

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

PROLONGACIÓN DE LA VIDA POSTCOSECHA DE *Lilium* spp. y *Gladiolus glandiflorus* CON APLICACIONES DE SILICIO Y EXTRACTO DE VID SILVESTRE

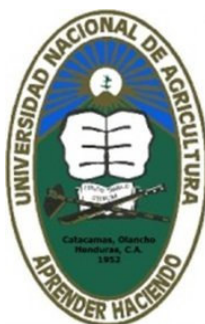
POR:

CÉSAR ESCALANTE GUARDADO

TESIS PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO AGRÓNOMO

CATACAMAS



OLANCHO

DICIEMBRE, 2013

PROLONGACIÓN DE LA VIDA POSTCOSECHA DE *Lilium* spp. y *Gladiolus glandiflorus* CON APLICACIONES DE SILICIO Y EXTRACTO DE VID SILVESTRE

POR:

CÉSAR ESCALANTE GUARDADO

MIGUEL HERNAN SOSA M.Sc

Asesor Principal (Honduras)

OMAR FRANCO MORA Ph.D.

Asesor Principal (México)

TESIS PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE

INGENIERO AGRÓNOMO

CATACAMAS

OLANCHO

DICIEMBRE, 2013

DEDICATORIA

A mí amada madre Doña Raquel Guardado

Por todo su apoyo brindado, por sus oraciones que han sido mi valentía, por transmitirme ese ejemplo de lucha para seguir triunfando siempre en la vida. Por todo lo que ha hecho por mí, el fruto de su esfuerzo que es mi éxito y ese fruto se lo dedico a usted.

AGRADECIMIENTO

Al Divino Creador del Universo por darme fuerzas y entendimiento en mi vida, porque siempre atiende mis oraciones.

A mis padres **Raquel Guardado** y **Juan Escalante**, para apoyarme constantemente a alcanzar mis objetivos propuestos en mi vida. A mis hermanos **Vidal, Iris, David, Jaime, Misael** y **Oswaldo**, por brindarme su apoyo incondicional cuando lo necesito y por depositar en mi toda su confianza.

Al M.Sc. Miguel Hernán Sosa, por todo lo que he aprendido de él y por sus valiosos aportes a este trabajo de investigación, lo mismo que el **M.Sc. Gustavo López**. **Al Ph.D. Omar Franco, M.Sc. Aaram Morales**, por todo el apoyo que me dieron durante la realización de este trabajo en México y por sus aportes a este trabajo de investigación.

A mi buen amigo **M.Sc. Rubén Díaz**, por toda su amistad y apoyo brindado. A mis amigos: **Matute, Leonardo Martínez, Miguel Rivera, Ángel, Ariel, Edgar Escoto, Carlos, Manuel, Samuel** y compañeros de la **Sección “A” C-13**, por estar siempre cuando los necesitaba.

A **Ana Zelaya**, por ayudarme moralmente a superar las dificultades.

CONTENIDO

ACTA DE SUSTENTACIÓN.....	i
DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO	III
LISTA DE TABLAS	VIII
LISTA DE FIGURAS	IX
LISTA DE ANEXOS	XI
RESUMEN	XII
I INTRODUCCIÓN	13
II OBJETIVOS	15
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
III REVISIÓN DE LITERATURA	16
3.1 <i>LILIUM</i> SPP.....	17
3.1.1 Características botánicas	17
3.1.2 Requerimientos edafoclimáticos	17
3.1.2.1 Suelo.....	17
3.1.2.2 Temperatura	18
3.1.2.3 Luminosidad.....	18
3.1.2.4 Fertilización.....	18
3.2 <i>GLADIOLUS GLANDIFLORUS</i>	19
3.2.1 Características botánicas	19
3.2.2 Requerimientos edafoclimáticos	19
3.2.2.1 Suelo.....	19
3.2.2.2 Temperatura	20
3.2.2.3 Luminosidad.....	20
3.2.2.4 Fertilización.....	20
3.3 SILICIO	21

3.4 VID SILVESTRE	21
3.5 ETILENO.....	22
3.6 SOLUCIÓN PRESERVATIVA Y EXTRACTOS VEGETALES	22
IV MATERIALES Y MÉTODOS	24
4.1 EXPERIMENTO 1.....	24
4.1.1 Localización del área experimental.....	24
4.1.2 Materiales y equipo.	25
4.1.3 Factor bajo estudio.	25
4.1.4 Tratamientos y diseño experimental	25
4.1.5 Unidad Experimental.....	26
4.1.6 Manejo del ensayo.....	26
4.1.7 Variables a evaluar.	26
4.1.7.1 Cinética del peso relacionado con la absorción de agua	26
4.1.7.2 Color de pétalos.....	26
4.1.7.3 Pectin metilesterasa	27
4.2 EXPERIMENTO 2.....	27
4.2.1 Localización del área experimental.....	27
4.2.2 Materiales y equipo.	28
4.2.3 Factor bajo estudio.	28
4.2.4 Tratamientos y diseño experimental	28
4.2.5 Unidad Experimental.....	29
4.2.6 Manejo del ensayo.....	29
4.2.7 Variables a evaluar.	29
4.2.7.1 Cinética del peso relacionado con la absorción de agua, color de pétalos y pectin metilesterasa.	29
4.3 Experimento 3.	29
4.3.1 Descripción del sitio experimental.....	29
4.3.2 Materiales y equipo.	30
4.3.3 Factor bajo estudio.....	30
4.3.4 Tratamientos.....	30
4.3.5 Unidad Experimental.....	32

4.3.6 Diseño experimental.....	32
4.3.7 Modelo estadístico.....	32
4.3.8 Manejo del experimento.....	33
4.3.8.1 Periodo de precosecha	33
A. Aplicación de silicio.....	33
4.3.8.2 Periodo postcosecha	34
A. Aplicación de extracto de vid silvestre.....	34
4.3.9 Variables a evaluar.....	34
4.3.9.1 Vida precosecha	34
A. Patrón de crecimiento.....	34
B. Clorofila.....	34
C. Número de capullos florales	34
4.3.9.2 Vida postcosecha.....	35
A. Cinética del peso.	35
B. Materia seca.....	35
C. Clorofila.....	35
D. Días a desprendimiento de tépalos	35
E. Color de tépalos.	36
F. Pectin metilesterasa.....	36
G. Etileno	36
V RESULTADOS Y DISCUSIÓN	37
5.1 EXPERIMENTO 1.	37
5.1.1 Cinética del peso relacionado con la absorción de agua	37
5.1.2 Color de pétalos	39
5.1.2.1 Ángulo Hue o matiz	39
5.1.2.2 Croma.....	40
5.1.2.3 Luminosidad.....	41
5.1.3 Pectin metilesterasa.....	43
5.2 EXPERIMENTO 2.	44
5.2.1 Cinética del peso relacionado con la absorción de agua	44
5.2.2 Color de pétalos.....	46

5.2.2.1 Ángulo Hue o matiz	46
5.2.2.2 Croma	47
5.2.2.3 Luminosidad.....	48
5.2.3 Pectin metilesterasa	50
5.3 EXPERIMENTO 3.	51
5.3.1 Vida precosecha	51
5.3.1.1 Patrón de crecimiento.....	51
5.3.1.2 Clorofila	52
5.3.1.3 Numero de capullos florales.....	54
5.3.2 Vida postcosecha.....	55
5.3.2.1 Cinética del peso	55
5.3.2.2 Materia seca.....	56
5.3.2.3 Clorofila	57
5.3.2.4 Días a abscisión de los tépalos	60
5.3.2.5 Colores	61
A. Angulo Hue o matiz	61
B. Croma	62
C. Luminosidad	63
5.3.2.6 Pectin metilesterasa.....	63
5.3.2.7 Etileno	64
VI CONCLUSIONES	65
VII RECOMENDACIONES	66
VIII BIBLIOGRAFÍA	67
ANEXOS	72

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Descripción de los tratamientos. Experimento 1	25
Tabla 2. Descripción de los tratamientos. Experimento 2.....	28
Tabla 3. Descripción de los tratamientos (vida precosecha). Experimento 3.....	30
Tabla 4. Descripción de los tratamientos (vida postcosecha). Experimento 3	31

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Cinética de peso durante la vida postcosecha de <i>Gladiolus glandiflorus</i> con diferentes niveles de pH en la solución hidratante (a); absorción de agua durante la vida postcosecha de <i>Gladiolus glandiflorus</i> con diferentes niveles de pH en la solución hidratante (b)..	38
Figura 2. Variación del tono básico del color de pétalos durante la vida postcosecha de <i>Gladiolus glandiflorus</i> con diferentes niveles de pH en la solución hidratante..	40
Figura 3. Saturación de color de pétalos durante la vida de florero de <i>Gladiolus glandiflorus</i> con diferentes niveles de pH en la solución hidratante..	41
Figura 4. Luminosidad u oscuridad de pétalos en la vida postcosecha de <i>Gladiolus glandiflorus</i> con diferentes niveles de pH en la solución hidratante..	42
Figura 5. Actividad de pectin metilesterasa en pétalos al quinto día de postcosecha de <i>Gladiolus glandiflorus</i> con diferentes niveles de pH en la solución hidratante..	43
Figura 6. Cinética de peso durante la vida postcosecha de <i>Gladiolus glandiflorus</i> con diferentes dosis de vid silvestre en la solución hidratante (a); tasa de absorción de agua durante la vida postcosecha de <i>Gladiolus glandiflorus</i> con diferentes dosis de vid silvestre en la solución hidratante (b)..	45
Figura 7. Variación del tono básico del color de pétalos durante la vida postcosecha de <i>Gladiolus glandiflorus</i> con diferentes dosis de vid silvestre en la solución hidratante.....	47
Figura 8. Saturación de color de pétalos durante la vida de florero de <i>Gladiolus glandiflorus</i> con diferentes dosis de vid silvestre en la solución hidratante.	48
Figura 9. Luminosidad u oscuridad de pétalos en la vida postcosecha de <i>Gladiolus glandiflorus</i> con diferentes dosis de vid silvestre en la solución hidratante..	49
Figura 10. Actividad de pectin metilesterasa en pétalos al quinto día de postcosecha de <i>Gladiolus glandiflorus</i> con diferentes dosis de vid silvestre en la solución hidratante.....	50

Figura 11. Efectos principales en la aplicación de silicio al sustrato y al follaje, en el día 62 después de siembra en <i>Lilium</i> spp.	52
Figura 12. Efectos principales en la aplicación de silicio al sustrato y al follaje durante la vida precosecha de <i>Lilium</i> spp.....	53
Figura 13. Grafica de efectos principales para el numero de capullos al día 57 en precosecha de <i>Lilium</i> spp.....	54
 Figura 14. Efecto de la presencia o ausencia de un tiempo pulso de extracto de hoja de vid silvestre (12 h) en postcosecha de <i>Lilium</i> spp.	56
Figura 15. Porcentaje de materia seca en postcosecha de <i>Lilium</i> spp con la aplicación de silicio al sustrato..	57
Figura 16. Contenido de clorofila en la vida postcosecha de <i>Lilium</i> spp. con la interacción del silicio aplicado al sustrato, al follaje y tiempo pulso del extracto de vid silvestre.....	59
Figura 17. Días a abscisión de los tépalos de <i>Lilium</i> spp. durante la vida postcosecha, con la aplicación de silicio en el sustrato..	60
Figura 18. Variación del tono básico del color de tépalos al quinto día después de cosecha en <i>Lilium</i> spp. con la aplicación de silicio al sustrato..	61
Figura 19. Saturación de color de tépalos al quinto día de florero de <i>Lilium</i> spp. con y sin utilización de un tiempo pulso de 12 h de extracto de vid silvestre..	62
Figura 20. Actividad de pectin metilesterasa en tépalos al quinto día de postcosecha de <i>Lilium</i> spp. con aplicación de silicio en precosecha.....	64

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza para cinética de peso. Experimento 1.....	73
Anexo 2. Análisis de varianza para absorción de agua. Experimento 1.....	74
Anexo 3. Análisis de varianza para ángulo Hue o matiz. Experimento 1.....	75
Anexo 4. Análisis de varianza para croma. Experimento 1.....	76
Anexo 5. Análisis de varianza para luminosidad. Experimento 1.....	76
Anexo 6. Análisis de varianza para pectin metilesterasa. Experimento 1.....	76
Anexo 7. Análisis de varianza para cinética de peso. Experimento 2.....	77
Anexo 8. Análisis de varianza para absorción de agua. Experimento 2.....	78
Anexo 9. Análisis de varianza para ángulo Hue o matiz. Experimento 2.....	79
Anexo 10. Análisis de varianza para croma. Experimento 2.....	79
Anexo 11. Análisis de varianza para luminosidad. Experimento 2.....	80
Anexo 12. Análisis de varianza para pectin metilesterasa. Experimento 2.....	80
Anexo 13. Análisis de varianza para patrón de crecimiento. Experimento 3.....	81
Anexo 14. Análisis de varianza para clorofila en precosecha. Experimento 3.....	82
Anexo 15. Análisis de varianza para número de capullos. Experimento 3.....	82
Anexo 16. Análisis de varianza para cinética de peso. Experimento 3.....	83
Anexo 17. Análisis de varianza para materia seca. Experimento 3.....	84
Anexo 18. Análisis de varianza para clorofila postcosecha. Experimento 3.....	85
Anexo 19. Análisis de varianza para día a abscisión de tépalos. Experimento 3.....	86
Anexo 20. Análisis de varianza para ángulo Hue o matiz. Experimento 3.....	86
Anexo 21. Análisis de varianza para croma. Experimento 3.....	87
Anexo 22. Análisis de varianza para luminosidad. Experimento 3.....	87
Anexo 23. Análisis de varianza para pectin metilesterasa. Experimento 3.....	87

Escalante Guardado, C. 2013. Prolongación de la vida postcosecha de *Lilium* spp. y *Gladiolus glandiflorus* con aplicaciones de silicio y extracto de vid silvestre. Tesis Ing. Agr. Catacamas, Olancho. Universidad Nacional de Agricultura. Pág. 88

RESUMEN

Con el objetivo de prolongar la vida en florero de *Lilium* spp. y *Gladiolus glandiflorus*, se evaluó el efecto de la aplicación del silicio en precosecha y extracto de vid silvestre en postcosecha de ambas especies. La utilización de soluciones hidratantes con diferentes pH, la aplicación de silicio en precosecha y extractos de vid silvestre en postcosecha, no prolongó la vida en florero de *Lilium* spp. ni *Gladiolus glandiflorus*. Sin embargo, la utilización de pH ácidos permitió una mayor absorción de agua y ganancia de peso en los tallos de gladiolo. Además, la aplicación de 0.5 g l⁻¹ de extracto de vid silvestre en la solución hidratante, indujo una mayor ganancia de peso durante la vida postcosecha de gladiolo. En el experimento se utilizó un diseño completamente al azar, con un arreglo bifactorial en precosecha y trifactorial en postcosecha, contando con nueve tratamientos en precosecha y 18 tratamientos en postcosecha de lilium. Dentro de los resultados encontrados en los experimentos, destacan el mayor contenido de clorofila encontrado al día seis en postcosecha de lilium, cuando se dio el efecto de la interacción de los factores de aplicación de silicio al sustrato, al follaje y pulso de vid silvestre. La aplicación de silicio al sustrato a intervalos de 15 días, promueve levemente un mejor color de los tépalos de lilium 'Serrada'. De igual manera estas aplicaciones de silicio al sustrato cada quince días, permitió una menor actividad enzimática en los tépalos de lilium. Bajo las condiciones de este trabajo, al quinto día después de la cosecha no se encontró presencia de etileno en la flor.

Palabras clave: *Lilium* spp., *Gladiolus glandiflorus*, silicio, extractos de vid, enzimas, etileno.

I INTRODUCCIÓN

El etileno, la hormona responsable de la senescencia de las flores, presenta en esta etapa fisiológica, una curva de tres fases; una baja y constante producción, la máxima producción y un descenso de la misma, siendo antes de la última etapa donde se presentan los síntomas de deterioro provocados por el etileno. Para evitar que la máxima expresión de esta curva se dé rápidamente, se emplean métodos como el control de la temperatura, la higiene en postcosecha y las soluciones preservadoras, para prolongar la vida de las flores. Estos métodos actúan sobre los procesos que determinan la senescencia de las flores.

En la actualidad, en México la floricultura concentra una considerable importancia social y económica. Estudios realizados por el Consejo Mexicano de la Flor, indican que la superficie nacional para la producción de flores es de aproximadamente 15 mil hectáreas (Betancourt *et al.* 2005). El *Lilium* y el gladiolo (*Gladiolus* spp.) son los tallos de flor que ocupan los primeros lugares en producción (Mandujano *et al.* 2012), en los Estados de México, Puebla, Morelos, Distrito Federal y Michoacán (Betancourt *et al.* 2005).

Muchos productores que se dedican al cultivo de flores utilizan sustancias preservadoras que prolongan la vida de las flores. Actualmente se pretende utilizar sustancias que sean amigables con el ambiente y el usuario. De esta manera el uso de sustancias vegetales puede ser una alternativa viable. La utilización de sustancias como los extractos de vid silvestre (*Vitis* spp.), que tiene compuestos fenólicos, y probablemente algunos de ellos inhiben el efecto del etileno, podría resultar más favorable económicamente que la utilización de otros productos comerciales (Mejía 2012).

Por otro lado, existen opiniones de que el silicio, quien cumple con la función de dar rigidez a las células de las plantas, puede permitir que la planta tenga una mayor protección contra las enfermedades y obtener una mejor calidad de la flor. Sin embargo, la información que manejan los productores de flores, respecto a la fertilización, es muy poca y principalmente, la relacionada con silicio es escasa.

Es así como en el siguiente trabajo se pretende evaluar el efecto de la aplicación de silicio en precosecha y extractos de vid silvestre en postcosecha sobre la vida de florero de *Lilium* spp. y *Gladiolus glandiflorus*, de tal manera que se cree un plan de fertilización con silicio agregándole una solución de extractos de vid silvestre (concentración identificada por Mejía,2012) en postcosecha y así prolongar la exposición en anaquel y la vida en florero de las flores mencionadas anteriormente.

II OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Comprobar la eficiencia de un programa de fertilización con silicio en precosecha más una concentración de extractos de vid silvestre en postcosecha, para prolongar la vida en florero de *Lilium* spp. y *Gladiolus glandiflorus*.

2.2 Objetivos Específicos

Comprobar la sinergia de la aplicación de silicio en precosecha y extractos de vid silvestre en postcosecha para prolongar la vida en florero de *Lilium* spp. y *Gladiolus glandiflorus*.

Identificar los efectos químicos de las mezclas en los momentos de aplicación sobre la morfología y fisiología medida como vida de florero de *Lilium* spp. y *Gladiolus glandiflorus*.

III REVISIÓN DE LITERATURA

La horticultura ha tenido auge en los últimos años, lo que representa en el comercio internacional 8.5 mil millones de dólares anuales (Tabora, 2012). Por otro lado, Facchinetti *et al.* (2008), mencionan que el cultivo de *Lilium* es uno de los rubros más dinámicos de la economía mundial con una tasa de crecimiento cercana al 6%. Según Álvarez *et al* (2008), *Lilium* es una especie de gran importancia económica dentro de la producción y comercialización de flores de corte en el mercado internacional.

En México, muchas personas se dedican a la producción de gladiolo (*Gladiolus glandiflorus*). Entre los estados mayores productores de esta flor, se encuentran: Puebla, Estado de México, Michoacán, Morelos y Veracruz (SIAP, citado por Gonzales *et al* 2011). No obstante, Gonzales *et al.*, (2011), mencionan que los productores de estas zonas cuentan con poca información técnica sobre el manejo de este cultivo, repercutiendo grandemente en la calidad de la flor.

Este mismo autor continua exponiendo que el gladiolo es una flor aceptada mundialmente por sus llamativos colores y que México posee una área de 2.2 mil hectáreas de cultivo, ocupando este el tercer lugar en importancia, después de la rosa (*Rosa* spp.) y el crisantemo (*Chrysanthemum* spp.).

Sin embargo, existe un gas que provoca el deterioro de las flores, y lo hace de manera relativamente temprano. Este gas es el etileno, uno de los compuestos responsables de la senescencia. Este es una hormona gaseosa que se produce en todas las partes de la planta y es sintetizada por las flores en su proceso de maduración (Verdugo *et al* 2002). Ese efecto

de maduración que tiene el etileno es el que se trata de inhibir al utilizar ciertos compuestos, logrando de esta manera prolongar la vida en florero de diferentes especies.

3.1 *Lilium* spp.

3.1.1 Características botánicas

Herrero, citado por Mejía (2012) indica que *Lilium* spp. pertenece a la familia de las liliáceas, existen aproximadamente 90 especies, cuyo origen está en el hemisferio norte. Sin embargo Francescangeli (2008), menciona que el género *Lilium* comprende más de 100 especies originarias de la zona templada de Asia, Europa y América.

El bulbo de la mayoría de los *Lilium* es de tipo escamoso, teniendo un plato basal donde se insertan las escamas ya sean externas e internas; las internas están más apretadas, rodeando al brote nuevo. En el plato basal, al lado del brote viejo, se forma la yema con el nuevo meristemo; a su alrededor se formará un nuevo grupo de escamas. Del plato basal salen también las raíces, que tienen, entre otras, una función importante en la evolución de las hormonas, por lo que se deben conservar incluso cuando se almacena el bulbo. La mayoría de los bulbos forman las llamadas raíces de tallo, que salen por encima del bulbo y juegan un papel importante en la absorción de agua y nutrimentos por la planta. Las hojas pueden estar separadas o apiñadas (Herrero, citado por Mejía 2012).

