghaouth, A., *et al.* (1992b). Antifungal activity of chitosan on two postharvest pathogens of strawberry fruits. *Phytopathology*. 82, 398-402.
- Expoflores. (2013). *Ecuador: El sector floricultor*. Expoflores. Quito.
- Expoflores. (2014a). Exportación general de flores enero-febrero 2014. Recuperado el 7 de Marzo de 2015, de *Expoflores*: [http://www.expoflores.com/images/analisis\\_economico/Informe%20exportacion%20de%20flores%20ene-feb%202014.pdf](http://www.expoflores.com/images/analisis_economico/Informe%20exportacion%20de%20flores%20ene-feb%202014.pdf)
- Expoflores. (2014b). Informe principales competidores. Recuperado el 7 de Marzo de 2015, de *Expoflores*: [http://www.expoflores.com/images/analisis\\_economico/informe%20principales%20competidores%202014.pdf](http://www.expoflores.com/images/analisis_economico/informe%20principales%20competidores%202014.pdf)
- Fernández, I., y Maté, J. (2010). Películas y recubrimientos comestibles como herramienta emergente para la industria alimentaria. En Albisu Aguado, M., y Otros (Ed.), *Los retos actuales de la industria alimentaria* (27-49). Madrid: International Marketing & communication, S.A.
- FLACSO y MIPRO. (2010). Boletín mensual de análisis sectorial de MIPYMES: Sector Florícola. Recuperado el 7 de Marzo de 2015, de *Flacso*: <https://www.flacso.edu.ec/portal/pnTemp/PageMaster/k23wo5fko3cq1nhkc0mqf8bd8jutu5.pdf>

- Garcés, E. (1992). Consideraciones sobre *Botrytis cinerea* Pers., agente causal de la pudrición de las flores. *Agronomía Colombiana*. Volumen 9, Número 2, 196-201.
- Gebel, M., y Magurno, F. (2014). Assessment of the antifungal potential of the essential oil from *Thymus vulgaris* against *Botrytis cinerea* causative agent of postharvest grey mold on strawberry fruits. *Columella - Journal of Agricultural and Environmental Sciences*. Vol. 1, No. 2, 17-23.
- Harari, R. et al. (2011). *Condiciones de Trabajo y Derechos Laborales en la Floricultura Ecuatoriana*. FENACLE, FOS, IFA Y FNV. Quito: Línea Impresa
- Hernández Lauzardo, A., y Otros. (2007). Prospectiva de extractos vegetales para control enfermedades postcosecha hortofrutícolas. *Rev. Fitotec. Mex.* Vol. 30 (2), 119–123.
- Hernández-Muñoz, P., et al. (2008). Effect of chitosan coating combined with postharvest calcium treatment on strawberry (*Fragaria x ananassa*) quality during refrigerated storage. *Food Chemistry*. 110, 428–435.
- Infoagro. (2014). El cultivo de las rosas para corte. Recuperado el 1 de Octubre de 2014, de *Infoagro*: <http://www.infoagro.com/flores/flores/rosas.htm>
- Isman, M. (2000). Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Protection*. 19, 603-608.
- Jarrín, L. (2013). *Sistematización del proceso de postcosecha en 15 fincas florícolas dedicadas a la producción y comercialización de rosas de exportación*. (Tesis de ingeniería agropecuaria). Universidad Politécnica Salesiana: Quito.
- Kretschmer, M., y Hahn, M. (2008). Fungicide resistance and genetic diversity of *Botrytis cinerea* isolates from a vineyard in Germany. *Journal of Plant Diseases and Protection*. 115 (5), 214–219.
- Lárez Velásquez, C. (2003). Algunos usos del quitosano en sistemas acuosos. *Revista Iberoamericana de Polímeros*. Volumen 4(2), 91-109.
- Leonett, M., et al. (2011). Cálculo del tiempo de vida útil de melones (*Cucumis melo* L.) variedad Cantaloupe, cortados, con recubrimiento comestible a base de gelatina, mediante un modelo de superficie de respuesta. *Saber, Universidad de Oriente, Venezuela*. Vol. 23 N° 2, 127-133.