3.1.2 Requerimientos edafoclimáticos

3.1.2.1 Suelo

Los suelos más idóneos para el cultivo del *Lilium* son aquellos sueltos, con buen drenaje, ricos en materia orgánica y con suficiente profundidad (40 cm) donde el lavado de sales se realice con facilidad. La mayor parte de los *Lilium* prefieren suelos con pH próximo a la neutralidad o ligeramente ácido (Infoagro s.f).

3.1.2.2 Temperatura

Las altas temperatura pueden provocar deformación en las flores (Herreros 1983). Este autor afirma que la temperatura nocturna ideal es de 12 – 15 °C y la diurna es de 18 – 24 °C. El cuidado de la temperatura del suelo es muy importante siendo la óptima cercana a 15 °C y la mínima de 10°C.

3.1.2.3 Luminosidad

La iluminación acompañada de la temperatura, son de los factores determinantes en la calidad de producción de flores de *Lilium*. La falta de luminosidad puede afectar el desarrollo de la flor provocando altos porcentajes de botones florales secos y deformes. Mientras tanto en ciertas variedades, el exceso de luz podría provocar un acortamiento en el tallo floral y tener un efecto de palidez en la flor (Herreros 1983).

No obstante, el International Flower Bulb Centre (s.f) aporta que una exposición prolongada del cultivo de *Lilium* a la ausencia de luz puede ocasionar la caída de los capullos florales provocando de esta manera una disminución en la calidad de la flor cortada.

3.1.2.4 Fertilización

Para Herreros (1983) es muy importante tener cuidado con la aplicación de fertilizantes, pues a menudo aparecen quemaduras y efectos de tallos cortos debido a la intoxicación por exceso de fertilizantes. Estudios realizados por Barrantes y Bertsch (2012), demostraron que la fertilización con 12-24-12, nitrato de calcio, nitrato de potasio, y potasio más magnesio (K Mag), a dosis de 9, 23, 59 y 20 g/m⁻² respectivamente, provocaron un mayor porcentaje de botones florales (31%), en comparación con otros programas de fertilización.

Barrantes y Bertsch (2012) continúan sosteniendo que para el caso del nitrógeno, fósforo y potasio, la mayor acumulación se da cerca de la cosecha del *Lilium*, aproximadamente a la octava semana. Para el caso de la fertilización foliar, esta permite incrementar la vida en florero de *Lilium* (Betancourt *et al.* 2005).

3.2 *Gladiolus glandiflorus*

3.2.1 Características botánicas

El gladiolo se clasifica botánicamente como una angiosperma monocotiledónea de la clase liliifloras, pertenece a la familia de las iridáceas y su género *Gladiolus* comprende más de cien especies, unas del centro sudafricano y otras europeas (Notas técnicas... 2010).

El gladiolo se reproduce tanto por semilla como por cormo. El cormo tiene aspecto de bulbo, es grueso, macizo y está cubierto por escamas o túnicas al igual que el *Lilium*. En la parte superior del cormo se sitúa una yema principal que constituirá junto con otras yemas laterales, la parte aérea de la planta (Verdeguer 1981).

Las hojas emergen de la base y el número oscila entre 1-12, su inflorescencia es una espiga larga que generalmente posee de 12-20 flores pudiendo alcanzar muchas veces hasta 30 (Notas técnicas... 2010).

3.2.2 Requerimientos edafoclimáticos

3.2.2.1 Suelo

El gladiolo se adapta muy bien a suelos sueltos y bien drenados, aunque se puede cultivar en suelos arcillosos, siempre y cuando estos cuenten con un adecuado drenaje. La

roturación del suelo para la siembra debe ser de aproximadamente 30 cm. Es importante contar con pH que oscilen entre 6.5-7 (Notas técnicas... 2010).

3.2.2.2 Temperatura

Las temperaturas óptimas para el desarrollo de gladiolo son de 10-15 °C por la noche y de 20-24°C por el día, siendo la temperatura ideal para la floración de 12-22 °C (Notas técnicas... 2010). La temperatura del suelo durante la plantación debe oscilar entre 10-12 °C (Infoagro, s.f.).

3.2.2.3 Luminosidad

Serrano (1988) menciona que el gladiolo es una planta de día largo, es decir que requiere luminosidades arriba de 12 horas, para evitar problemas en la emergencia del tallo floral, pues exposiciones debajo de lo mencionado anteriormente podrían llevar al cultivo a una falla en el brote de las flores.

Es importante atender las necesidades de intensidad lumínica, pues las varas florales quedan firmes, rígidas con muchas flores pero de poca altura (Notas técnicas... 2010).

3.2.2.4 Fertilización

Estudios realizados por Gonzales *et al.* (2011) demostraron que la utilización de diferentes niveles de fertilización no mostraron diferencia significativa entre una misma especie. Se ha demostrado que aplicaciones de 100 kg N ha⁻¹ favorece la pudrición de las raíces del gladiolo causado por hongos. No obstante se debe tener cuidado al momento de la disminución de la fertilización debido a que se puede reducir la calidad y el rendimiento (Engelhard, citado por Gonzales *et al.* 2011).

Por otro lado, el exceso de nitrógeno produce el mismo efecto que la falta de luz, esto incrementa el sistema foliar pero hay una poca o nula producción de flores, pero si el nitrógeno falta, hay una mayor producción de flores pequeñas y consecuentemente se da la clorosis (Notas técnicas... 2010).

3.3 Silicio

La utilización de silicio en las plantas está relacionada con la protección fitosanitaria e incremento de la vida postcosecha de las mismas, ya que el silicio al ser absorbido por la planta, llega a las hojas en forma de ácido monosilícico (H_4SiO_4), este pierde humedad creando una capa protectora en las células (Delgado *et al.* 2006; Horna 2007; Lima 2010). El silicio es generalmente considerado un elemento benéfico para la altura de las plantas, especialmente para aquellas cultivadas bajo condiciones de estrés abiótico (Ali *et al.* 2012).

El silicio unido a la celulosa en la membrana celular, protege contra excesivas pérdidas de agua debido a la transpiración (Emadian *et al.*, citados por Snayder *et al.* 2007). Esto podría estar relacionado con la rigidez que el silicio proporciona a la pared celular (Horna 2007), ocurriendo una disminución de la apertura estomática (Efimova *et al.*, citados por Snayder *et al.* 2007).

3.4 Vid Silvestre

La vid silvestre (*Vitis* spp.) es una planta que presenta bayas y hojas más pequeñas que las variedades de cultivo (*Vitis vinifera* L), poseen bastante vigor y una mayor resistencia o tolerancia a plagas y enfermedades (Ocete *et al.*, citados por Franco *et al.* 2008).

Míguez, citado por Mejía (2012) menciona que el extracto de vid es una concentración rica en sustancias como los polifenoles, taninos, calcio, potasio, vitaminas A, B1, B2, azúcares

(fructosa, glucosa, etc), celulosas, pectinas, enzimas, etc. La aplicación de una solución pulso de 10 g l⁻¹ de hojas de vid silvestre en *Lilium* no incrementó el número de días en florero pero mejoró la vistosidad de la flor, esto medido en el croma (Mejía 2012).

3.5 Etileno.

El etileno es una hormona que en los vegetales interviene en el crecimiento y desarrollo; es un gas con estructura molecular muy sencilla que al igual que las otras hormonas vegetales puede causar intensos cambios fisiológicos, si está en pequeñas cantidades (Vásquez y Torres 1990).

Estos mismos autores sostienen que el etileno acelera la abscisión de las flores, debido a la interacción del etileno y el ácido indolacético. Esta interacción interfiere en los procesos metabólicos que llevan a la senescencia y a la abscisión de las flores. Ichimura *et al.*, citado por Tanase *et al.* (2008), mencionan que el etileno está involucrado en la senescencia de muchas flores ornamentales, que muestran un aumento de climaterio durante su vida postcosecha.

3.6 Solución preservativa y extractos vegetales

Los almidones y azúcares almacenados en los tallos, hojas y pétalos son los que aportan la mayor cantidad de alimento necesario para que se dé el proceso de apertura floral, lográndose altos niveles de estos carbohidratos cuando las plantas han sido cultivadas en zonas con buena luminosidad (Reid 2009). Existen muchos productos utilizados para formular soluciones preservativas, entre ellos destacan la sacarosa, sales de plata, sulfato de aluminio y el sulfato de 8-hidroxiquinoleína (HQS) (Liao *et al.*, citado por Cruz *et al.* 2007). Estudios realizados por estos mismos autores demostraron que 0.6 g l⁻¹ de sulfato de aluminio aplicado como solución hidratante a flores de rosa, mostró flores con una mejor apariencia con respecto a otros tratamientos y un mayor peso del día 14 en adelante.

Por otro lado, la implementación de extractos vegetales está siendo muy común. Rodríguez *et al.* (2006) mostraron que la utilización de 1500 $\mu\text{l L}^{-1}$ de tres especies de *Fluorensia* sp. inhibieron la actividad patógena de *Alternaria* sp., *Rhizoctonia solani* y *Fusarium oxysporum*. Uno de los primeros estudios con extractos de *Lippia graveolens*, *Agave lechuguilla* y *Yucca filifera*, pareció tener un 100% de efecto a 500, 3000 y 4000 $\mu\text{l L}^{-1}$ respectivamente, contra *Rhizopus stolonifer*, *Colletotricum gloesporoides* y *Penicillium digitatum*, aplicada como solución a frutos de postcosecha (Rodríguez *et al.* 2011).

Mimosa pudica ha presentado 58% de actividad antioxidante en comparación con otros ejemplos (Khan 2013), lo que sugiere su utilización como solución preservativa en flores de corte. Supapvanich *et al.* (2012) demostraron que una relación 1:1 de extracto de corazón de piña y agua, reduce el ennegrecimiento de la manzana rosada, tratada en postcosecha. Estos mismos autores, exponen que un baño con *Konjac glucomanan* retarda la pérdida de peso del fruto y además enriquece la actividad positiva de la piña, manteniendo por mayor tiempo el color natural de la manzana .

IV MATERIALES Y MÉTODOS

Se consideró llevar a cabo tres experimentos, inicialmente se instaló un experimento en el cual se sometieron los tallos de gladiolo a una solución acuosa con diferentes niveles de pH, posteriormente se realizó un experimento con tallos de gladiolo bajo diferentes soluciones de extractos de hoja de vid silvestre, con el propósito de determinar la dosis a emplear en el experimento tres.

Para poder medir el efecto que causa el silicio al follaje y al sustrato en precosecha, así como la adición de los extractos de vid silvestre en la vida de anaquel o postcosecha, en flores de *Lilium*, se instaló otro experimento, en el cual las plantas que se utilizaron en la aplicación de silicio, fueron las mismas que se sometieron a las aplicaciones de extractos de vid silvestre. Los experimentos se describen a continuación:

4.1 Experimento 1. Empleo de solución hidratante con diferentes niveles de pH en tallos de *Gladiolus glandiflorus*.

4.1.1 Localización del área experimental.

La investigación se realizó en el mes de junio de 2013, en el Laboratorio de Horticultura de la Universidad Autónoma del Estado de México, con una localización geográfica de 19° 17' latitud norte y 99° 30' longitud oeste, a una altitud de 2,640.5 m.

4.1.2 Materiales y equipo.

Los materiales que se utilizaron en este ensayo fueron: Tallos de *Gladiolus glandiflorus*, floreros, potenciómetro, probeta de 1000 y 100 ml, ácido cítrico.

4.1.3 Factor bajo estudio.

Prueba de diferentes niveles de pH (3.0, 4.0, 5.0, 6.0 y 7.0) como solución hidratante, en la vida postcosecha de *Gladiolus glandiflorus*.

4.1.4 Tratamientos y diseño experimental

Se utilizaron cinco tratamientos, bajo un diseño completamente al azar, los cuales consistieron en cinco diferentes niveles de pH como solución hidratante en la vida postcosecha de *Gladiolus glandiflorus*, cada tratamiento contó con tres repeticiones. Los tratamientos se presentaron de la siguiente manera:

Tabla 1. Descripción de los tratamientos. Experimento 1

Tratamiento	Descripción
	Diferentes niveles de pH en la solución hidratante
T ₁	3.0
T ₂	4.0
T ₃	5.0
T ₄	6.0
T ₅	7.0

4.1.5 Unidad Experimental

Estuvo formada por un florero con tres tallos y el experimento constó de 15 floreros, distanciados a 0.3 m cada uno, se tuvo tres floreros por tratamiento cada uno con tres tallos para un total de 45 tallos.

4.1.6 Manejo del ensayo.

Una vez homogenizada la longitud de los tallos a 80 cm, estos se depositaron en un florero que contenía un litro de la solución hidratante, con su respectivo nivel de pH, el cual fue regulado con una solución saturada de ácido cítrico. En cada florero se colocaron tres tallos de *Gladiolus glandiflorus*.

4.1.7 Variables a evaluar.

4.1.7.1 Cinética del peso relacionado con la absorción de agua

Se determinó cada dos días desde el momento del corte hasta los diez días después de corte (ddc) cuando el tallo comenzó a doblarse. Para pesar cada uno de los tallos se utilizó una balanza digital, los datos fueron tomados en gramos. La absorción de agua se midió cada dos días, en mililitros, la cantidad de agua consumida por los tallos, utilizando una probeta de 1000 ml.

4.1.7.2 Color de pétalos

El color de los pétalos se midió cada cinco días con el fotocolorímetro, colocando el instrumento sobre los tres pétalos externos de la quinta flor, obteniendo los datos L^* , a^* , b^* y posteriormente se determinó el croma (c) y ángulo Hue o matiz (h) con las fórmulas $c = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$ y $h = \cos^{-1}(a^*/c)$.

En donde L^* indica luminosidad u oscuridad del color y tiene valores de 0 (negro) a 100 (blanco), las coordenadas a^* y b^* indican direcciones del color, $+a^*$ para rojo, $-a^*$ para verde, $+b^*$ indica amarillo y $-b^*$ azul. El croma saturación del color, mientras que el matiz tono básico del color un valor de 45 indica color naranja y 90 indicará amarillo (Kabelka *et al.*, citado por Mejía 2012).

4.1.7.3 Pectin metilesterasa

Se procesaron 5 g de pétalos en un Omnimixer con 15 ml de NaCl 1 M y PVPP 10 g l⁻¹. La suspensión obtenida se agitó por 4 h y luego se filtró en papel whatman N° 41. El sobrenadante se ajustó a pH 7.5 con NaOH y se utilizó para ensayar la actividad de pectin metilesterasa (PME). Todos los pasos durante la preparación de los extractos se realizaron a 0-4°C. (Vicente 2004).

La actividad se ensayó en una mezcla de reacción conteniendo 600 ml de pectina 0.5% p/v, 150 ml de azul de bromotimol 0.01% en buffer fosfato 0.003 M pH 7.5; 100 ml de agua pH 7.5 y 100 ml de extracto enzimático. Se midió la reducción de la densidad óptica a 620 nm a 37°C. Los resultados se expresaron como el cambio en la densidad óptica (DDO) en tres minutos bajo las condiciones de ensayo, por gramo de tépalo (Vicente 2004).

4.2 Experimento 2. Empleo de extractos de hoja de vid silvestre (*Vitis* spp.) en postcosecha como solución hidratante de *Gladiolus glandiflorus*.

4.2.1 Localización del área experimental.

La investigación se realizó en el mes de junio de 2013, en el Laboratorio de Horticultura de la Universidad Autónoma del Estado de México.

4.2.2 Materiales y equipo.

Los materiales que se utilizaron en este ensayo fueron: Tallos de *Gladiolus glandiflorus*, hojas de vid silvestre, floreros, potenciómetro, probeta de 1000 y 100 ml, ácido cítrico.

4.2.3 Factor bajo estudio.

Empleo de extractos de hoja de vid silvestre (0.0, 0.5, 1.0 y 5.0 g l⁻¹) como solución hidratante, en la vida postcosecha de *Gladiolus glandiflorus*.

4.2.4 Tratamientos y diseño experimental

Se utilizaron cuatro tratamientos, bajo un diseño completamente al azar, en cuatro diferentes concentraciones de extractos de hoja de vid silvestre en la vida postcosecha de *Gladiolus glandiflorus*, para cada tratamiento existían tres repeticiones. Los tratamientos se presentaron de esta forma:

Tabla 2. Descripción de los tratamientos. Experimento 2.

Tratamiento	Descripción
	Concentraciones de extracto de vid silvestre (g l ⁻¹)
T ₁	0.5
T ₂	1.0
T ₃	5.0
T ₄	0.0

4.2.5 Unidad Experimental

Consistió de un florero con tres tallos y el experimento constó de 12 floreros, distanciados a 0.3 m cada uno, los tres floreros por tratamiento contaron con tres tallos cada uno para un total de 36 tallos.

4.2.6 Manejo del ensayo.

Se homogenizó la longitud de los tallos a 80 cm y se depositaron en un florero que contenía un litro de la solución hidratante a pH 3.5, el cual fue regulado con una solución saturada de ácido cítrico.

4.2.7 Variables a evaluar.

4.2.7.1 Cinética del peso relacionado con la absorción de agua, color de pétalos y pectin metilesterasa.

Estas variables se midieron de igual forma que las del experimento uno.

4.3 Experimento 3. Aplicación de silicio en precosecha y extracto de vid silvestre en postcosecha de *Lilium* spp

4.3.1 Descripción del sitio experimental.

El experimento se llevó a cabo en el laboratorio de Horticultura de la Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma del Estado de México, municipio de Toluca, México. Su localización geográfica es 19° 17' latitud norte y 99° 30' longitud oeste, a una altitud de 2,640.5 m (Torres 2009, citado por Mejía 2012).

4.3.2 Materiales y equipo.

Para este experimento se utilizó lo siguiente: Cinta métrica, SPAD (Konica Minolta-502), espectrofotómetro (Genesys 10; USA), fotolorímetro (Minolta), Balanza (OHAUS-Y55001), Cromatógrafo de gases (SRI-8610C), incubadora (Imperial III LAB-LINE), estufa (OV-484A) probeta, balanza analítica, silicio, extractos de hoja de vid, tallos de *Lilium*.

4.3.3 Factor bajo estudio.

Efecto del silicio, extracto de vid silvestre (*Vitis* spp.) y tiempo de pulsación, en la vida postcosecha de *Lilium* spp.

4.3.4 Tratamientos

Se utilizaron nueve tratamientos en precosecha (considerando los factores de aplicación al sustrato y al follaje) y 18 tratamientos en postcosecha, que consistieron en evaluar el efecto del silicio aplicado al sustrato y al follaje, extractos de vid silvestre y tiempo de pulsación en la vida postcosecha de *Lilium* spp. Cada tratamiento contó con tres repeticiones. Los tratamientos se describen a continuación:

Tabla 3. Descripción de los tratamientos (vida precosecha). Experimento 3

Tratamiento	Silicio al sustrato (1 l ha ⁻¹)	Silicio al follaje (1 l ha ⁻¹)
T ₁	Quincenal	Quincenal
T ₂	Quincenal	Mensual
T ₃	Quincenal	No
T ₄	Mensual	Quincenal
T ₅	Mensual	Mensual
T ₆	Mensual	No

Tratamiento	Silicio al sustrato (1 l ha⁻¹)	Silicio al follaje (1 l ha⁻¹)
T ₇	No	Quincenal
T ₈	No	Mensual
T ₉	No	No

Tabla 4. Descripción de los tratamientos (vida postcosecha). Experimento 3

Tratamiento	Silicio al sustrato (1 l ha⁻¹)	Silicio al follaje (1 l ha⁻¹)	Pulsación
T ₁	Quincenal	Quincenal	Si
T ₂	Quincenal	Quincenal	No
T ₃	Quincenal	Mensual	Si
T ₄	Quincenal	Mensual	No
T ₅	Quincenal	No	Si
T ₆	Quincenal	No	No
T ₇	Mensual	Quincenal	Si
T ₈	Mensual	Quincenal	No
T ₉	Mensual	Mensual	Si
T ₁₀	Mensual	Mensual	No
T ₁₁	Mensual	No	Si
T ₁₂	Mensual	No	No
T ₁₃	No	Quincenal	Si
T ₁₄	No	Quincenal	No
T ₁₅	No	Mensual	Si
T ₁₆	No	Mensual	No
T ₁₇	No	No	Si
T ₁₈	No	No	No

4.3.5 Unidad Experimental

Estuvo formada por una maceta y tres bulbos. El experimento contó con 108 macetas.

4.3.6 Diseño experimental.

Para el desarrollo del trabajo de investigación se utilizó un diseño completamente al azar con un arreglo bifactorial para precosecha y trifactorial para postcosecha, teniéndose los siguientes factores: Sustrato con tres niveles (mensual, quincenal y nulo), corresponde al factor A, follaje con tres niveles (mensual, quincenal y nulo) es el factor B, y el tiempo de pulsación es el factor C.

4.3.7 Modelo estadístico.

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + C_k + (AB)_{ij} + (AC)_{ik} + (BC)_{jk} + (ABC)_{ijk} + \epsilon_{ijk}$$

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Y_{ijk} = Efecto del silicio aplicado al sustrato, del silicio aplicado al follaje, del tiempo de pulsación y de la interacción de los tres factores sobre la vida postcosecha de *Lilium* spp

μ = La media de todos los tratamientos.

A_i = i-ésimo efecto del silicio aplicado al sustrato sobre la vida postcosecha de *Lilium* spp.

B_j = j-ésimo efecto del silicio aplicado al follaje sobre la vida postcosecha de *Lilium* spp.

C_k = k-esimo efecto del tiempo de pulsación sobre la vida postcosecha de *Lilium* spp.

AB_{ij} = Efecto de la interacción del silicio aplicado al sustrato y al follaje sobre la vida postcosecha de *Lilium* spp.

AC_{ik} = Efecto de la interacción del silicio aplicado al sustrato y el tiempo de pulsación sobre la vida postcosecha de *Lilium* spp.

BC_{jk} = Efecto de la interacción del silicio aplicado al follaje y el tiempo de pulsación sobre la vida postcosecha de *Lilium* spp.

ABC_{ijk} = Efecto de la interacción del silicio aplicado al sustrato, al follaje y el tiempo de pulsación sobre la vida postcosecha de *Lilium* spp.

$\square_{ijk}$ = Error experimental independiente (Montgomery 2004).

4.3.8 Manejo del experimento.

4.3.8.1 Periodo de precosecha

A. Aplicación de silicio

El silicio se aplicó al sustrato y al follaje, a una concentración de 3 g l⁻¹ de **Silmex** en tiempos de un mes, quince días y nulo. El resto de manejo de cultivo, incluyendo la fertilización al sustrato y al follaje se manejó de acuerdo a diferentes autores (Torres 2009; Mejía 2012).

4.3.8.2 Periodo postcosecha

A. Aplicación de extracto de vid silvestre

El extracto de vid silvestre fue aplicado a una concentración de 0.5 g l^{-1} y el tiempo de pulsación usado fue de 12 horas; la solución se aplicó tanto a tallos tratados en precosecha con o sin silicio al sustrato o al follaje.

4.3.9 Variables a evaluar.

4.3.9.1 Vida precosecha

A. Patrón de crecimiento

Cada 20 días se determinó la altura de la planta, midiendo desde la base del tallo hasta el ápice de las hojas superiores.

B. Clorofila

En intervalos de 15 días se evaluó el color verde de las hojas por medio del aparato SPAD (Konica Minolta-52). Se utilizaron las cinco hojas más cercanas a la punta del tallo; la medición se realizó sin causar ningún tipo de daño foliar. El índice de verdor, correlacionado con el contenido de clorofila se presentará en unidades SPAD.

C. Número de capullos florales

Se midió en el día 57 después de la siembra, contando el número de capullos florales por tallo de *Lilium*.

4.3.9.2 Vida postcosecha.

A. Cinética del peso.

Se determinó cada dos días desde el momento del corte hasta los ocho días después de cosecha (ddc) en cada uno de los tallos del experimento utilizando una balanza digital, los datos fueron tomados en gramos (Antonio, citado por Mejía 2012).

B. Materia seca

Al final del experimento se tomaron 30 cm del tallo, el que fue pesado en una balanza, luego se procedió a picarlo en pequeñas secciones de uno centímetro y fue depositado en una bolsa de papel manila (destraza). Después se procedió a introducir las bolsas durante 72 horas en una estufa a 80 °C, para tomar su peso seco en gramos. El contenido de materia seca se presentó en porcentaje obtenido de la siguiente fórmula: $\%MS = \frac{\text{Peso seco}}{\text{Peso fresco}} \times 100$

C. Clorofila.

Se midió por medio del aparato SPAD (Konica Minolta-502) utilizando en las hojas de las flores sin causar daño; el contenido de clorofila se presentó en unidades SPAD.

D. Días a desprendimiento de tépalos

Se midió en días, cuando a todas las flores de un mismo tallo se la habían caído uno o más tépalos de la flor.

E. Color de tépalos.

El color de los tépalos fue medido con el fotocolorímetro, colocando el instrumento sobre los tres tépalos internos de cada flor, obteniendo los datos L^* , a^* , b^* y posteriormente se determinó el croma (c) y ángulo Hue o matiz (h) con las fórmulas $c = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$ y $h = \cos^{-1}(a^*/c)$.

F. Pectin metilesterasa

Para esta variable se utilizó la misma metodología descrita en los experimentos uno y dos.

G. Etileno

Fue medido mediante cromatografía de gases. Se tomó al quinto día después de cosecha, la flor que primero presentó apertura, luego se procedió a pesar el tejido floral en una balanza analítica. Después la flor fue presurizada un frasco plástico durante cuatro horas en una incubadora a 40 °C. Luego se procedió a determinar el volumen libre del frasco, mediante medición con agua. Los datos fueron expresados en $\mu\text{l/kg/h}$ y se obtuvieron mediante la siguiente formula: $a = (y - b)/x$, donde, y = área bajo la curva del Cromatógrafo; b = constante del resultado de regresión lineal; x = μl inyectados.

V RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Experimento 1. Efecto de diferentes niveles de pH, en la vida postcosecha de *Gladiolus glandiflorus*.

5.1.1 Cinética del peso relacionado con la absorción de agua

La variación en el pH de la solución, promovió ganancia de peso en los tallos de gladiolo, observe como la figura 1(a) muestra que a un pH 6.0 se alcanzó el mayor peso fresco de los tallos al segundo día después de cosecha, mostrando así diferencias estadísticas entre los tratamientos (anexo 1 y 2). Luego el pH 4.0 permitió mayor ganancia de peso al día cuatro después de cosecha. La figura 1(b) muestra que al día cuatro ddc, existió una mayor absorción de agua lo que está muy relacionado con la ganancia de peso de los tallos.

Como se muestra en la figura 1(a), a partir del día cuatro ddc comenzó el descenso en la ganancia de peso de los tallos y este descenso se ve muy bien marcado en la absorción de agua en el día cuatro ddc, sin embargo, a partir del día seis ddc la absorción de agua es mayor en los tallos con solución a pH 3.0 (figura 1(b)), lo que muestra diferencia estadística entre tratamientos, resultados muy similares a estos fueron observados por Mejía (2012) en postcosecha de *Lilium* ‘Concador’.

A pesar que el descenso de la ganancia de peso de los tallos se da a partir del día cuatro después de cosecha, se puede observar que bajo los pH 4.0 y 3.0 es cuando menos pérdida de peso se presenta a partir de este día. Esto se explica porque a medida que el pH de una solución es más ácido, existen menos problemas por embolias de aire y

taponamiento por bacterias, permitiendo de esta manera un libre movimiento del agua dentro de los haces vasculares del tallo (Reid 2009), este proceso permite que exista mayor turgidez en las células debido a una adecuada absorción de agua y por lo tanto mayor ganancia de peso.

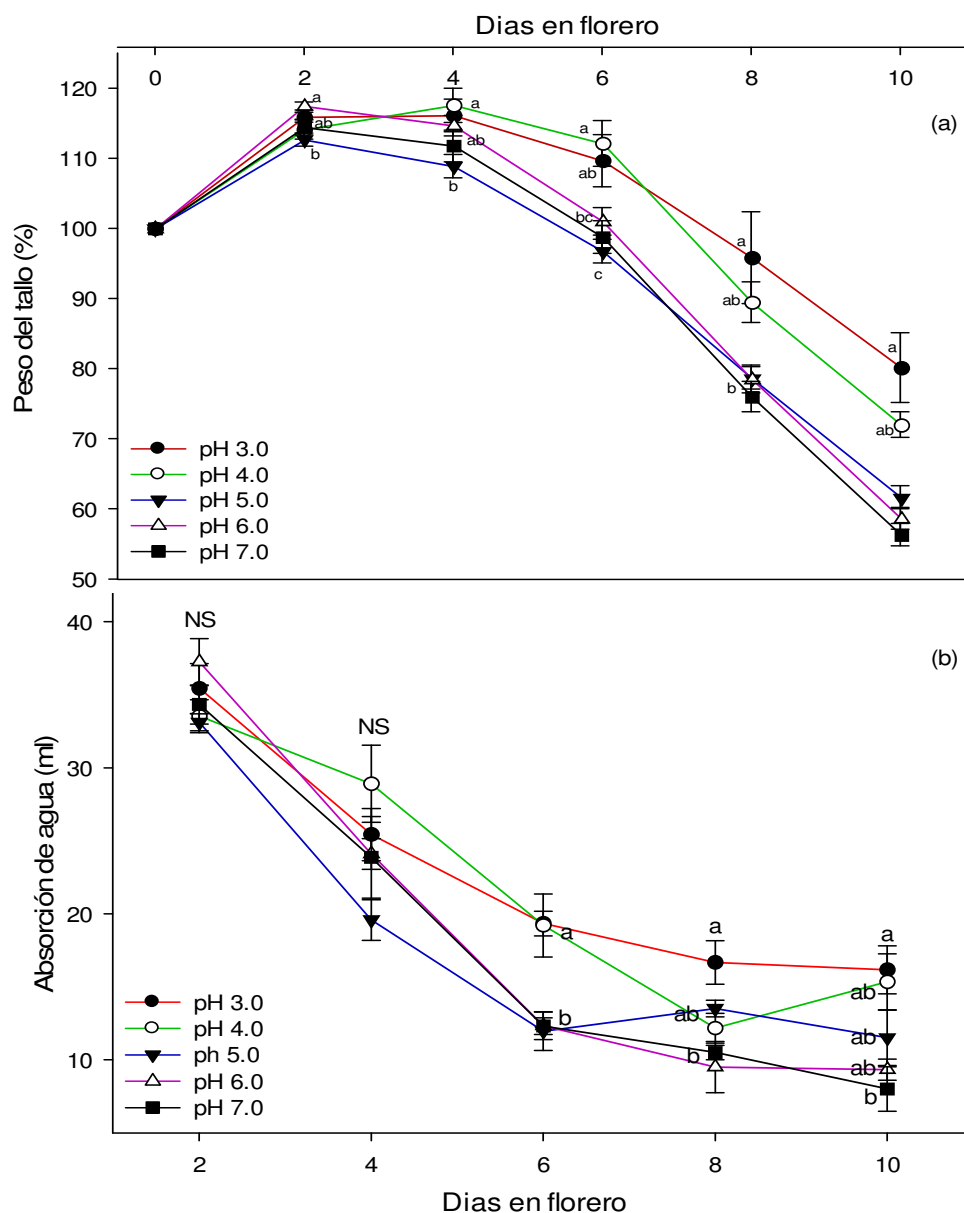


Figura 1. Cinética de peso durante la vida postcosecha de *Gladiolus glandiflorus* con diferentes niveles de pH en la solución hidratante (a); absorción de agua durante la vida postcosecha de *Gladiolus glandiflorus* con diferentes niveles de pH en la solución hidratante (b). Barras indican el error típico al 0.05%. Datos para peso es la media de

nueve tallos, mientras que para absorción de agua es la media de tres floreros con tres tallos cada uno.

La tensión superficial generada sobre la superficie foliar, que constituye una de las fuerzas impulsoras del ascenso del agua por el xilema de los tallos, parece que bajo las condiciones que se manejan las flores, se reduce al punto que a partir del día dos (figura 1(b)) la absorción decrece verticalmente. Después que los tallos han sido cortados y en el proceso de apertura floral, ocurre una ligera elongación del raquis floral. En este sentido las paredes celulares no están rígidas, por lo que existe una reducción en la tensión de la pared y en consecuencia las células están túrgidas (Taiz y Zeiger 2006).

Estos mismos autores exponen que cuando la célula deja de crecer, la absorción de agua aumenta el volumen celular, lo que provoca un fuerte empuje del protoplasto contra la pared celular, esto lleva a un aumento en la presión de turgencia y potencial hídrico y en consecuencia existe una reducción en la absorción del agua. Es justo este caso lo que la figura 1 da a conocer, cuando al cuarto día la ganancia de peso se ve reducida en relación a la absorción del agua, debido seguramente a una interrupción del crecimiento celular.

5.1.2 Color de pétalos

5.1.2.1 Ángulo Hue o matiz

Para el caso del color, determinado como ángulo Hue o matiz, no se presentaron diferencias estadísticas significativas (anexo 3), caso muy similar fue encontrado por Mejía (2012) en postcosecha de *Lilium*, en donde se utilizaron diferentes dosis de 1-metilciclopropeno en combinación con extractos de hoja de vid silvestre para prolongar la vida en florero.

Como muestra la figura 2, las flores de los tallos que se sometieron a una solución hidratante de pH 6, es la que más se mantiene en su color inicial rojo. Sin embargo, cuando el pH de la solución era mayor o igual a cinco, el color de los pétalos disminuyó,

ligeramente en unidades. Cuando la concentración de hidrógenos libres incrementó en la solución (pH 3.0 y 4.0) el color rojo inicial se mantuvo.

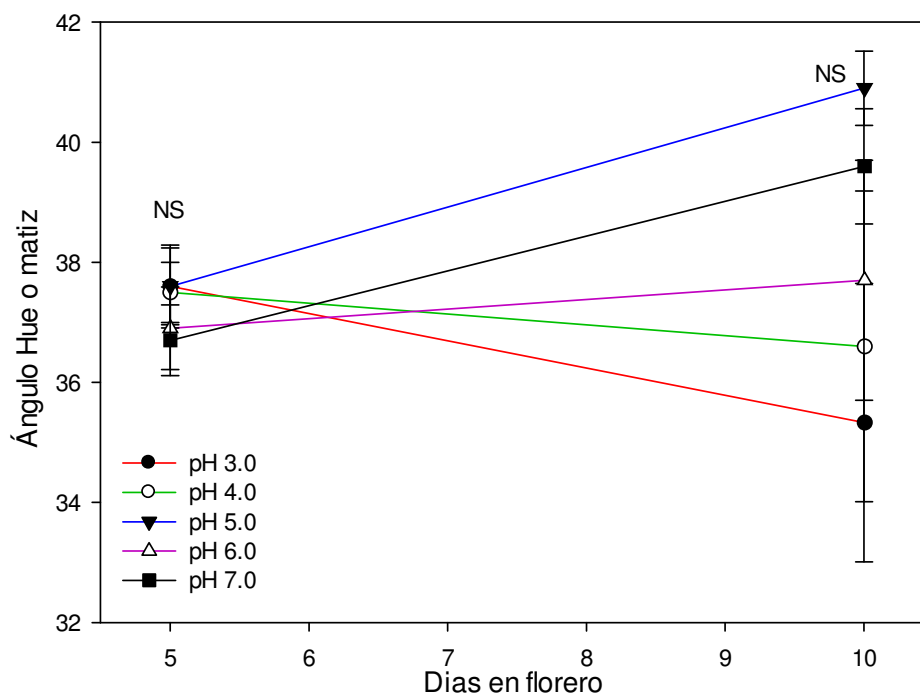


Figura 2. Variación del tono básico del color de pétalos durante la vida postcosecha de *Gladiolus glandiflorus* con diferentes niveles de pH en la solución hidratante. Barras indican el error típico al 0.05%. Datos son la media de 9 muestras.

5.1.2.2 Croma

En el grado de saturación del color de las flores de gladiolo, se presentó una leve tendencia a la disminución de la misma, no obstante, en el día diez ddc, la solución con pH 5.0 provocó mejor resultado en cuanto a la saturación del color, seguido del pH 7.0, mostrándose diferencia estadística entre los tratamientos (anexo 4). Esto puede ser explicado de la misma manera que la variable anterior. Parece ser que a medida que el pH entra a neutro la saturación del color es mayor; cuando la solución hidratante presentó un pH 5.0, la coloración a saturación fue mayor.

Como lo da a conocer la figura 3, la solución con el pH que menor grado de saturación presenta es el de 3.0, después de este están los pH 6.0 y 4.0. Esto sugiere tener en consideración la utilización de pH ácidos, aunque promueven una mayor absorción de agua, ponen en riesgo la vistosidad de la flor, quizás porque la mayor entrada de agua a las células de los pétalos reduzca la concentración de pigmentos por unidad de área floral.

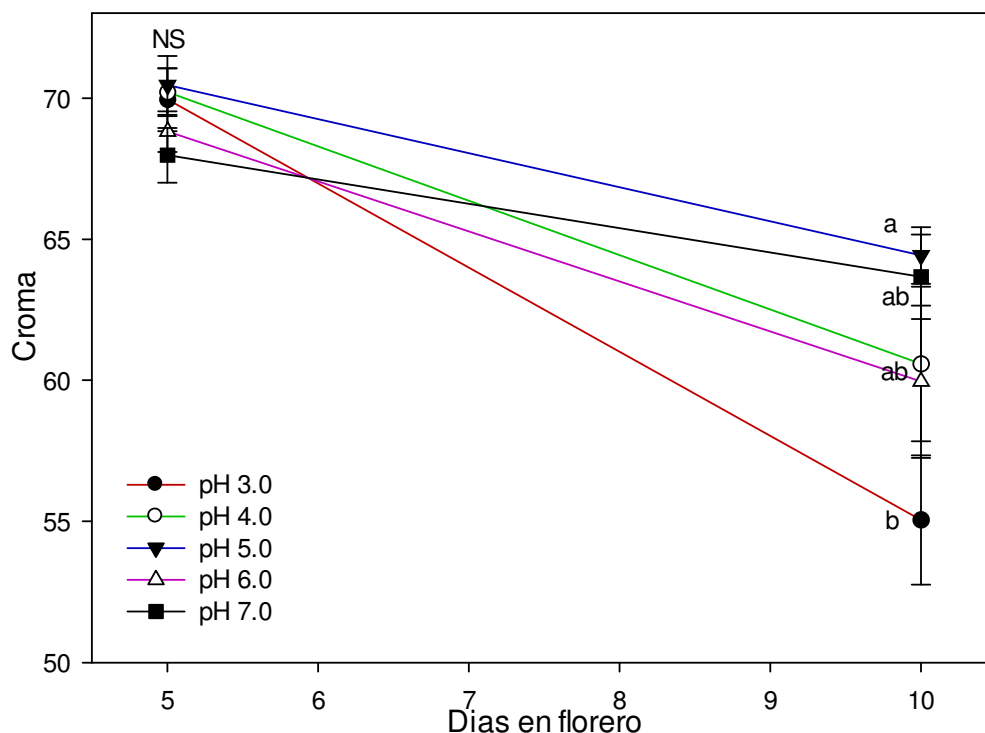


Figura 3. Saturación de color de pétalos durante la vida de florero de *Gladiolus glandiflorus* con diferentes niveles de pH en la solución hidratante. Barras indican el error típico al 0.05%. Datos son la media de nueve muestras.

5.1.2.3 Luminosidad

En cuanto a luminosidad se refiere, los tratamientos no provocaron respuestas de luminosidad estadísticamente diferentes (anexo 5). Sin embargo, la figura 4, muestra como en la solución con pH 3.0 se indujo mayor valor de luminosidad particularmente al compararse con los tallos del pH 4.0.

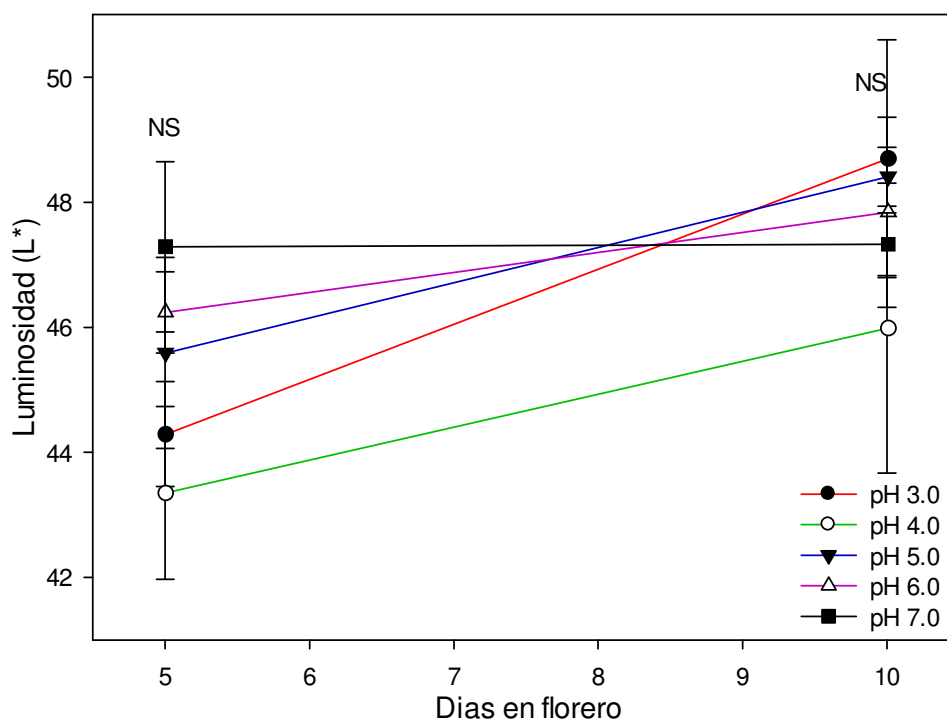


Figura 4. Luminosidad u oscuridad de pétalos en la vida postcosecha de *Gladiolus glandiflorus* con diferentes niveles de pH en la solución hidratante. Barras indican error típico al 0.05%. Datos son la media de nueve muestras.