- Leyronas, C., et al. (2012). Compared efficiency of the isolation methods for *Botrytis cinerea*. *Mycology: An International Journal on Fungal Biology*. 3:4, 221-225.
- López, M. (2012). Control Biológico de *Botrytis sp.* mediante levaduras filoféricas en rosas de corte tipo exportación. (Tesis de ciencias microbiología). Universidad Nacional de Colombia: Bogotá.

- Martins, T. (2013). *Caracterización fisiológica y genética de las poblaciones naturales de Botrytis cinerea de los viñedos de Castilla y León*. (Tesis doctoral). Universidad de Salamanca: Salamanca.
- Martín-Belloso, O. *et al.* (s.f.). *Calidad de frutas frescas cortadas y películas comestibles*. Departamento de Tecnología de Alimentos: Universidad de Lleida, España.
- Martínez Romero, D., *et al.* (2006). Postharvest sweet cherry quality and safety maintenance by Aloe vera treatment: A new edible coating. *Postharvest Biology and Technology*. 39, 93-100.
- Martínez-Romero, D., *et al.* (2013). Aloe vera gel coating maintains quality and safety of ready-to-eat pomegranate arils. *Postharvest Biology and Technology*. 86, 107–112.
- Marzo, I. (2010). *Efecto del tipo y contenido de aceites esenciales sobre las propiedades mecánicas y barrera de películas comestibles basadas en zeína*. (Tesis de ingeniería agrícola). Universidad Publica de Navarra: Pamplona.
- McClellan, W., y Hewitt, W. (1973). Early *Botrytis* rot of grapes: time of infection and latency of *Botrytis cinerea* Pers. in *Vitis vinifera* L.. *Phytopathology*. 63, 1151-1157.
- Miclea, R., *et al.* (2012). *In Vitro* Studies Regarding the Morphology of *Botrytis cinerea* Pers. Isolated from Geranium Plants. *ProEnvironment*. 5, 60-66.
- Muñoz, G., *et al.* (1999). Variabilidad genética de cepas de *Botrytis cinerea* provenientes de vid y tomate con resistencia a dicarboximidias. *Agricultura Técnica (Chile)*. 59(1), 1-12.
- Muñoz, Z., y Moret, A. (2010). Sensitivity of *Botrytis cinerea* to chitosan and acibenzolar-S-methyl. *Pest Manag Sci*. 66: 974–979.
- Nair, N., *et al.* (1988). Some factors predisposing grape berries to infection by *Botrytis cinerea*. *New Zealand Journal of Experimental Agriculture*. Vol. 16, 257-263.
- Navarro, D. (2013). *Efecto de los tratamientos de gel de Aloe, aplicados en pre- o post-recolección sobre la calidad de frutos de hueso y uva de mesa*. (Tesis doctoral). Universidad Miguel Hernández de Elche: Orihuela.
- Nicot, P. C., *et al.* (1996). Differential spore production by *Botrytis cinerea* on agar medium and plant tissue under near-ultraviolet light-absorbing polyethylene film. *Plant Dis*. 80, 555-558.
- Ponce-González, F., *et al.* (2002). Resistencia de *Botrytis cinerea* (Pers.) Fr., a dos fungicidas benzimidazoles utilizados en la floricultura. *Revista Chapingo Serie Horticultura*. 8(1), 95-105.

- Proecuador. (2013). Análisis sectorial de flores. Recuperado el 1 de Octubre de 2014, de *Proecuador*: [http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2013/07/PROEC\\_AS2013\\_FLORES.pdf](http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2013/07/PROEC_AS2013_FLORES.pdf)
- Proecuador. (2015). Boletín de Comercio Exterior ENE/FEB 2015. Recuperado el 7 de Marzo de 2015, de *Proecuador*: <http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2015/02/BoletinEne-feb-bce-final.pdf>
- Quintero, C., *et al.* (2010). Películas y recubrimientos comestibles: importancia y tendencias recientes en la cadena hortofrutícola. *Revista Tumbaga*. 5, 93-118.
- Ramírez, J., *et al.* (2013). Conservación de mora de Castilla mediante la aplicación de un recubrimiento de gel de mucílago de penca de sábila. *VITAE, REVISTA DE LA FACULTAD DE QUÍMICA FARMACÉUTICA*. Volumen 20, número 3, 172-183.