Estos resultados son muy diferentes, opuestos, en relación a los observados con las dos variables anteriormente discutidas, en donde los pH de menor valor generaron un efecto negativo en cuanto a coloración y por ende vistosidad de la flor. Tomando en cuenta que la luminosidad depende de la cutícula formada por cutina y ceras, es bien probable que el pH no altere las macromoléculas lipídicas del exterior, pero si las del interior de las membranas permitiendo mayor penetración de agua como se ve en las figuras 1(a) y 1(b). Aunque no se midió en este trabajo, la coloración roja de los pétalos de gladiolo ‘Maravilla’ pueden ser producto de antocianinas; estas moléculas se pueden expresar en relación al pH del sustrato donde la planta vive. Sin embargo, este tema deberá ser estudiado en trabajos posteriores.

5.1.3 Pectin metilesterasa

En cuanto a la actividad de la enzima pectin metilesterasa, las flores de los tallos de gladiolo que mostraron mayor degradación de las pectinas fueron aquellos que se sometieron a soluciones hidratantes con pH de 4.0 y 6.0 (figura 5), por otro lado la solución hidratante con pH 3.0 es la que menor actividad de la enzima presenta, existiendo diferencia estadística significativa (anexo 6). Lo anterior se puede asociar con la menor pérdida de peso y mayor absorción de agua, en relación a otros niveles de pH, que presentaron los tallos a pH 3.0.

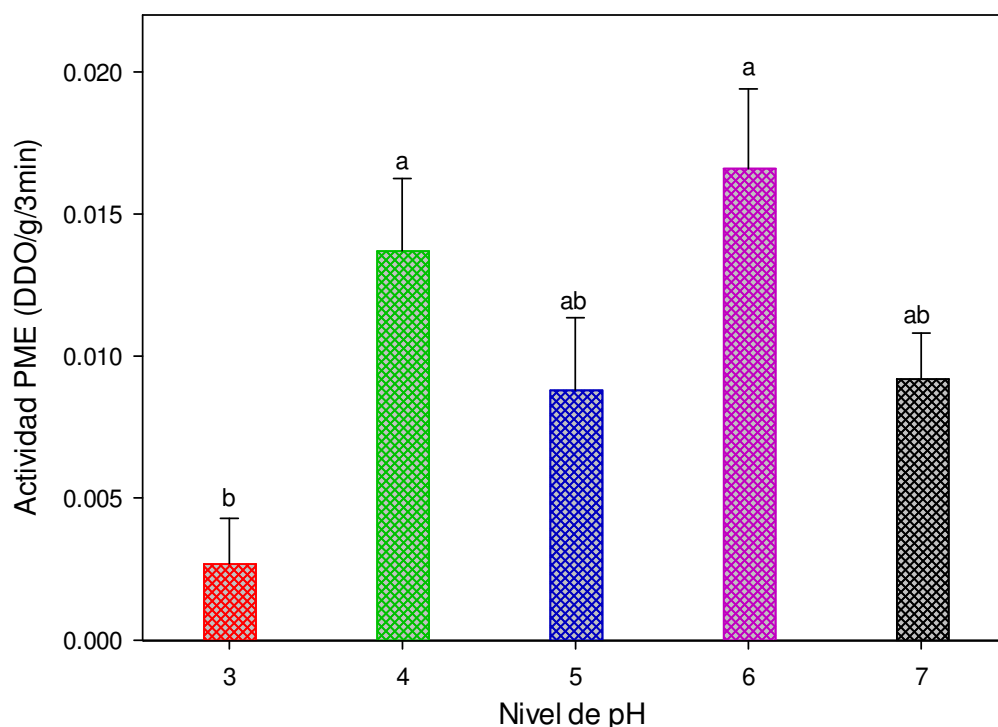


Figura 5. Actividad de pectin metilesterasa en pétalos al quinto día de postcosecha de *Gladiolus glandiflorus* con diferentes niveles de pH en la solución hidratante. Barras indican error típico al 0.05%. Datos son la media de nueve muestras.

5.2 Experimento 2. Efecto del empleo de extractos de hoja de vid silvestre como solución hidratante, en la vida postcosecha de *Gladiolus glandiflorus*.

5.2.1 Cinética del peso relacionado con la absorción de agua

La utilización de 0.5 g l^{-1} de hoja de vid silvestre, fue la dosis que permitió mayor absorción de agua en los tallos de gladiolo, observe como en los días dos y cuatro después de cosecha la ganancia de peso se ve aumentada en los tallos que se sometieron a la dosis anterior (figura 6(a)), mostrando diferencias estadísticas entre tratamientos (anexo 7 y 8). Este ascenso en la ganancia de peso en los días dos y cuatro ddc, se ve muy relacionada con la constancia en la absorción de agua en los días dos y cuatro ddc que muestra la figura 6(b).

Al igual que el experimento anterior, este demuestra la estrecha relación que existe entre la ganancia de peso y la absorción de agua de los tallos de gladiolo, observe como ambas figuras muestran que al día seis comenzó el descenso de la ganancia de peso debido a una reducción en la absorción de agua de los tallos, misma que podría darse por taponamiento de los haces vasculares, provocado por los residuos del extracto y siendo mayor cuando la dosis es más alta, como resultó, al aplicar 5.0 g l^{-1} de extracto de vid (figura 6(b)).

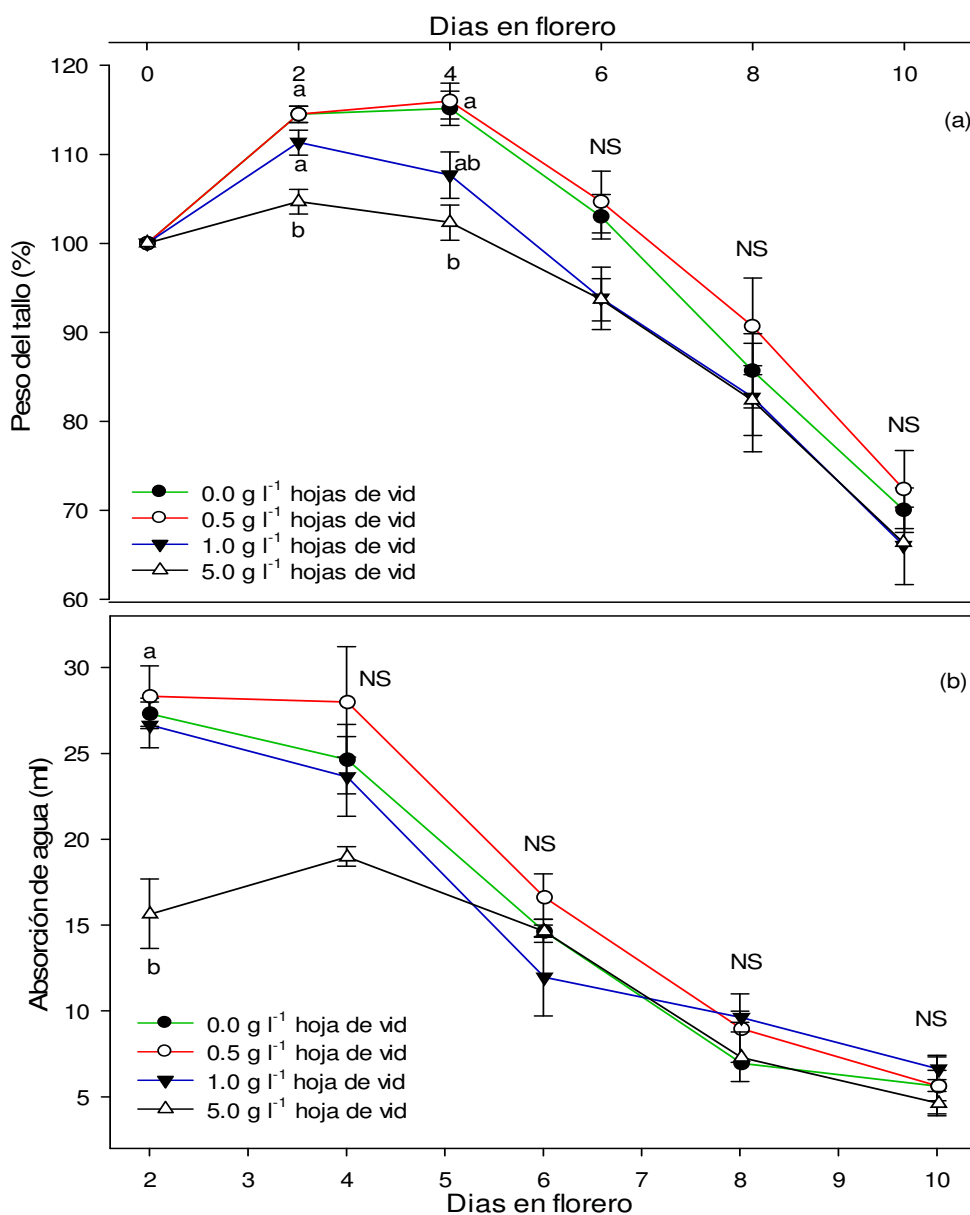


Figura 6. Cinética de peso durante la vida postcosecha de *Gladiolus glandiflorus* con diferentes dosis de vid silvestre en la solución hidratante (a); tasa de absorción de agua durante la vida postcosecha de *Gladiolus glandiflorus* con diferentes dosis de vid silvestre en la solución hidratante (b). Barras indican el error típico al 0.05%. Datos para peso es la media de nueve tallos, mientras que para absorción de agua es la media de tres floreros con tres tallos cada uno.

Al someter los tallos a dosis de 0.5 g l⁻¹ de hoja de vid silvestre, presentaron mejor resultado en la ganancia de peso y absorción de agua. Estos resultados son muy similares a los obtenidos por Mejía (2012), quien demostró que la aplicación de 5.0 g l⁻¹ de hoja de vid silvestre en *Lilium*, mantuvo la ganancia de peso hasta el día cuatro después de cosecha. Sin embargo, estos resultados difieren de los obtenidos por Liao *et al.*, citado por Cruz *et al.* (2007) quienes obtuvieron mayor ganancia de peso a partir del día 14 después de cosecha en rosa. Sin embargo deben considerarse las diferencias anatómicas, morfológicas y fisiológicas de los dos tipos de tallos, mientras en gladiolo el tallo es más succulento que el tallo tipo leñoso de la rosa, también debe admitirse distintas tasas de absorción de agua y pérdidas de humedad en las flores.

5.2.2 Color de pétalos

5.2.2.1 Ángulo Hue o matiz

En lo referente a la coloración de los pétalos de gladiolo, no se encontraron diferencias estadísticas significativas para ninguno de los días muestreados en postcosecha (anexo 9). Siendo estos resultados muy similares a los obtenidos en el experimento uno. Sin embargo, como se muestra en la figura 7, el testigo tiene una tendencia de aproximación al rojo y los demás tratamientos pierden color tornándose al rosado.

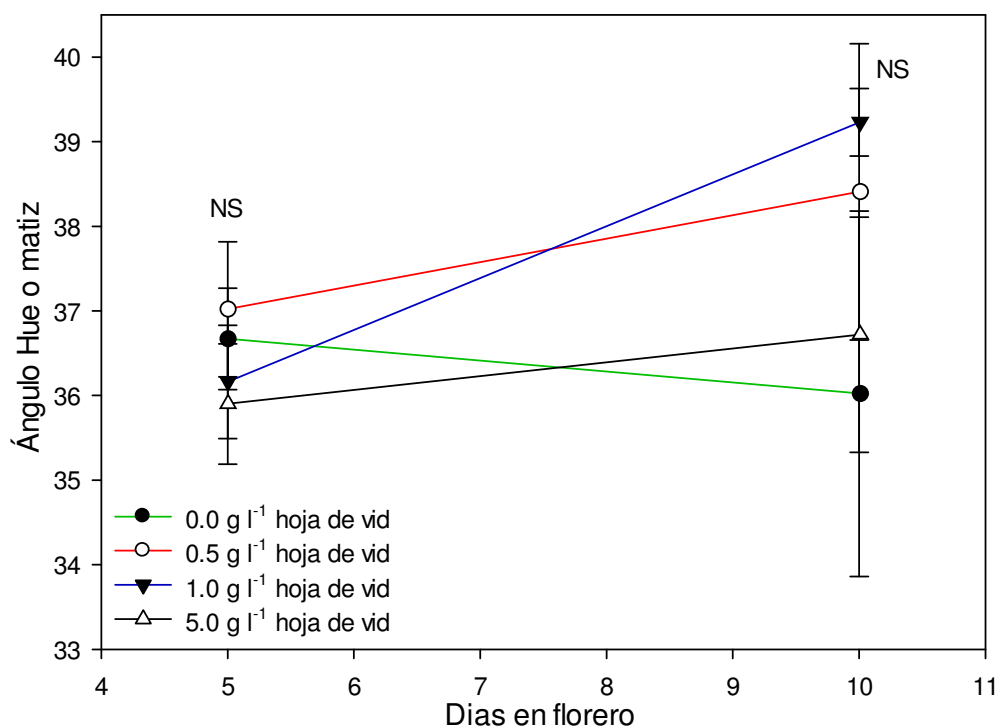


Figura 7. Variación del tono básico del color de pétalos durante la vida postcosecha de *Gladiolus glandiflorus* con diferentes dosis de vid silvestre en la solución hidratante. Barras indican el error típico al 0.05%. Datos son la media de 9 muestras.

5.2.2.2 Croma

En la saturación de color en los pétalos de gladiolo se observa una disminución del valor (figura 8), no obstante en el día diez ddc, los tallos en los que se utilizó una solución hidratante con 0.5 g l⁻¹ resultó un mayor valor del grado de saturación del color, mostrándose diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos (anexo 10).

Estos resultados son muy similares a los obtenidos por Mejía (2012), quien encontró que la combinación de 1-MCP con 5.0 g l⁻¹ de hoja de vid en *Lilium* 'Concador', mantuvo un mayor grado de saturación de color de los tépalos al día siete después de cosecha.

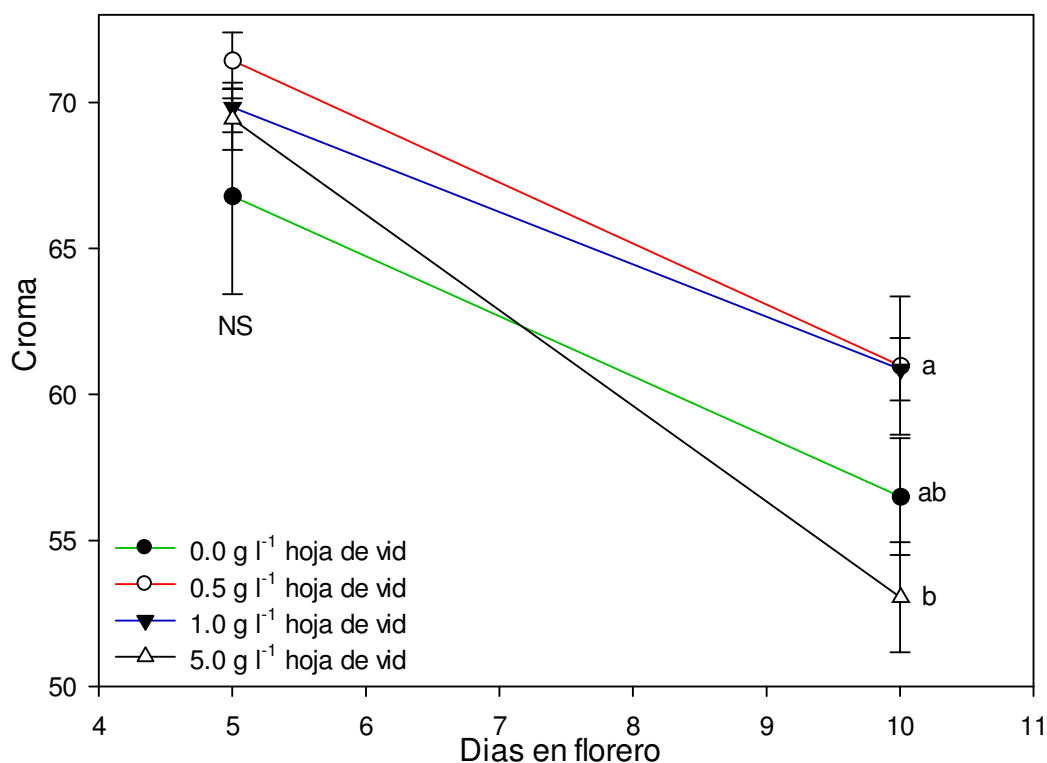


Figura 8. Saturación de color de pétalos durante la vida de florero de *Gladiolus glandiflorus* con diferentes dosis de vid silvestre en la solución hidratante. Barras indican el error típico al 0.05%. Datos son la media de nueve muestras.

A pesar de que al día diez después de cosecha existe diferencia significativa, la disminución de la saturación del color se ve en todos los tratamientos, aunque como es muy notable, la disminución es mucho mayor en la flores de los tallos que fueron tratados con 5.0 g l⁻¹ de hoja de vid silvestre, comportándose este tratamiento, con efectos negativos en la mayoría de las variables anteriormente discutidas.

5.2.2.3 Luminosidad

En cuanto a la luminosidad se refiere, existió un mayor valor al día diez después de cosecha, siendo los tallos tratados con 5.0 g l⁻¹ los que mejor luminosidad presentaron (figura 9), mostrando diferencia estadística entre tratamientos (anexo 11). Estos resultados son diferentes a los encontrados para esta variable en el experimentos uno, lo que indica

que la utilización del extracto de hoja de vid silvestre resulta benéfico en combinación con una sustancia que acidifique la solución hidratante.

Contrario a lo que ocurrió con la saturación del color, la dosis de 5.0 g l⁻¹ mejoró la luminosidad de la flor de gladiolo. De manera muy similar en *Lilium*, Mejía (2012) notó que esta misma dosis incrementó el valor de L* indicando un menor oscurecimiento de la flor y en consecuencia una mejor vistosidad se presentó.

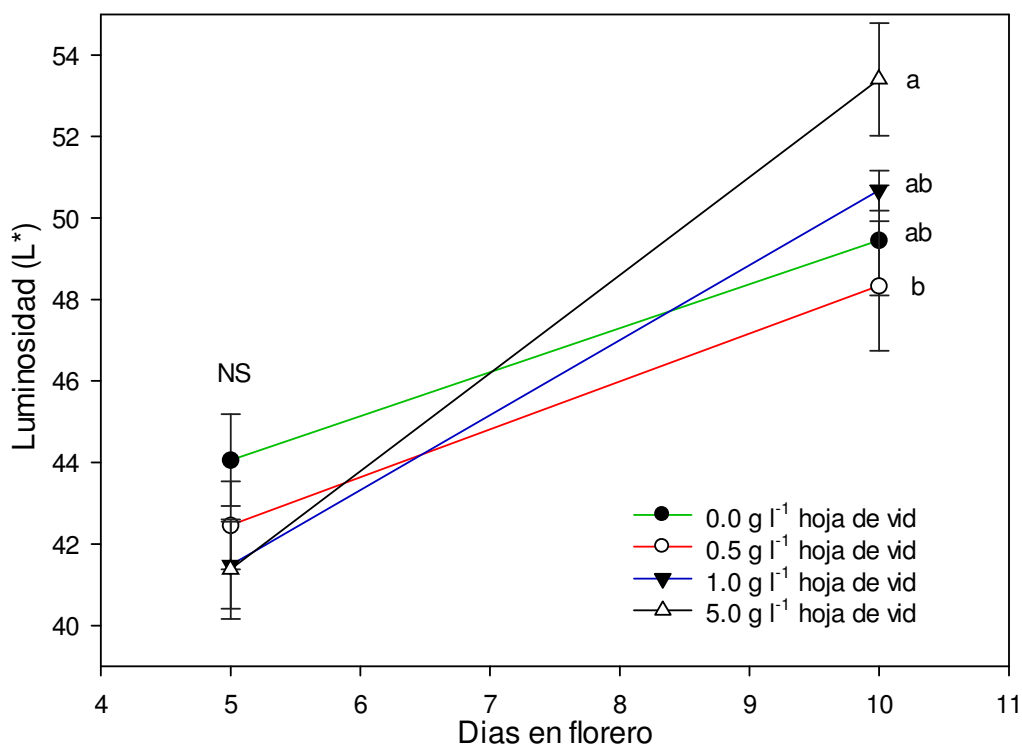


Figura 9. Luminosidad u oscuridad de pétalos en la vida postcosecha de *Gladiolus glandiflorus* con diferentes dosis de vid silvestre en la solución hidratante. Barras indican error típico al 0.05%. Datos son la media de nueve muestras.

En el experimento uno se mencionaba que los diferentes niveles de pH no alteraban las macromoléculas lipídicas del exterior y que en consecuencia no habría efecto en la luminosidad, sin embargo, en este experimento, la utilización de la dosis alta del extracto vegetal, si mostró influencia de manera positiva en la luminosidad, permitiendo quizás una conservación de las macromoléculas del exterior de la flor.

5.2.3 Pectin metilesterasa

La actividad de la enzima degradadora de las pectinas, no mostró diferencias estadísticas significativas (anexo 12). Sin embargo, como se observa en la figura 10, numéricamente el tratamiento testigo presenta la menor actividad de la enzima. Estos resultados difieren de los obtenidos por Mejía (2012) quien reportó menor actividad enzimática en tépalos de *Lilium* tratados con extractos de hoja de vid silvestre.

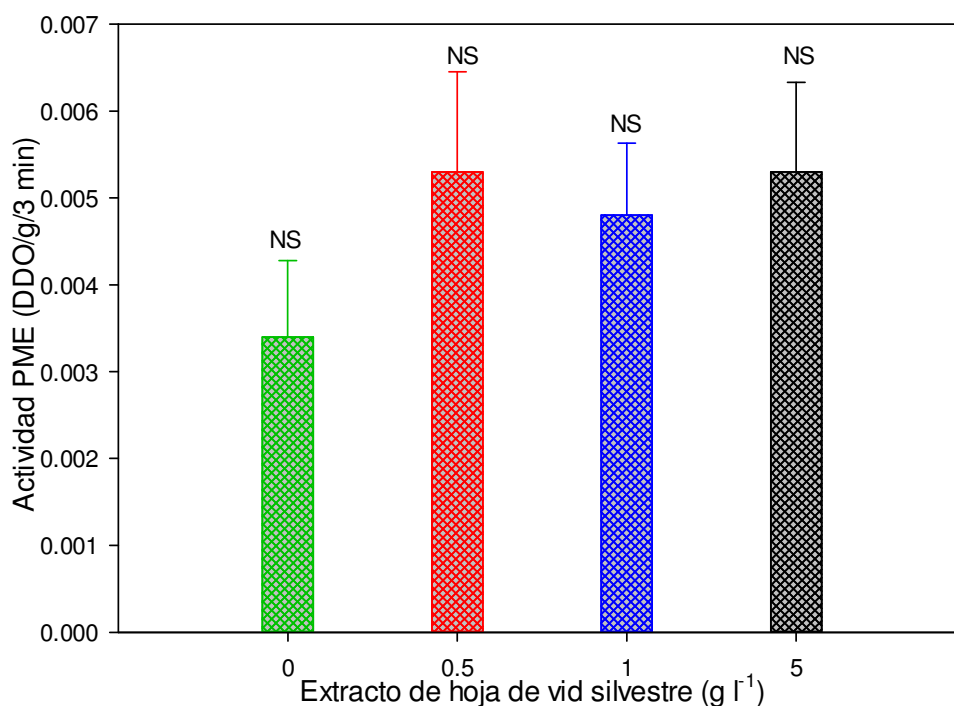


Figura 10. Actividad de pectin metilesterasa en pétalos al quinto día de postcosecha de *Gladiolus glandiflorus* con diferentes dosis de vid silvestre en la solución hidratante. Barras indican error típico al 0.05%. Datos son la media de nueve muestras.

5.3 Experimento 3. Aplicación de silicio en precosecha y extracto de vid silvestre en postcosecha de *Lilium* spp.

5.3.1 Vida precosecha

5.3.1.1 Patrón de crecimiento

El comportamiento del crecimiento de las plantas de *Lilium*, presentó una tendencia de aumento, muy similar a lo largo del experimento, indistintamente del tiempo de aplicación de los tratamientos con silicio. No obstante, en el día 62 después de siembra (dds), aquellas plantas que no se trataron con el silicio, presentaron un mayor crecimiento en comparación con aquellos tallos tratados mensualmente con silicio (figura 11), esto, tanto para el factor silicio al sustrato como el de silicio aplicado al follaje. Se consideró a ambos factores como individuales, mostrando diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (anexo 13).

Como se muestra en la figura 11, los valores de altura más altos fueron aquellos obtenidos de las plantas que no se les aplicó silicio, obteniéndose alturas de 61.8 y 60.8 tanto para silicio al sustrato y al follaje respectivamente. Por otro lado, aunque estadísticamente no existieron diferencias entre ellas, las plantas que tuvieron aplicaciones quincenales mostraron una mayor altura en comparación a aquellas plantas que se trataban cada 30 días. Por otro lado, la figura 11(b) muestra que el silicio aplicado foliarmente induce una mayor altura de planta en comparación a la aplicación al sustrato.

Ali *et al.* (2012) demostraron que la aplicación de silicio a cebada permitió una mayor altura en comparación a aquellas plantas que no se trataron con silicio. Para el caso de este experimento, pareciera que la dosis de aplicación del silicio debe incrementarse o, en todo caso parece ser que cuanto más frecuente es la aplicación, mayor eficiencia hay en la absorción del silicio y por lo tanto se obtienen mayores valores de altura en comparación a aquellas plantas que se fertilizan con menor frecuencia.

Además estos datos muestran que la alta o rápida utilización de silicio en estas plantas, que es absorbida rápidamente por las hojas y traslocado vía floema al resto de los órganos, incrementa longitudinalmente la altura de las plantas lo que denota una rápida incorporación del silicio como componente estructural de las membranas y paredes celulares.

Por otro lado, el silicio aplicado al sustrato, no es la mejor condición para estimar el crecimiento de estas plantas, posiblemente movimiento vía xilema no haya sido tan eficiente como por vía floema.

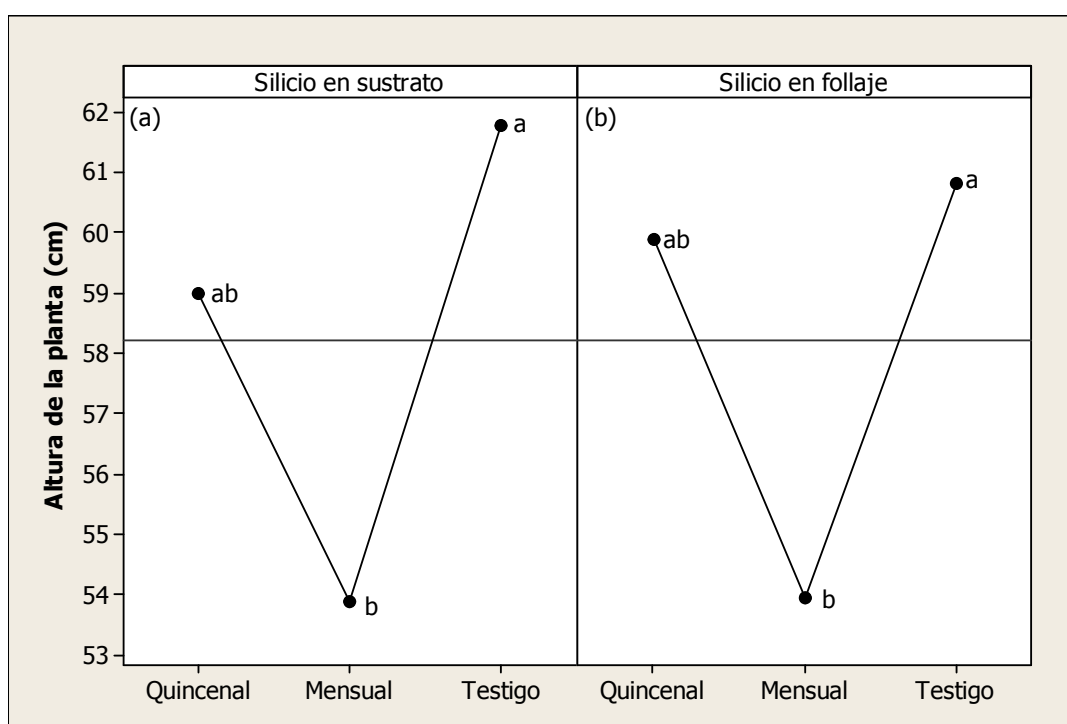


Figura 11. Efectos principales en la aplicación de silicio al sustrato y al follaje, en el día 62 después de siembra en *Lilium* spp. Datos son la media de tres tallos.

5.3.1.2 Clorofila

En cuanto al contenido de clorofila en las hojas de *Lilium*, su comportamiento a lo largo del experimento mostró una tendencia similar a lo largo de la vida precosecha, no presentando diferencias estadísticas significativas (anexo 14). Sin embargo, como se da a conocer en la

figura 12, aquellas plantas que se trataron con silicio aplicado al follaje a una frecuencia de 30 días, ostentaron el mayor contenido de clorofila en las hojas, al día 64 después de la siembra; las hojas de estas plantas presentaron al menos 10 unidades SPAD más que las plantas control. No obstante, las plantas tratadas con silicio aplicado al sustrato cada 15 días, más aplicaciones de silicio al follaje cada 30 días, presentaron un incremento en el contenido de clorofila desde el día 36 aproximadamente, manteniéndose en valores de 58 SPAD hasta 64 dds.

Normalmente, una mayor concentración de clorofila se debe a una mayor concentración de nitrógeno foliar, requisito indispensable para presentar una mayor tasa fotosintética, por lo que el silicio tendría una poca influencia en el índice de verdor de las hojas de *Lilium*.

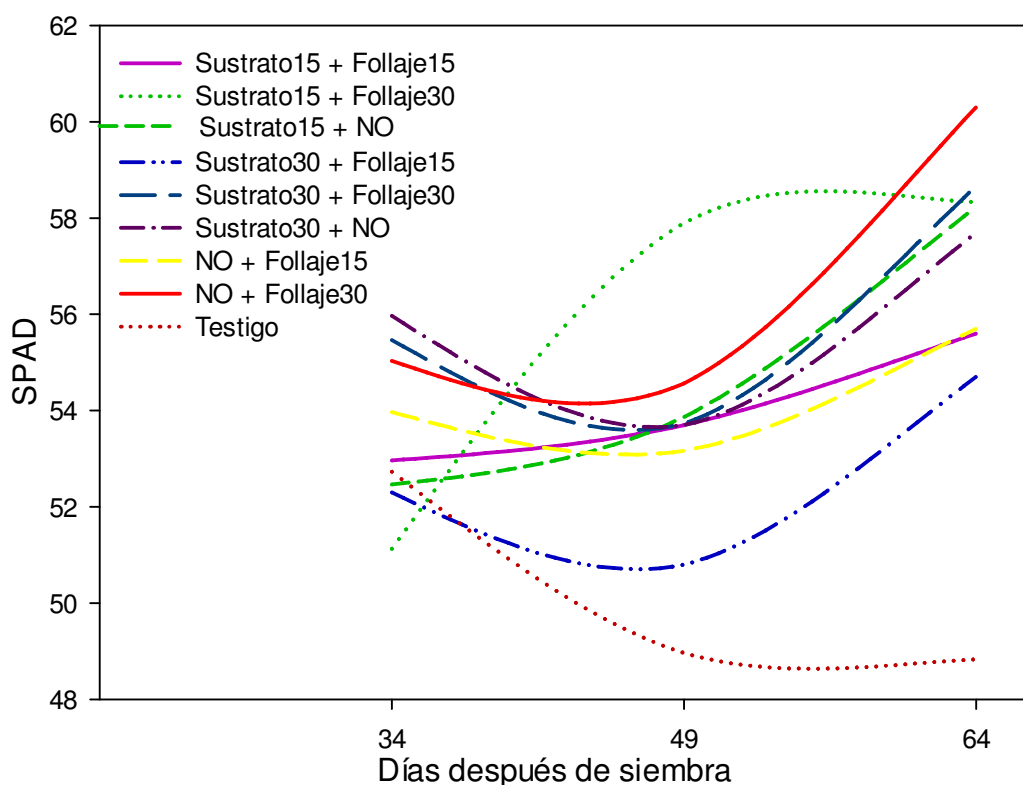


Figura 12. Efectos principales en la aplicación de silicio al sustrato y al follaje durante la vida precosecha de *Lilium* spp. Datos son la media de tres tallos.

5.3.1.3 Numero de capullos florales

El número de capullos florales por planta de *Lilium* no fue afectado significativamente al día 57 después de siembra (anexo 15), indistintamente de los tratamientos utilizados. Sin embargo, como se muestra en la figura 13, el tratamientos dos, que consistió en aplicar el silicio al sustrato cada 15 días, mas silicio al follaje cada 30 días y el tratamiento siete que se aplicó silicio al follaje cada 15 días, presentaron un mayor número de capullos florales por planta, manteniendo promedios de seis capullos, un tanto mayores a los tratamientos cuatro y cinco quienes presentaron medias de tres capullos por planta.

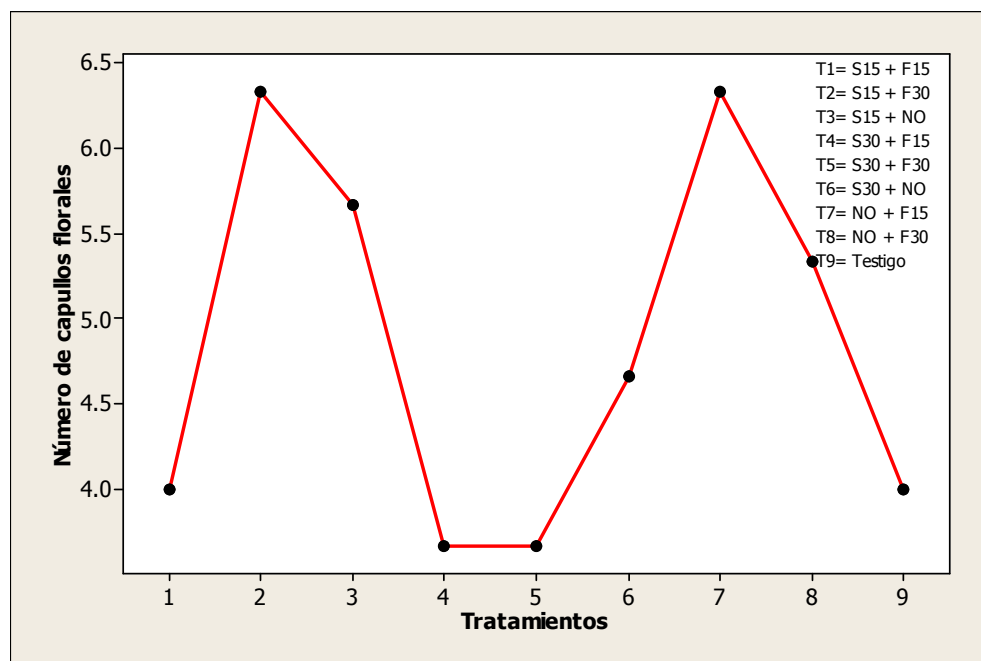


Figura 13. Grafica de efectos principales para el numero de capullos al día 57 en precosecha de *Lilium* spp. Datos son la media de tres tallos.

El silicio al actuar con la celulosa de las paredes celulares de las plantas (Emadian *et. al*, citados por Snayder *et al.* 2007), tienden a dar mayor rigidez, con esto se esperaría que las pérdidas o desprendimiento de los capullos florales, se reduzca. Eso quizás hubiese ocurrido en aquellas plantas que se trataron con una mayor frecuencia en la aplicación de silicio, como es el caso del tratamiento uno, sin embargo, este presentó un número menor en relación al tratamiento siete. Esta diferencia entre número de capullos florales, puede

estar relacionada con las altas temperaturas que se registraban en el invernadero durante el día, cuyos valores oscilaban algunas veces, entre 39 y 41 °C, considerando que Toluca se encuentra a 2,640.5 msnm y las temperaturas estarían directamente influenciadas por la alta irradiación solar.

5.3.2 Vida postcosecha

5.3.2.1 Cinética del peso

En la cinética de peso de los tallos de *Lilium* en postcosecha, se observó un comportamiento benéfico en la ganancia de peso inducido por el factor tiempo de pulso del extracto de hoja de vid silvestre. Encontrándose los mayores porcentajes de peso de los tallos, al día cuatro después de cosecha y cuando no se aplicó el extracto de vid silvestre, mostrando diferencias estadísticas significativas entre los niveles del factor en los días cuatro, seis y ocho ddc (anexo 16).

La figura 14 muestra como a lo largo de la vida en florero de *Lilium*, los tallos que se trataron con el extracto de hoja de vid silvestre, siempre presentaron un porcentaje inferior a los valores que ostentaron los tallos que no se trataron con el extracto, tal es el caso de los resultados obtenidos al día ocho ddc cuando no se aplicó vid, que se llegó a un 85% del peso de los tallos, valor significativamente superior al observado en los tallos tratados, quienes culminaron su vida en florero con porcentajes de 74%.

Estas diferencias en la ganancia de peso de los tallos pudieron haberse dado por la obstrucción que provoca el extracto de hoja de vid silvestre, impidiendo una adecuada absorción de agua y por lo tanto se ve disminuida la ganancia de peso de los tallos.

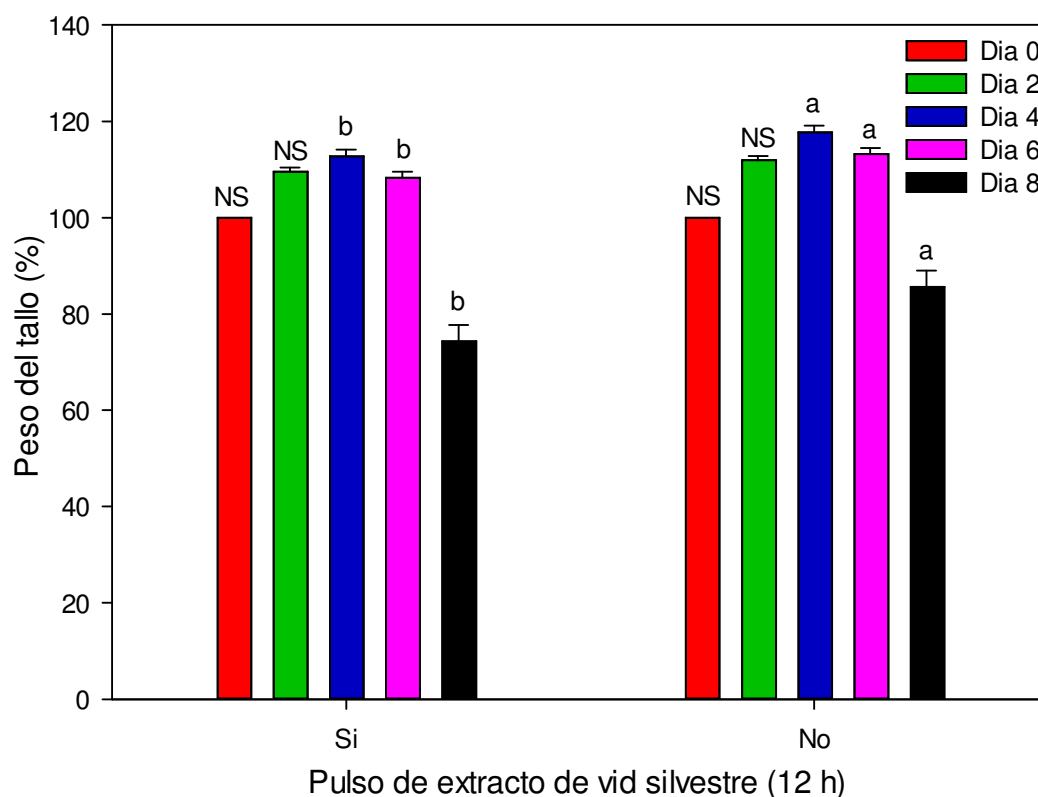


Figura 14. Efecto de la presencia o ausencia de un tiempo pulso de extracto de hoja de vid silvestre (12 h) en postcosecha de *Lilium* spp. Datos son la media de tres tallos. Barras indican el error típico al 0.05%.

5.3.2.2 Materia seca

Cuando el silicio fue aplicado al sustrato de las plantas de *Lilium*, resultó que las plantas acumularon un mayor porcentaje de materia seca para las aplicaciones quincenales con valores de 9.07%, mayor que los obtenidos por el testigo quien ostento valores de hasta 8.9% (figura 15), presentándose diferencias estadísticas significativas (anexo 17). Por otro lado, como se muestra en la figura 15, cuando el silicio se aplicó al sustrato mensualmente, se obtuvo un menor valor en el porcentaje de materia seca, lo que podría estar relacionado con una deficiente absorción de este elemento por parte de la planta, cuando es aplicado al sustrato.