- Ramos-García, M., *et al.* (2010). Compuestos antimicrobianos adicionados en recubrimientos comestibles para uso en productos hortofrutícolas. *Revista Mexicana de Fitopatología*. Volumen 28, Número 1, 44-57.
- Reglinski, T., *et al.* (2010). Inhibition of *Botrytis cinerea* growth and suppression of botrytis bunch rot in grapes using chitosan. *Plant Pathology*. 59, 882–890.
- Restrepo, J., y Aristizábal, I. (2010). Conservación de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch cv. Camarosa) mediante la aplicación de recubrimientos comestibles de gel de mucilaginoso de penca sábila (*Aloe barbadensis* Miller) y cera de carnaúba. *VITAE, REVISTA DE LA FACULTAD DE QUÍMICA FARMACÉUTICA*. Volumen 17, número 3, 252-263.
- Rojas, M. (2006). *Recubrimientos comestibles y sustancias de origen natural en manzana fresca cortada: Una nueva estrategia de conservación*. (Tesis doctoral). Universitat de Lleida: Lleida
- Sandón, M. (2005). *Efecto de la limpieza de fuentes de inóculo del "Moho gris" sobre la presencia de conidias aéreas del agente causal de la enfermedad en un cultivo de rosa variedad Classy*. (Tesis de microbiología agrícola y veterinaria). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.
- Sanhueza del Valle, G. (2012). *Determinación de resistencia de diez aislamientos de Botrytis cinerea Pers. ex Fr., obtenidos de frutos de arándano (Vaccinium corymbosum L.), a cinco fungicidas*. (Tesis de ingeniería agrónoma). Universidad Austral de Chile: Valdivia.
- Sepúlveda, P. (1988). Identificación de *Botrytis cinerea* Pers., causando "Atizonamiento" en chicharo (*Lathyrus sativus* L.). *Agricultura técnica (Chile)*. 48 (4), 345-346.

- Syngenta. (2015). SWITCH® 62.5 WG. Recuperado el 12 de Febrero de 2015, de Syngenta:  
<http://www3.syngenta.com/country/cl/cl/soluciones/proteccioncultivos/Documents/Etiquetas/Switch62.5WG.pdf>
- Tan, K. (1976). Light-induced Synchronous Conidiation in the Fungus *Botrytis cinerea*. *Journal of General Microbiology*. 93, 278-282.
- Tello, J. (2003). *Evaluación de la efectividad de fungicidas de distinta familia química en el control de los hongos involucrados en el complejo pudrición ácida de la vid cv. Red Blobe*. (Tesis de ingeniería agrícola). Universidad de Talca: Talca.
- Trejo Márquez, M., et al. (2007). Efecto de la aplicación de un recubrimiento comestibles a base de gelatina sobre la calidad de fresa (*Fragaria vesca* L.) almacenada en refrigeración. Recuperado el 14 de Noviembre de 2014, de Horticom: <http://www.horticom.com/pd/imagenes/68/180/68180.pdf>
- Trotel-Aziz, P., et al. (2006). Chitosan stimulates defense reactions in grapevine leaves and inhibits development of *Botrytis cinerea*. *European Journal of Plant Pathology*. 114, 405-413.
- van Kan, J. (2005). Infection Strategies of *Botrytis cinerea*. *Acta Horti*. 669, 77-90.
- Vitoratos, A., et al. (2013). Antifungal Activity of Plant Essential Oils Against *Botrytis cinerea*, *Penicillium italicum* and *Penicillium digitatum*. *Not Bot Horti Agrobo*. 41(1), 86-92.
- Wilson, C., et al. (1997). Rapid Evaluation of Plant Extracts and Essential Oils for Antifungal Activity Against *Botrytis cinerea*. Recuperado el 2 de Octubre de 2014, de *Apsjournals*:  
<http://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/PDIS.1997.81.2.204>
- Zhu, H. (2010). *Strategies to Improve the Post-Harvest Characteristics of the Cut Rose Flower: Botrytis Susceptibility, Transgenic Resistance, and Differential Gene Expression during the onset of Bent Neck and Petal Bluing*. (Tesis de maestría de ciencias hortícolas). North Carolina State University: Raleigh.