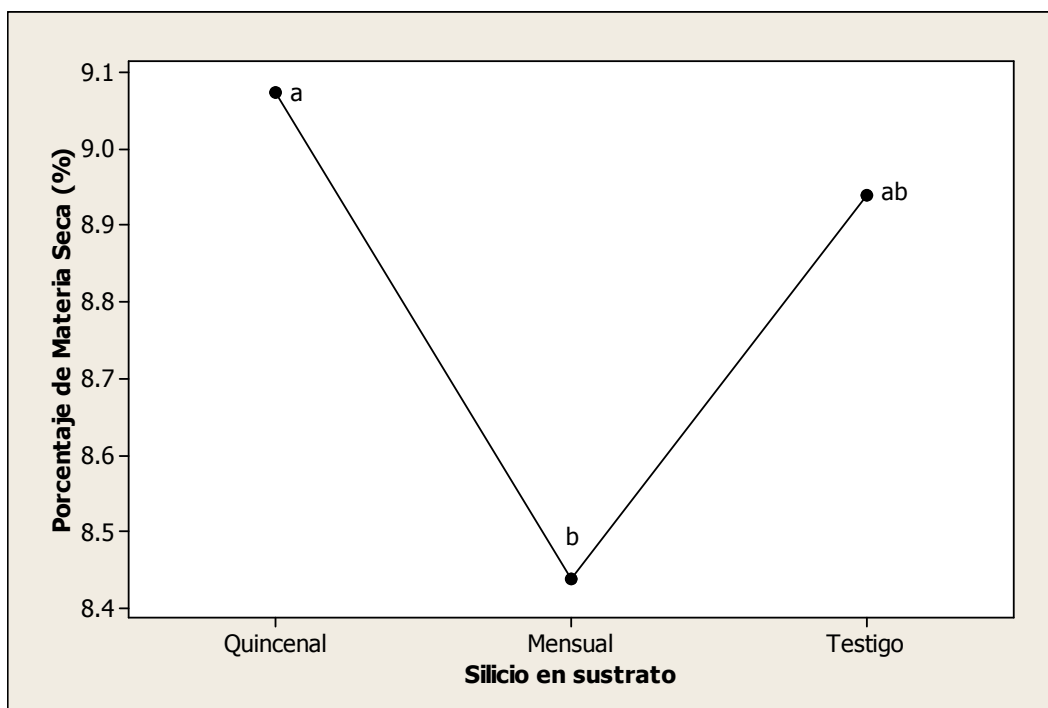


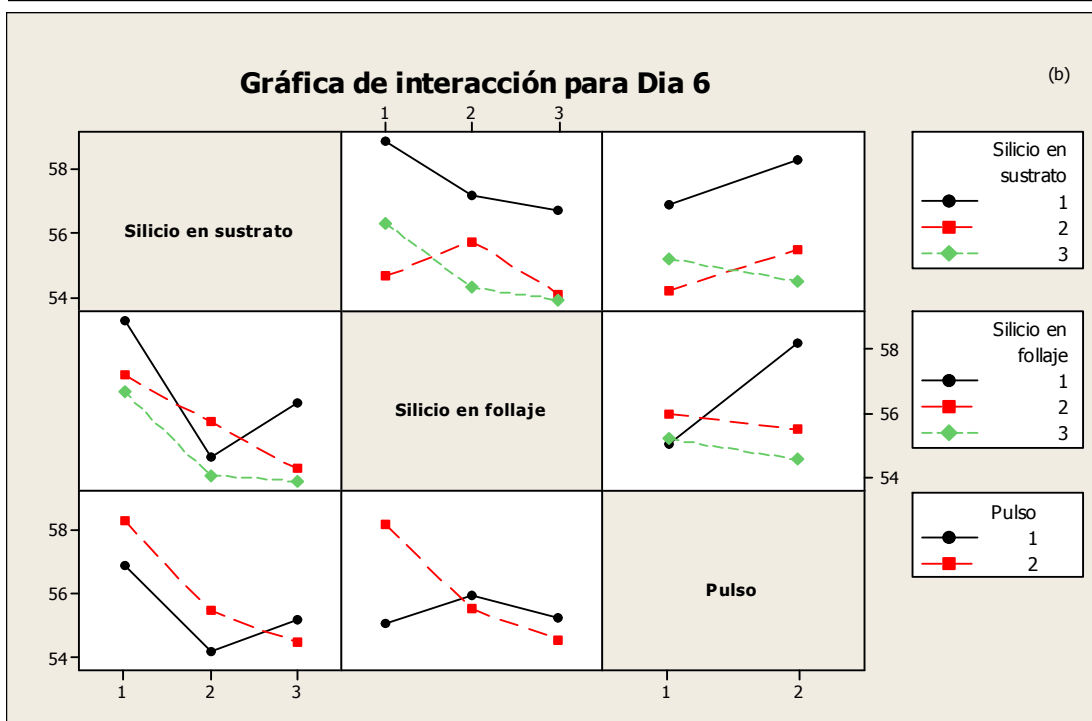
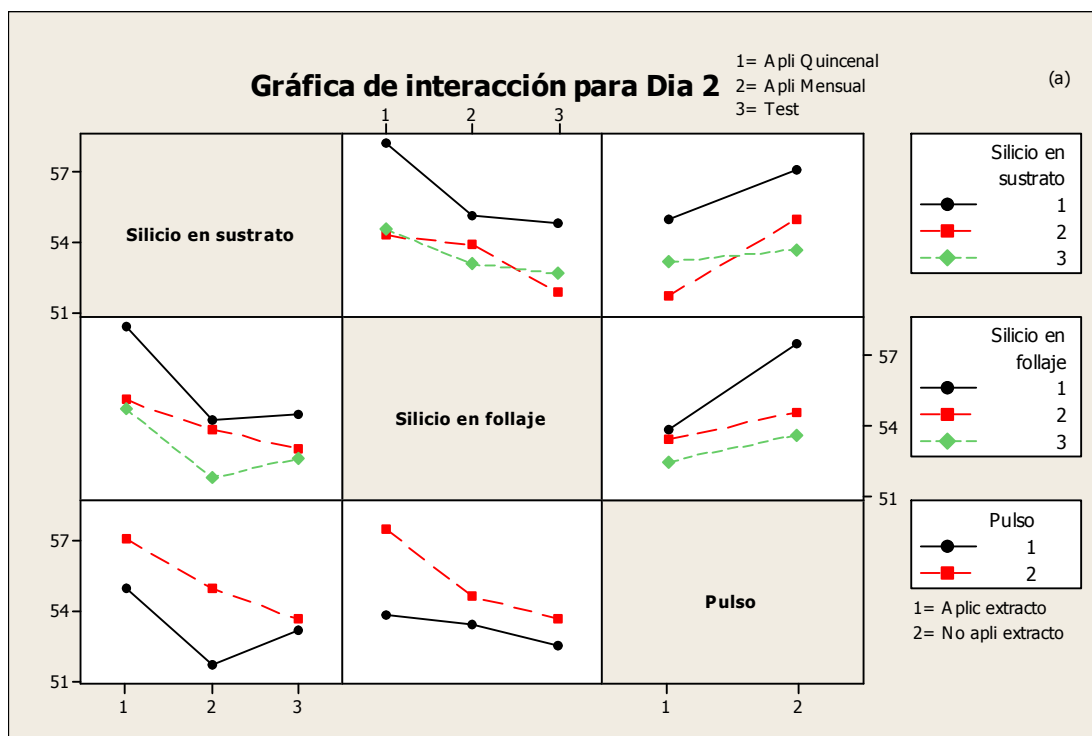
Figura 15. Porcentaje de materia seca en postcosecha de *Lilium* spp con la aplicación de silicio al sustrato. Datos son la media de tres tallos.

Según muestra la figura 15, al tener una mayor frecuencia en la aplicación del silicio en las plantas de *Lilium*, el contenido de materia seca obtenido en postcosecha, tiende a aumentar. Este efecto puede deberse a una mayor resistencia otorgada por el silicio y en efecto la pérdida de algunos solutos y minerales de la planta puede ser disminuido.

5.3.2.3 Clorofila

Cuando se dio la interacción en los diferentes factores del experimento (silicio al sustrato, silicio al follaje y tiempo pulso del extracto), se encontraron mayores contenidos de clorofila en postcosecha de *Lilium*. La grafica 16(a) da a conocer como la interacción del silicio aplicado al sustrato y al follaje con intervalos de 15 días, al día dos ddc, da como resultado, valores de hasta 58 SPAD los que muestran diferencias estadísticamente significativas (anexo 18) en comparación con valores de 51 SPAD obtenidos en la

interacción del silicio aplicado al sustrato y al follaje cuando no se aplicó silicio al sustrato ni al follaje.



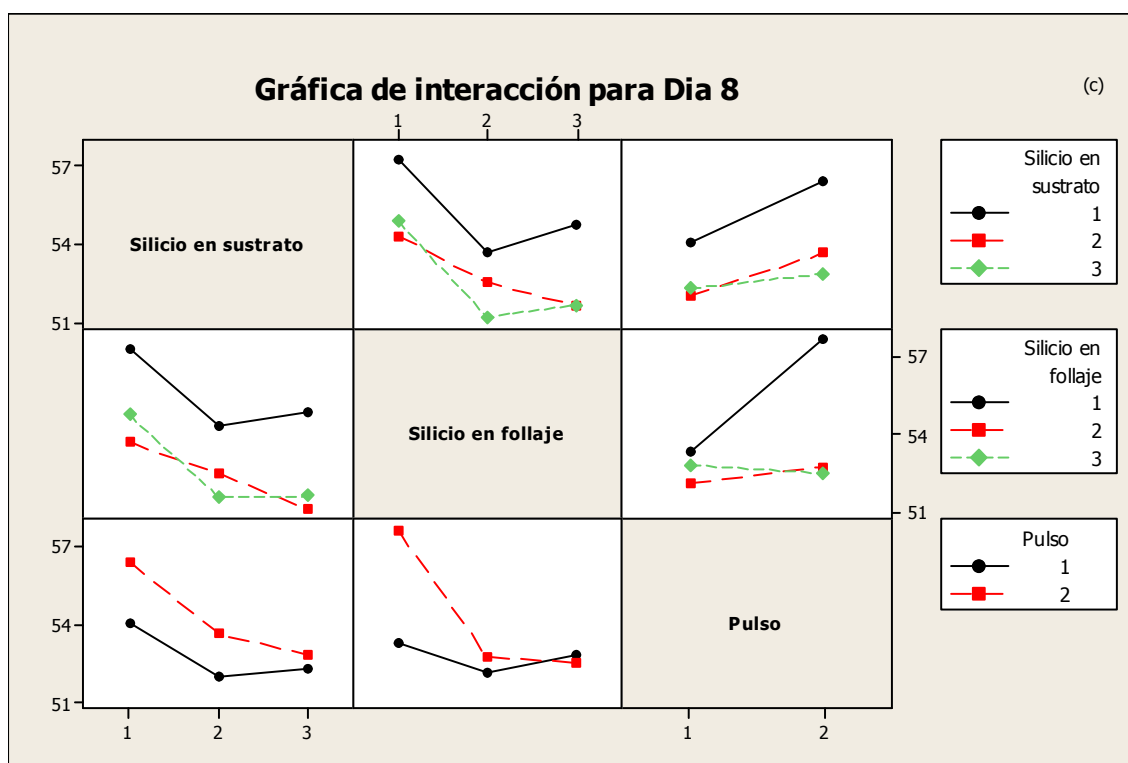


Figura 16. Contenido de clorofila en la vida postcosecha de *Lilium* spp. con la interacción del silicio aplicado al sustrato, al follaje y tiempo pulso del extracto de vid silvestre. Datos son la media de tres tallos.

En la figura 16(b) se observa una tendencia de aumento del contenido clorofila, para el día seis después de cosecha de *Lilium*, donde la interacción de los factores silicio aplicado al follaje y al sustrato mantiene una media de 59 SPAD, sin embargo estos valores son menores cuando se combina aplicaciones quincenales de silicio al sustrato versus el tiempo pulso del extracto de vid, pero cuando no se aplica el extracto, hay un incremento del valor en el contenido de clorofila.

Al día ocho ddc los valores del contenido de clorofila tienden a ser muy similar a los visto en el día dos ddc (figura 16(c)). Con cualquiera de las formas de aplicación del silicio (al sustrato y al follaje), siempre se observan mayores valores de clorofila en aquellos tallos que no se trataron con el extracto de hoja de vid silvestre. Esto podría darse por cierta

obstrucción de los haces vasculares que provoca el extracto y en consecuencia la absorción de agua se reduce lo que provoca una pérdida del contenido de clorofila de las hojas.

5.3.2.4 Días a abscisión de los tépalos

En cuanto a los días de abscisión de los tépalos en postcosecha de *Lilium*, la aplicación de silicio no presentó un efecto positivo en cuanto a los días en que los primeros tépalos de las flores comenzaron a desprenderse. La figura 17 muestra cómo, la no aplicación de silicio al sustrato, promovió un días más de los tépalos en la flor sin que fuese desprendido, en relación a aquellas plantas que en postcosecha se le aplico silicio, lo que muestra diferencias estadísticas significativas (anexo 19).

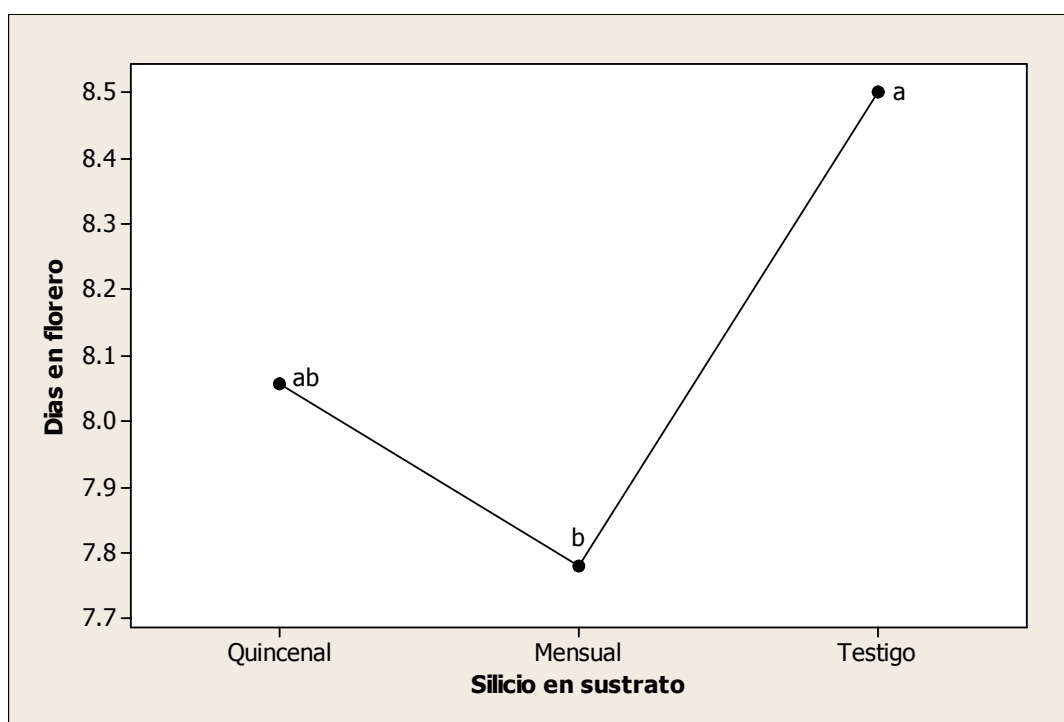


Figura 17. Días a abscisión de los tépalos de *Lilium* spp. durante la vida postcosecha, con la aplicación de silicio en el sustrato. Datos son la media de tres tallos.

5.3.2.5 Colores

A. Angulo Hue o matiz

En el tono básico del color medido como ángulo Hue o matiz se observó un aumento en el valor del color partiendo del amarillo. Cuando se aplicó silicio al sustrato con intervalos de 30 días el valor del color aumentó pasando del color amarillo tornándose levemente al verde (figura 18), sin embargo, estas variaciones de color son casi imperceptibles visualmente.

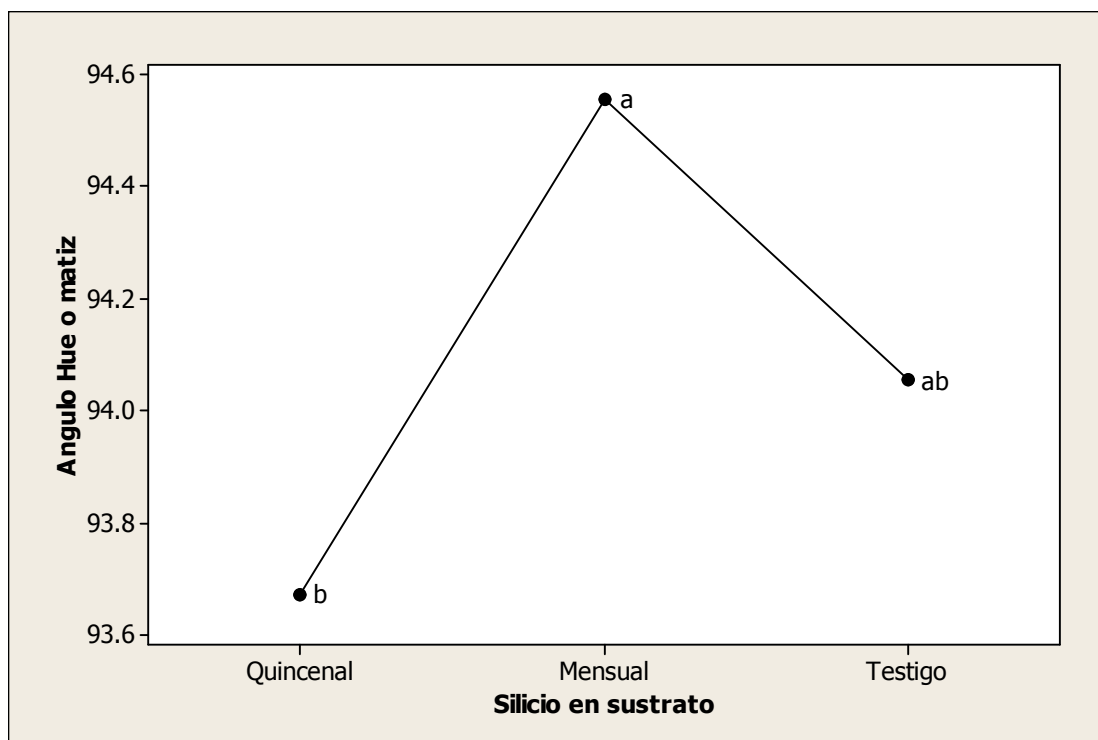


Figura 18. Variación del tono básico del color de tépalos al quinto día después de cosecha en *Lilium* spp. con la aplicación de silicio al sustrato. Datos son la media de 9 muestras.

La aplicación de silicio al sustrato cada quince días dio como resultado un valor menor del color (93) en comparación a las aplicaciones de silicio mensual, esto indica que el color amarillo resultó ser menos pálido que cuando se aplicó el silicio mensualmente e incluso

cuando no se aplicó el silicio, mostrándose diferencias estadísticas significativas en los tratamientos (anexo 21).

B. Croma

Para el caso de la saturación del color cuando se utilizó un tiempo pulso de extracto de hoja de vid silvestre de 12 horas, se presentó un menor valor (59) en comparación con el valor obtenido en las flores cuando no se aplicó el extracto de vid silvestre (figura 19).

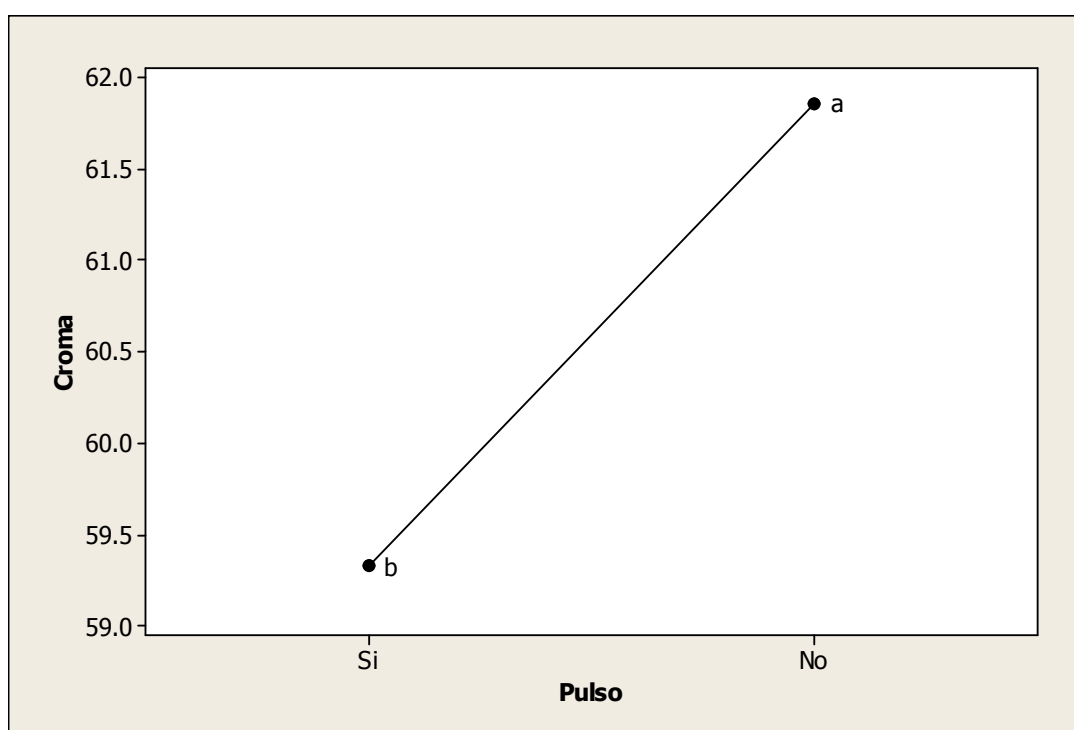


Figura 19. Saturación de color de tépalos al quinto día de florero de *Lilium* spp. con y sin utilización de un tiempo pulso de 12 h de extracto de vid silvestre. Datos son la media de nueve muestras.

Puede ser que el efecto que tiene el extracto de hoja de vid silvestre de impedir hasta cierto modo el paso del agua a través de los vasos del xilema, provoque que los tallos de *Lilium* entren en un déficit de agua lo que genere una menor saturación del color de los tépalos

C. Luminosidad

En la luminosidad de los tépalos de *Lilium* no se encontraron diferencias estadísticas significativas. Sin embargo, como se muestra en la tabla 5, cuando el silicio es aplicado en el follaje de la planta se presenta una media de 77.7 para el tratamiento testigo, siendo este el valor más bajo aunque no represente diferencias estadísticas en comparación con los demás tratamientos (anexo 22).

Tabla 5. Medias de luminosidad para los diferentes niveles de los que contienen cada factor del experimento.

Luminosidad							
Factor	Silicio en sustrato		Silicio en follaje		Pulso de vid silvestre		
Nivel	Media	n	Media	n	Nivel	Media	n
Aplicación quincenal	78.1	18	78.09	18	Si	78.0	27
Aplicación mensual	78.08	18	78.5	18	No	78.2	27
Testigo	78.1	18	77.7	18			

Se esperaba que el silicio al formar capas más resistentes en la cutícula de los vegetales, pudiera proporcionar un mejor brillo de los tépalos de *Lilium*, sin embargo para este experimento eso no ocurrió lo que podría estar relacionado con una dosis muy baja por aplicación.

5.3.2.6 Pectin metilesterasa

Cuando el silicio se aplicó al sustrato, se presentó una mayor actividad enzimática en los tallos de aquellas plantas que se trataron con frecuencias mensuales (figura 20), sorpresivamente los tallos de las plantas tratadas quincenalmente en el sustrato, ostentaron la menor actividad de la enzima que degrada las pectinas, mostrándose así diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (anexo 23). Pareciera que la aplicación del silicio al sustrato tiene una influencia positiva en la vida postcosecha de *Lilium* permitiendo

que la actividad de la enzima se reduzca, lo que podría deberse a una mayor resistencia de las paredes celulares, proporcionada por el silicio.

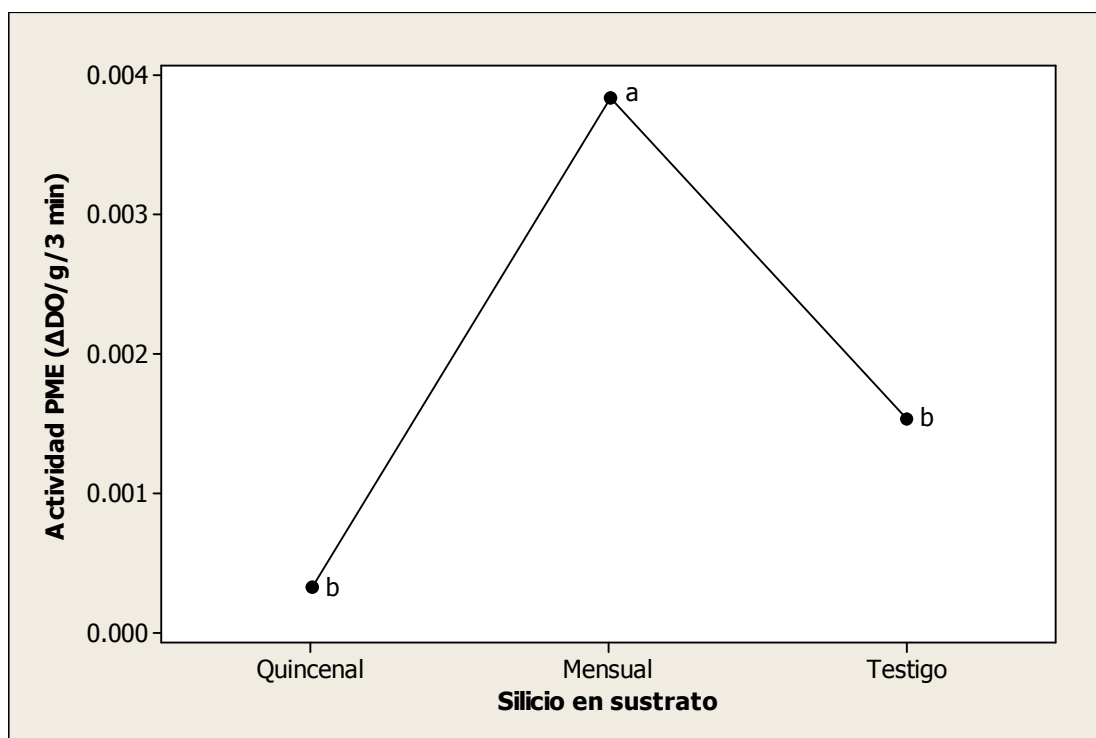


Figura 20. Actividad de pectin metilesterasa en tépalos al quinto día de postcosecha de *Lilium* spp. con aplicación de silicio en precosecha. Datos son la media de nueve muestras.

5.3.2.7 Etileno

La presencia de etileno en las flores de *Lilium* fue nula al día quinto después de cosecha. Podría ser que la presencia de este gas se de en los últimos días después de cosecha de los tallos de *Lilium*, lo que podría estar relacionado con la abscisión de los tépalos de la flor. Sin embargo, Tanase *et al.* (2008), demostraron que la producción de etileno en flores de *Delphinium* 'B-10', al quinto día de postcosecha, es muy bajo en comparación al día tres ddc, mostrándose al final de la vida de esta flor, un descenso en la curva de producción de etileno.

VI CONCLUSIONES

En gladiolos los pH ácidos en la solución hidratante permitieron una mayor absorción de agua y ganancia de peso, solo hasta el día cuatro después de cosecha. Sin embargo, el empleo de soluciones hidratantes con diferentes pH (3.0, 4.0, 5.0, 6.0 y 7.0) en gladiolo, no tiene ningún efecto en la coloración de los pétalos, pero si en la actividad enzimática, siendo la solución hidratante con pH 3.0 la que menor actividad enzimática presentó.

El silicio y el extracto de vid silvestre no prolongaron la vida en florero tanto de *Lilium* como de gladiolo.

Los efectos del silicio y extractos de vid silvestre provocaron diversas respuestas de aumento, pero no prolongaron la vida en florero de *Lilium* y gladiolo.

VII RECOMENDACIONES

Es importante utilizar un método que permita la extracción del resveratrol contenido en las hojas de vid silvestre, con el afán de hacer posibles aplicaciones del compuesto puro, y así aprovechar de la mejor manera el potencial de la vid silvestre.

Es indispensable investigar la curva de producción de etileno tanto en gladiolo como en *Lilium*, para conocer el pico de producción y así realizar aplicaciones de posibles productos que inhiban la actividad del etileno y permitir una mayor vida en florero de sendas especies.

Debido al efecto preservante de flores que se ha encontrado en la citoquininas, se recomienda hacer uso de esta hormona en las especies utilizadas en este experimento.

VIII BIBLIOGRAFÍA

Ali, S; Ahsan, M; Yasmeen, T; Hussain, S; Saleem, M; Abbas, F; Aslam, S; Zhang, G. 2012. The influence of silicon on barley growth, photosynthesis and ultra-structure under chromium stress. Elsevier. 89 (2013) 66-72.

Barrantes, B; Bertsch, F. 2012. Curvas de absorción de nutrimentos para tres variedades de lirios (*Lilium* spp.) y afinamiento del programa de fertilización en una finca comercial en Heredia, Costa Rica. Agronomía Costarricense. 36(2). Costa Rica.

Betancourt, M; Rodríguez, M; Sandoval, M; Gaytan, E. 2005. Fertilización foliar una herramienta en el desarrollo del cultivo de *Lilium* cv. Stargazer (en línea). Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. 11(2): Chapingo, México. Consultado 14 mar. 2013. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=60911227>.

Cruz, G; Arriaga, A; Mandujano, M; Elias, J. 2007. Efecto de tres preservadores de la longevidad sobre la vida postcosecha de Rosa cv. Royalty. Revista Chapingo Serie Horticultura. 13(1): Chapingo, México.

Delgado, I; Sandoval, M; Rodríguez, M; Cárdenas, E. 2006. Aplicaciones foliares de calcio y silicio en la incidencia de mildiu en lechuga (en línea). Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. 24(1); Chapingo, México. Consultado 7 abr. 2013. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=57311494011>

Francescangeli, N; Zagabria, A; Curvetto, N; Marinageli, P. 2008. Cambios en parámetros cuantitativos de *Lilium* para corte producidos por la época de cultivo y por la densidad de plantación. *Floricultura Argentina*. 27(4): Argentina.

Franco, O; Cruz, J; Cortés, A; Rodríguez, A. 2008. Localización y usos de vides silvestres (*Vitis* spp.) en el Estado de Puebla, México (en línea). *Ra Ximhai*. 4(1): Puebla, México. Consultado 16 mar. 2013. Disponible en: <http://www.revistas.unam.mx/index.php/rxm/article/view/6960>.

Gonzales, E; Ayala, O; Carrillo, J; García, G; Yáñez, M; Juárez, J. 2011. Estudio del desarrollo, calidad de flor y dosis de fertilización en Gladiolo (*Gladiolus glandiflorus* Hort.). *Rev. Fitotec*. 34 (4): Hidalgo, México.

Herreros, L. 1983. Cultivo del *Lilium* (Azucena híbrida)(en línea). Canarias, España. Hojas divulgativas. 10. Consultado 03 abr. 2013. Disponible en http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1983_10.pdf.

Horna, R. 2007. Efectos del silicio en la nutrición vegetal. Producción de silicio orgánico (en línea). Quevedo, Ecuador. Consultado 7 mar. 2013. Disponible en: http://www.uteq.edu.ec/eventos/2007/congreso_biotechnologia/biotechnologia/archivos/832.pdf

Infoagro. s.f. El cultivo de Gladiolo (2ª parte) (en línea). Consultado 08 abr 2013. Disponible en: <http://www.infoagro.com/flores/flores/gladiolo2.htm>

Infoagro. s.f. El cultivo de *Lilium* (en línea). Consultado 23 mar. 2013. Disponible en: <http://www.infoagro.com/flores/flores/lilium.htm>

International Flower Bulb Centre. s.f. Producción de bulbos flor (en línea). Consultado 3 abr. 2012. Disponible en: <http://www.bulbosdeflor.org/ibc/binaries/pdfbestanden/spain/lilium.pdf>.

Khan, M; Harun, N; Nour, A; Elhussein, Salah. 2013. In vitro antioxidant evaluation of extracts of three wild Malaysian plants. Elsevier. 53(2013): 29-36.

Lima, O. 2010. El silicio y la resistencia de las plantas al ataque de hongos patógenos (en línea). Consultado 7 mar. 2013. Disponible en <http://www.diatom.com.br/es/ES/noticias/item/articulo-el-silicio-y-la-resistencia-de-las-plantas-al-ataque-de-hongos-patogenos>.

Mandujano, M; Colinas, M; Castillo, A; Alía, I; Valdez, L. 2012. Cobalto como retardante de la senescencia de *Lilium* Híbrido Oriental en postcosecha (en línea). Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. (Redalyc). 18(2): Chapingo, México. Consultado 14 abr. 2013. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=60924165005>

Mejía, H. 2012. Evaluación del 1-metilciclopropeno y extractos de vid silvestre en la vida postcosecha de *Lilium* spp. Tesis Ing. Agr. Catacamas, Olancho. Universidad Nacional de Agricultura. P. 129.

Montgomery, D. 2004. Diseño y análisis de experimentos. 2 ed. Arizona, EUA. Editorial Limusa Wiley. p. 692.

Notas técnicas para ADR y productores. 2010. El cultivo de Gladiolo. Proyecto estratégico para la seguridad alimentaria unida técnica nacional (en línea). Chiapas, México. Consultado 06 abr. 2013. Disponible en: http://www.utn.org.mx/docs_pdf/novedades/LECTURA_MANUAL_FLORICULTURA_CULTIVO_DE_GLADIOLO.pdf

Reid, M. 2009. Poscosecha y manejo de las flores de corte (en línea). Universidad de California. Ediciones HortiTecnia Ltda. USA. Consultado 20 jun. 2013. Disponible en: <http://ucce.ucdavis.edu/files/datastore/234-1905.pdf>.

Rodríguez, D; Hernández, D; Angulo, J; Rodríguez, R; Villareal, J; Lira, R. 2006. Antifungal activity in vitro of *Flourensia* spp. extracts on *Alternaria* spp., *Rhizoctonia solani*, and *Fusarium oxysporum*. Elsevier. 25(2007): 111-116.

Rodríguez, D; Rodríguez, R; Hernández, F; Aguilar, C; Sáenz, A; Villareal, J; Moreno, L; 2011. In vitro antifungal activity of extracts of Mexican Chihuahua Desert plants against postharvest fruit fungi. Elsevier. 34(2011): 960-966.

Serrano, Z. 1988. Algunas consideraciones sobre el gladiolo. Horticultura. España.

Snyder, G; Matichenkov, V; Datnoff, L. 2007. Handbook of plant nutrition. U.S. Editorial Taylor & Francis. p. 553, 557.

Supapvanich, S; Prathaan, P; Tepsorn, R. 2012. Browning inhibition in fresh-cut rose apple fruit cv. Taaptimjaan using konjac glucomannan coating incorporated with pineapple fruit extract. Elsevier. 73(2012): 46-49.

Tabora, T. 2012. Producción de dos variedades de lirios (*Lilium* spp.) en maceteros bajo condiciones de Uyuca y de Zamorano, Honduras. Tesis de Lic. Ingeniero Agrónomo. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 19 p.

Taiz, L; Zeiger, E. 2006. Fisiología Vegetal. 3ra ed. Volumen II. Universitat Jaume Publicaciones. EUA. 619 p.

Tanase, K; Tokuhira, K; Amano, M; Ichimura, K. 2008. Ethylene sensitivity and changes in ethylene production during senescence in long-lived *Delphinium* flowers without sepal abscission. Elsevier. 52(2009) 310-312.

Torres, E. 2009, Crecimiento y vida postcosecha de *Lilium* con nitrato y óxido de calcio. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Agrícolas. UAEMEX. Toluca, México. 61 p.

Vásquez, E; Torres, S. 1990. Fisiología vegetal. 3 ed. La Habana, Cuba. Editorial Pueblo y Educación. p 463.

Verdeguer, A. 1981. Manejo de los cormos de Gladiolos. Hojas divulgadoras. España.

Verdugo, G; Araneda, L; Riffo, M; 2003. Efecto de inhibidores de etileno en postcosecha de flores cortadas de *Lilium* (en línea). Ciencias e Investigación Agraria. 30(8): Santiago, Chile. Consultado 19 mar. 2012. Disponible en <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2193037>.

Vicente, A. 2004. Efecto de tratamientos térmicos de alta temperatura sobre calidad y fisiología postcosecha de frutillas (*Fragaria x ananassa* Duch.). Tesis doctoral. Buenos Aires, Argentina. Universidad Nacional de la Plata. 235 p.

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza para cinética de peso. Experimento 1.

Día 2 CV= 2.6%						Día 4 CV= 5.4%					Día 6 CV= 7.8%				
F.V.	GL	SC	MC	F	P	GL	SC	MC	F	P	GL	SC	MC	F	P
pH	4	119.42	29.86	3.33	0.019*	4	435.6	108.9	2.82	0.038*	4	1672.0	418.0	6.34	0.000**
Error	40	358.22	8.96			40	1547.6	38.7			40	2638.0	66.0		
Total	44	477.64				44	1983.2				44	4310.0			
Día 8 CV= 10.3%						Día 10 CV= 9.9%									
F.V.	GL	SC	MC	F	P	GL	SC	MC	F	P					
pH	4	1755.1	438.8	5.86	0.002**	4	2414.5	603.6	14.07	0.000**					
Error	25	1871.2	74.8			25	1072.8	42.9							
Total	29	3626.3				29	3487.4								

NS: No significativo, *: Significativo, **: Altamente significativo ($p \leq 0.05$)

Prueba de medias, Tukey (0.05)

Día 2					Día 4					Día 6				
pH	N	Subconjunto para $\alpha=0.05$			pH	N	Subconjunto para $\alpha=0.05$			pH	N	Subconjunto para $\alpha=0.05$		
		1	2				1	2				1	2	3
3.00	9	112.6667		B	3.00	9	108.8889		B	3.00	9	96.7778		C
2.00	9	114.1111	114.1111	AB	5.00	9	111.7778	111.7778	AB	5.00	9	98.7778	98.7778	BC
5.00	9	114.4444	114.4444	AB	4.00	9	114.6667	114.6667	AB	4.00	9	101.0000	101.0000	BC
1.00	9	115.8889	115.8889	AB	1.00	9	116.1111	116.1111	AB	1.00	9		109.6667	109.6667
4.00	9		117.4444	A	2.00	9		117.5556	A	2.00	9			112.1111
Sig.		.171	.147		Sig.		.120	.299		Sig.		.804	.051	.968

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$).

Día 8					Día 10				
pH	N	Subconjunto para $\alpha=0.05$			pH	N	Subconjunto para $\alpha=0.05$		
		1	2				1	2	3
5.00	6	76.0000		B	5.00	6	56.3333		C
4.00	6	78.5000		B	4.00	6	58.6667		C
3.00	6	78.6667		B	3.00	6	61.6667	61.6667	BC
2.00	6	89.5000	89.5000	AB	2.00	6		72.0000	72.0000
1.00	6		95.8333	A	1.00	6			80.1667
Sig.		.082	.712		Sig.		.627	.077	.228

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$).

Anexo 2. Análisis de varianza para absorción de agua. Experimento 1.

Día 2 CV= 6.7%						Día 4 CV= 14.6%					Día 6 CV= 15%				
F.V.	GL	SC	MC	F	P	GL	SC	MC	F	P	GL	SC	MC	F	P
pH	4	32.64	8.16	1.51	0.272NS	4	135.2	33.8	2.65	0.096NS	4	179.45	44.86	8.76	0.003**
Error	10	54.07	5.41			10	127.5	12.7			10	51.19	5.12		
Total	14	86.71				14	262.6				14	230.64			
Día 8 CV= 16.3%						Día 10 CV= 22.9%									
F.V.	GL	SC	MC	F	P	GL	SC	MC	F	P					
pH	4	94.40	23.60	5.71	0.012**	4	155.43	38.86	5.05	0.017*					
Error	10	41.33	4.13			10	77.00	7.70							
Total	14	135.73				14	232.43								

NS: No significativo, *: Significativo, **: Altamente significativo ($p \leq 0.05$)

Prueba de medias, Tukey (0.05)

Día 6					Día 8					Día 10				
pH	N	Subconjunto para $\alpha=0.05$			pH	N	Subconjunto para $\alpha=0.05$			pH	N	Subconjunto para $\alpha=0.05$		
		1	2				1	2				1	2	
5.00	3	11.9667		B	6.00	3	9.5000		B	7.00	3	8.0000		B
7.00	3	12.3000		B	7.00	3	10.5000		B	6.00	3	9.3333	9.3333	AB
6.00	3	12.3333		B	4.00	3	12.1667	12.1667	AB	5.00	3	11.5000	11.5000	AB
4.00	3		19.2000	A	5.00	3	13.5000	13.5000	AB	4.00	3	15.3333	15.3333	AB
3.00	3		19.3333	A	3.00	3		16.6667	A	3.00	3		16.1667	A
Sig.		1.000	1.000		Sig.		.190	.122		Sig.		.054	.077	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$).

Anexo 3. Análisis de varianza para ángulo Hue o matiz. Experimento 1.

Día 5 CV= 5.1%						Día 10 CV= 14.8%				
F.V.	GL	SC	MC	F	P	GL	SC	MC	F	P
pH	4	6.42	1.60	0.44	0.776NS	4	184.2	46.1	1.44	0.238NS
Error	40	144.55	3.61			40	1278.3	32.0		
Total	44	150.97				44	1462.5			

NS: No significativo, *: Significativo, **: Altamente significativo ($p \leq 0.05$)

Anexo 4. Análisis de varianza para cromas. Experimento 1.

Día 5 CV= 4.1%						Día 10 CV= 10.7%				
F.V.	GL	SC	MC	F	P	GL	SC	MC	F	P
pH	4	39.73	9.93	1.21	0.323NS	4	496.4	124.1	2.92	0.033*
Error	40	329.06	8.23			40	1697.1	42.4		
Total	44	368.79				44	2193.4			

NS: No significativo, *: Significativo, **: Altamente significativo ($p \leq 0.05$)

Prueba de medias, Tukey (0.05)

Día 10				
pH	N	Subconjunto para $\alpha=0.05$		
		1	2	
3.00	9	55.0556		B
6.00	9	59.9556	59.9556	AB
4.00	9	60.5889	60.5889	AB
7.00	9	63.6778	63.6778	AB
5.00	9		64.4222	A
Sig.		.056	.598	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Anexo 5. Análisis de varianza para luminosidad. Experimento 1.

Día 5 CV= 7.9%						Día 10 CV= 9.6%				
F.V.	GL	SC	MC	F	P	GL	SC	MC	F	P
pH	4	87.6	21.9	1.68	0.174NS	4	41.3	10.3	0.48	0.748NS
Error	40	522.2	13.1			40	854.7	21.4		
Total	44	609.9				44	896.0			

NS: No significativo, *: Significativo, **: Altamente significativo ($p \leq 0.05$)

Anexo 6. Análisis de varianza para pectin metilesterasa. Experimento 1.

PME Día 5 CV= 67%					
F.V.	GL	SC	MC	F	P
pH	4	0.0010092	0.0002523	5.39	0.001**
Error	40	0.0018733	0.0000468		
Total	44	0.0028826			

NS: No significativo, *: Significativo, **: Altamente significativo ($p \leq 0.05$)

Prueba de medias, Tukey (0.05)

PME Día 5				
pH	N	Subconjunto para $\alpha=0.05$		
		1	2	
3.00	9	.0027		B
5.00	9	.0088	.0088	AB
7.00	9	.0092	.0092	AB
4.00	9		.0137	A
6.00	9		.0166	A
Sig.		.270	.133	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Anexo 7. Análisis de varianza para cinética de peso. Experimento 2.

Día 2 CV= 2.5%						Día 4 CV= 4.8%					Día 6 CV= 18%				
F.V.	GL	SC	MC	F	P	GL	SC	MC	F	P	GL	SC	MC	F	P
Ext. Vid	3	368.39	122.80	15.41	0.000**	3	785.0	261.7	9.27	0.000**	3	2849	950	2.74	0.070NS
Error	20	159.39	7.97			20	564.5	28.2			20	6935	347		
Total	23	527.78				23	1349.5				23	9784			
Día 8 CV= 9.9%						Día 10 CV= 11.5%									
F.V.	GL	SC	MC	F	P	GL	SC	MC	F	P					
Ext. Vid	3	139.1	46.4	0.64	0.609NS	3	85.2	28.4	0.46	0.720NS					
Error	8	577.2	72.2			8	498.0	62.3							
Total	11	716.3				11	583.2								

NS: No significativo, *: Significativo, **: Altamente significativo ($p \leq 0.05$)

Prueba de medias, Tukey (0.05)

Día 2					Día 4				
Extracto de vid	N	Subconjunto para $\alpha=0.05$			Extracto de vid	N	Subconjunto para $\alpha=0.05$		
		1	2				1	2	
5.00 g l ⁻¹	6	104.6667		B	5.00 g l ⁻¹	6	102.3333		B
1.00 g l ⁻¹	6		111.3333	A	1.00 g l ⁻¹	6	107.6667	107.6667	AB
.00 g l ⁻¹	6		114.5000	A	.00 g l ⁻¹	6		115.1667	A
.50 g l ⁻¹	6		114.5000	A	.50 g l ⁻¹	6		116.0000	A
Sig.		1.000	.262		Sig.		.324	.057	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Anexo 8. Análisis de varianza para absorción de agua. Experimento 2.

Día 2 CV= 11.4%						Día 4 CV= 16%					Día 6 CV= 17.4%				
F.V.	GL	SC	MC	F	P	GL	SC	MC	F	P	GL	SC	MC	F	P
Ext. Vid	3	308.40	102.80	13.30	0.002*	3	130.1	43.4	2.91	0.101NS	3	30.56	10.19	1.64	0.256NS
Error	8	61.83	7.73			8	119.3	14.9			8	49.67	6.21		
Total	11	370.23				11	249.4				11	80.23			
Día 8 CV= 28%						Día 10 CV= 31%									
F.V.	GL	SC	MC	F	P	GL	SC	MC	F	P					
Ext. Vid	3	13.08	4.36	0.83	0.512NS	3	6.06	2.02	0.68	0.587NS					
Error	8	41.83	5.23			8	23.67	2.96							
Total	11	54.92				11	29.73								

NS: No significativo, *: Significativo, **: Altamente significativo ($p \leq 0.05$)

Prueba de medias, Tukey (0.05)

Día 2				
Extracto de vid	N	Subconjunto para $\alpha=0.05$		
		1	2	
5.00 l ⁻¹	3	15.6667		B
1.00 l ⁻¹	3		26.6667	A
.00 l ⁻¹	3		27.3333	A
.50 l ⁻¹	3		28.3333	A
Sig.		1.000	.873	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Anexo 9. Análisis de varianza para ángulo Hue o matiz. Experimento 2.

Día 5 CV= 5.7%						Día 10 CV= 12.5%				
F.V.	GL	SC	MC	F	P	GL	SC	MC	F	P
Ext. Vid	3	6.81	2.27	0.51	0.677NS	3	59.3	19.8	0.89	0.458NS
Error	32	141.86	4.43			32	712.9	22.3		
Total	35	148.66				35	772.2			

NS: No significativo, *: Significativo, **: Altamente significativo ($p \leq 0.05$)

Anexo 10. Análisis de varianza para croma. Experimento 2

Día 5 CV= 8%						Día 10 CV= 9.9%				
F.V.	GL	SC	MC	F	P	GL	SC	MC	F	P
Ext. Vid	3	100.2	33.4	1.06	0.381NS	3	393.7	131.2	3.97	0.016*
Error	32	1011.7	31.6			32	1058.0	33.1		
Total	35	1111.9				35	1451.7			

NS: No significativo, *: Significativo, **: Altamente significativo ($p \leq 0.05$)

Prueba de medias, Tukey (0.05)

Día 10				
Extracto de vid	N	Subconjunto para $\alpha=0.05$		
		1	2	
5.00 l ⁻¹	9	53.0656		B
.00 l ⁻¹	9	56.5022	56.5022	AB
1.00 l ⁻¹	9		60.8744	A
.50 l ⁻¹	9		60.9900	A
Sig.		.589	.363	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Anexo 11. Análisis de varianza para luminosidad. Experimento 2.

Día 5 CV= 8%						Día 10 CV= 7.5%				
F.V.	GL	SC	MC	F	P	GL	SC	MC	F	P
Ext. Vid	3	41.8	13.9	1.21	0.321NS	3	127.9	42.6	2.90	0.050*
Error	32	367.7	11.5			32	470.3	14.7		
Total	35	409.5				35	598.3			

NS: No significativo, *: Significativo, **: Altamente significativo ($p \leq 0.05$)

Prueba de medias, Tukey (0.05)

Día 10				
Extracto de vid	N	Subconjunto para $\alpha=0.05$		
		1	2	
.50 l ⁻¹	9	48.3344		B
.00 l ⁻¹	9	49.4567	49.4567	AB
1.00 l ⁻¹	9	50.6778	50.6778	AB
5.00 l ⁻¹	9		53.4000	A
Sig.		.572	.150	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Anexo 12. Análisis de varianza para pectin metilesterasa. Experimento 2.

PME DÍA 5 CV= 6.2%					
F.V.	GL	SC	MC	F	P
Ext. Vid	3	0.0000214	0.0000071	0.82	0.491NS
Error	32	0.0002778	0.0000087		
Total	35	0.0002992			

NS: No significativo, *: Significativo, **: Altamente significativo ($p \leq 0.05$)

Anexo 13. Análisis de varianza para patrón de crecimiento. Experimento 3.

Día 22 CV= 14.8%						
F.V.	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
Si a sust.	2	6.202	6.202	3.101	1.63	0.224NS
Si a foll.	2	6.860	6.860	3.430	1.80	0.194NS
Si sust*Si foll	4	3.924	3.924	0.981	0.51	0.726NS
Error	18	34.300	34.300	1.906		
Total	26	51.287				
Día 42 CV= 15%						
Si a sust.	2	192.89	192.89	96.44	3.26	0.062NS
Si a foll.	2	176.72	176.72	88.36	2.99	0.076NS
Si sust*Si foll	4	131.56	131.56	32.89	1.11	0.381NS
Error	18	532.00	532.00	29.56		
Total	26	1033.17				
Día 62 CV= 9.1%						
Si a sust.	2	288.22	288.22	144.11	5.03	0.018*
Si a foll.	2	251.06	251.06	125.53	4.38	0.028*
Si sust*Si foll	4	11.39	11.39	2.85	0.10	0.981NS
Error	18	515.50	515.50	28.64		
Total	26	1066.17				

NS: No significativo, *: Significativo, **: Altamente significativo ($p \leq 0.05$)

Prueba de medias, Tukey (0.05)

Día 62									
Si a sustrato	N	Subconjunto para $\alpha=0.05$			Si a follaje	N	Subconjunto para $\alpha=0.05$		
		1	2				1	2	
Mensual	9	53.8889		B	Mensual	9	53.9444		B
Quincenal	9	59.0000	59.0000	AB	Quincenal	9	59.8889	59.8889	AB
Testigo	9		61.7778	A	Testigo	9		60.8333	A
Sig.		.135	.526		Sig.		.073	.926	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Anexo 14. Análisis de varianza para clorofila en precosecha. Experimento 3.

Día 34 CV= 5%						
F.V.	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
Si a sust.	2	7.072	5.174	2.587	0.36	0.705NS
Si a foll.	2	18.134	18.723	9.361	1.29	0.301NS
Si sust*Si foll	4	21.732	21.732	5.433	0.75	0.572NS
Error	17	123.367	123.367	7.257		
Total	25	170.305				
Día 49 CV= 7.7%						
Si a sust.	2	31.08	39.58	19.79	1.17	0.334NS
Si a foll.	2	48.02	50.33	25.16	1.49	0.254NS
Si sust*Si foll	4	45.42	45.42	11.36	0.67	0.621NS
Error	17	287.39	287.39	16.91		
Total	25	411.91				
Día 64 CV= 6.7%						
Si a sust.	2	26.97	27.79	13.89	0.96	0.404NS
Si a foll.	2	91.99	79.19	39.60	2.73	0.094NS
Si sust*Si foll	4	145.18	145.18	36.30	2.50	0.081NS
Error	17	246.96	246.96			
Total	25	511.10				

NS: No significativo, *: Significativo, **: Altamente significativo ($p \leq 0.05$)

Anexo 15. Análisis de varianza para número de capullos. Experimento 3.

Día 57 CV= 34.5%						
F.V.	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
Si a sust.	2	9.852	9.852	4.926	1.75	0.202NS
Si a foll.	2	0.963	0.963	0.481	0.17	0.844NS
Si sust*Si foll	4	17.926	17.926	4.481	1.59	0.219NS
Error	18	50.667	50.667	2.815		
Total	26	79.407				

NS: No significativo, *: Significativo, **: Altamente significativo ($p \leq 0.05$)

Anexo 16. Análisis de varianza para cinética de peso. Experimento 3.

Día 2 CV= 4.1 %						
F.V.	GL	SC sec.	SC ajust	MC ajust	F	P
Si a sust.	2	15.05	15.05	7.53	0.35	0.707NS
Si a foll.	2	95.90	95.90	47.95	2.23	0.122NS
Pulso	1	78.22	78.22	78.22	3.64	0.064NS
Si sust*Si foll	4	69.06	69.06	17.26	0.80	0.531NS
Si sust*Si Pulso	2	79.15	79.15	39.57	1.84	0.173NS
Si foll*Pulso	2	11.78	11.78	5.89	0.27	0.762NS
Si sust*Si Foll*Pulso	4	54.26	54.26	13.57	0.63	0.643NS
Error	36	773.22	773.22	21.48		
Total	53	1176.65				
Día 4 CV= 6.5 %						
Si a sust.	2	147.27	147.27	73.63	1.30	0.284NS
Si a foll.	2	8.89	8.89	4.44	0.08	0.925NS
Pulso	1	337.82	337.82	337.82	5.98	0.020*
Si sust*Si foll	4	326.79	326.79	81.70	1.45	0.239NS
Si sust*Si Pulso	2	53.06	53.06	26.53	0.47	0.629NS
Si foll*Pulso	2	0.76	0.76	0.38	0.01	0.993NS
Si sust*Si Foll*Pulso	4	356.30	356.30	89.08	1.58	0.202NS
Error	36	2034.32	2034.32	56.51		
Total	53	3265.21				
Día 6 CV= 5.9 %						
Si a sust.	2	80.34	80.34	40.17	0.93	0.403NS
Si a foll.	2	51.85	51.85	25.93	0.60	0.554NS
Pulso	1	331.95	331.95	331.95	7.69	0.009**
Si sust*Si foll	4	185.98	185.98	46.50	1.08	0.382NS
Si sust*Si Pulso	2	32.03	32.03	16.01	0.37	0.693NS
Si foll*Pulso	2	7.17	7.17	3.58	0.08	0.920NS
Si sust*Si Foll*Pulso	4	97.7	97.77	24.44	0.57	0.689NS
Error	36	1553.18	1553.18	43.14		
Total	53	2340.27				
Día 8 CV= 22.6 %						
Si a sust.	2	281.4	281.4	140.7	0.43	0.654NS
Si a foll.	2	756.4	756.4	378.2	1.15	0.327NS
Pulso	1	1722.5	1722.5	1722.5	5.25	0.028NS
Si sust*Si foll	4	1636.9	1636.9	409.2	1.25	0.308NS
Si sust*Si Pulso	2	304.3	304.3	152.2	0.46	0.632NS
Si foll*Pulso	2	180.4	180.4	90.2	0.28	0.761NS
Si sust*Si Foll*Pulso	4	421.2	421.2	105.3	0.32	0.862NS
Error	36	11802.3	11802.3	327.8		
Total	53	17105.4				

NS: No significativo, *: Significativo, **: Altamente significativo (p<= 0.05)

Anexo 17. Análisis de varianza para materia seca. Experimento 3.

Porcentaje de materia seca CV= 8.4%						
F.V.	GL	SC sec.	SC ajust	MC ajust	F	P
Si a sust.	2	4.0279	4.0279	2.0140	3.66	0.036*
Si a foll.	2	0.0725	0.0725	0.0363	0.07	0.936NS
Pulso	1	0.1785	0.1785	0.1785	0.32	0.573NS
Si sust*Si foll	4	3.2696	3.2696	0.1785	1.48	0.573NS
Si sust*Si Pulso	2	0.6501	0.6501	0.8174	0.59	0.560NS
Si foll*Pulso	2	2.5550	2.5550	0.3251	2.32	0.113NS
Si sust*Si Foll*Pulso	4	2.0615	2.0615	1.2775	0.94	0.455NS
Error	36	19.8357	19.8357	0.5154		
Total	53	32.6509		0.5510		

NS: No significativo, *: Significativo, **: Altamente significativo ($p \leq 0.05$)

Prueba de medias, Tukey (0.05)

Materia seca				
Si a sustrato	N	Subconjunto para $\alpha=0.05$		
		1	2	
Mensual	18	8.4389		B
Testigo	17	8.9235	8.4389	AB
Quincenal	18		8.9235	A
Sig.		.145		

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Anexo 18. Análisis de varianza para clorofila postcosecha. Experimento 3.

Día 2 CV= 7.3%						
F.V.	GL	SC sec.	SC ajust	MC ajust	F	P
Si a sust.	2	87.00	87.00	43.50	2.75	0.077NS
Si a foll.	2	62.64	62.64	31.32	1.98	0.153NS
Pulso	1	53.60	53.60	53.60	3.39	0.074NS
Si sust*Si foll	4	13.87	13.87	3.47	0.22	0.926NS
Si sust*Si Pulso	2	17.70	17.70	8.85	0.56	0.576NS
Si foll*Pulso	2	19.43	19.43	9.71	0.61	0.546NS
Si sust*Si Foll*Pulso	4	206.79	206.79	51.70	3.27	0.022*
Error	36	568.81	568.81	15.80		
Total	53	1029.85				
Día 4 CV= 7.2%						
Si a sust.	2	85.55	85.55	42.78	2.76	0.077NS
Si a foll.	2	3.12	3.12	1.56	0.10	0.904NS
Pulso	1	30.08	30.08	30.08	1.94	0.172NS
Si sust*Si foll	4	10.79	10.79	2.70	0.17	0.950NS
Si sust*Si Pulso	2	39.03	39.03	19.51	1.26	0.296NS
Si foll*Pulso	2	71.78	71.78	35.89	2.32	0.113NS
Si sust*Si Foll*Pulso	4	110.67	110.67	27.67	1.79	0.153NS
Error	36	557.37	557.37	15.48		
Total	53	908.39				
Día 6 CV= 6.2%						
Si a sust.	2	92.41	92.41	46.21	3.78	0.032*
Si a foll.	2	26.87	26.87	13.43	1.10	0.344NS
Pulso	1	6.27	6.27	6.27	0.51	0.478NS
Si sust*Si foll	4	18.21	18.21	4.55	0.37	0.826NS
Si sust*Si Pulso	2	12.94	12.94	6.47	0.53	0.593NS
Si foll*Pulso	2	41.41	41.41	20.70	1.70	0.198NS
Si sust*Si Foll*Pulso	4	192.91	192.91	48.23	3.95	0.009**
Error	36	439.49	439.49	12.21		
Total	53	830.51				
Día 8 CV= 8.1%						
Si a sust.	2	79.10	79.10	39.55	2.09	0.138NS
Si a foll.	2	103.09	103.09	51.54	2.73	0.079NS
Pulso	1	32.05	32.05	32.05	1.70	0.201NS
Si sust*Si foll	4	9.22	32.05	2.30	0.12	0.974NS
Si sust*Si Pulso	2	7.69	9.22	3.84	0.20	0.817NS
Si foll*Pulso	2	54.88	7.69	27.44	1.45	0.247NS
Si sust*Si Foll*Pulso	4	221.42	54.88	55.36	2.93	0.034NS
Error	36	679.86	221.42	18.89		
Total	53	1187.31	679.86			

NS: No significativo, *: Significativo, **: Altamente significativo ($p \leq 0.05$)

Anexo 19. Análisis de varianza para día a abscisión de tépalos. Experimento 3.

Día a abscisión de tépalos CV= 10.1%						
F.V.	GL	SC sec.	SC ajust	MC ajust	F	P
Si a sust.	2	4.7778	4.7778	2.3889	3.49	0.041*
Si a foll.	2	0.3333	0.3333	0.1667	0.24	0.785NS
Pulso	1	1.8519	1.8519	1.8519	2.70	0.109NS
Si sust*Si foll	4	1.5556	1.5556	0.3889	0.57	0.688NS
Si sust*Si Pulso	2	0.2593	0.2593	0.1296	0.57	0.828NS
Si foll*Pulso	2	0.2593	0.2593	0.1296	0.19	0.828NS
Si sust*Si Foll*Pulso	4	3.6296	3.6296	0.9074	1.32	0.280NS
Error	36	24.6667	24.6667	0.6852		
Total	53	37.3333				

NS: No significativo, *: Significativo, **: Altamente significativo ($p \leq 0.05$)

Anexo 20. Análisis de varianza para ángulo Hue o matiz. Experimento 3.

Ángulo Hue o matiz CV= 1%						
F.V.	GL	SC sec.	SC ajust	MC ajust	F	P
Si a sust.	2	7.110	7.110	3.555	3.36	0.046*
Si a foll.	2	3.095	3.095	1.548	1.46	0.245NS
Pulso	1	0.232	0.232	0.232	0.22	0.643NS
Si sust*Si foll	4	1.864	1.864	0.466	0.44	0.779NS
Si sust*Si Pulso	2	0.471	0.471	0.236	0.22	0.802NS
Si foll*Pulso	2	3.250	3.250	1.625	1.53	0.229NS
Si sust*Si Foll*Pulso	4	1.151	1.151	0.288	0.27	0.894NS
Error	36	38.127	38.127	1.059		
Total	53	55.302				

NS: No significativo, *: Significativo, **: Altamente significativo ($p \leq 0.05$)

Prueba de medias, Tukey (0.05)

Ángulo Hue o matiz				
Si a sustrato	N	Subconjunto para $\alpha=0.05$		
		1	2	
Quincenal	18	93.6722		B
Testigo	18	94.0556	94.0556	AB
Mensual	18		94.5722	A
Sig.		.511	.302	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Anexo 21. Análisis de varianza para croma. Experimento 3.

Croma CV= 7%						
F.V.	GL	SC sec.	SC ajust	MC ajust	F	P
Si a sust.	2	39.20	39.20	19.60	1.07	0.352NS
Si a foll.	2	10.60	10.60	5.30	0.29	0.750NS
Pulso	1	86.19	86.19	86.19	4.72	0.036*
Si sust*Si foll	4	33.06	33.06	8.27	0.45	0.770NS
Si sust*Si Pulso	2	11.86	11.86	5.93	0.33	0.725NS
Si foll*Pulso	2	15.49	15.49	7.74	0.42	0.657NS
Si sust*Si Foll*Pulso	4	29.26	29.26	7.31		0.807NS
Error	36	656.88	656.88	18.25		
Total	53	882.54				

NS: No significativo, *: Significativo, **: Altamente significativo ($p \leq 0.05$)

Anexo 22. Análisis de varianza para luminosidad. Experimento 3.

Luminosidad CV= 1.4%						
F.V.	GL	SC sec.	SC ajust	MC ajust	F	P
Si a sust.	2	0.032	0.032	0.016	0.01	0.987NS
Si a foll.	2	4.217	4.217	2.108	1.72	0.194NS
Pulso	1	0.680	0.680	0.680	0.55	0.461NS
Si sust*Si foll	4	2.824	2.824	0.706	0.55	0.682NS
Si sust*Si Pulso	2	1.563	1.563	0.781	0.64	0.535NS
Si foll*Pulso	2	6.726	6.726	3.363	2.74	0.078NS
Si sust*Si Foll*Pulso	4	3.468	3.468	0.867	0.71	0.593NS
Error	36	44.153	44.153	1.226		
Total	53	63.662				

NS: No significativo, *: Significativo, **: Altamente significativo ($p \leq 0.05$)

Anexo 23. Análisis de varianza para pectin metilesterasa. Experimento 3.

PME CV= 142%						
F.V.	GL	SC sec.	SC ajust	MC ajust	F	P
Si a sust.	2	0.0001138	0.0001145	0.0000572	7.73	0.002*
Si a foll.	2	0.0000194	0.0000182	0.0000091	1.23	0.305NS
Pulso	1	0.0000000	0.0000001	0.0000001	0.02	0.903NS
Si sust*Si foll	4	0.0000165	0.0000173	0.0000043	0.58	0.676NS
Si sust*Si Pulso	2	0.0000037	0.0000040	0.0000020	0.27	0.766NS
Si foll*Pulso	2	0.0000030	0.0000031	0.0000015	0.21	0.813NS
Si sust*Si Foll*Pulso	4	0.0000210	0.0000210	0.0000052	0.71	0.592NS
Error	35	0.0002592	0.0002592	0.0000074		
Total	52	0.0004365				

NS: No significativo, *: Significativo, **: Altamente significativo ($p \leq 0.05$)

Prueba de medias, Tukey (0.05)

PME				
Si a sustrato	N	Subconjunto para $\alpha=0.05$		
		1	2	
Quincenal	18	.0003		B
Testigo	17	.0015		B
Mensual	18		.0038	A
Sig.		.401	1.000	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)