

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS E INGENIERÍA**



**Efecto de Retain® (Aminoetoxivinilglicina) sobre la apertura  
del botón floral de *Ranunculus asiaticus* para el Valle de  
Mexicali**

***TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE:***

***MAESTRO EN CIENCIAS***

***PRESENTA***

***Juan Carlos Félix Monteverde***

***DIRECTOR***

***Dr. César Gonzalo Iñiguez Monroy***

***Mexicali, B. C.***

***Enero 2020***

La presente tesis **“EFECTO DE RETAIN® (AMINOETOXIEVINILGLICINA) SOBRE LA APERTURA DEL BOTÓN FLORAL DE *Ranunculus asiaticus* PARA EL VALLE DE MEXICALI”** realizada por el C. **Juan Carlos Félix Monteverde**, y dirigida por el **Dr. Cesar Gonzalo Iñiguez Monroy** y la **Dra. Rosario Esmeralda Rodríguez González**, ha sido evaluada y aprobada por el comité particular abajo indicado, como requisito parcial para obtener el grado de:

## **MAESTRO EN CIENCIAS.**

### **COMITÉ PARTICULAR**

Presidente/ Director de Tesis

---

**Dr. Cesar Gonzalo Iñiguez Monroy**

Codirectora de Tesis

---

**Dra. Rosario Esmeralda Rodríguez González**

Sinodal

---

**Dr. Carlos Enrique Ail Catzim**

Sinodal

---

**Dr. Miguel Enrique Bravo Zanoguera**

**“POR LA REALIZACIÓN PLENA DEL HOMBRE”**

Mexicali, Baja California México; Enero 2020

## **DEDICATORIA**

### **A Dios**

Por permitirme el don de la vida, por ayudarme y mantenerme de pie, con fe y esperanza en cada uno de los momentos difíciles de mi vida, por mostrarme nuevos caminos y sobre todo por darme el coraje para salir adelante con cada una de mis metas.

### **A mis padres**

Martha y Carlos, que sin ellos y Dios, hoy no estaría escribiendo esto. A ellos, que siempre están conmigo, que nunca han dejado de confiar en mí.

### **A mis hermanos**

Alex y Stephanie que soportaron mi mal carácter cuando las cargas de trabajo eran interminables.

### **A mi esposa María**

Que está conmigo, en mis desvelos, preocupaciones, en mis dudas, en mis necesidades, que siempre encuentra una solución positiva a cada obstáculo que encuentro en la vida. Esto es resultado también de su esfuerzo.

### **A mis maestros**

Que son parte fundamental de mi formación profesional, son el ejemplo a seguir para poder desarrollarme y trabajar como buena persona en el ambiente laboral. Me enseñaron que las cosas se hacen con fe, amor y sobre todo dedicación a cada uno de los proyectos que se me pongan enfrente.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) por el apoyo económico que me brindó en mi etapa de estudio.

### **A mis directores de Tesis**

#### **Dra. Rosario Esmeralda Rodríguez González**

Usted siempre creyó en mí y en mi proyecto desde el comienzo, no me dejó descansar ni un solo momento hasta lograr mi meta. No tengo palabras suficientes para agradecerle todos los consejos, este logro se lo debo a su confianza en mí.

#### **Dr. Cesar Gonzalo Iñiguez Monroy**

Usted que se tomó su tiempo, dedicación para orientarme a lo largo de esta etapa, se ha ganado toda mi gratitud, cariño por su infinita paciencia y profesionalidad, ha sido muy importante su presencia en esta etapa de mi vida; tiene todo mi respeto querido Doctor.

### **A mi compañero.**

Lic. Luis Abraham Campos quien prestó sus instalaciones para la toma de datos dentro de su invernadero. Además de estar siempre pendiente apoyando cualquier inconveniente y por mostrar un gran interés en el proyecto.

### **A mis padres**

Martha y Carlos, que me ayudaron incondicionalmente tanto económica como moralmente a terminar mis estudios profesionales.

### **A mis amigos**

Javier, Miguel Ángel y Enrique que fueron parte medular de mi formación profesional, me enseñaron que convivir y pasarla bien es una forma importante de cumplir cualquier meta.

# INDICE GENERAL

<b>DEDICATORIA</b>	<b>3</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	<b>4</b>
<b>INDICE DE CUADROS</b>	<b>6</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>8</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>10</b>
1.1 HIPÓTESIS	12
1.2 OBJETIVO GENERAL	13
1.2.1 <i>Objetivos específicos</i>	13
<b>3. REVISIÓN DE LITERATURA</b>	<b>14</b>
3.1 MANEJO AGRONÓMICO	14
3.1.2 <i>Etapas Fenológicas y su ambiente</i>	14
3.1.3 <i>Emergencia de la raíz</i>	15
3.1.4 <i>Emergencia de tallo</i>	16
3.1.5 <i>Desarrollo de las hojas verdaderas</i>	16
3.1.6 <i>Presiembra</i>	17
3.1.7 <i>Siembra</i>	17
3.1.8 <i>Fertilización</i>	18
3.1.9 <i>Enfermedades</i>	18
3.1.10 <i>Pudrición del Bulbo</i>	19
3.1.11 <i>Plagas</i>	21
3.1.12 <i>Cosecha</i>	22
3.2 ETILENO	23
3.2.1 <i>Biosíntesis de etileno</i>	24
3.2.2 <i>Inhibidores de etileno</i>	24
<b>4. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>28</b>
4.1 ARREGLO DE TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	28
4.1.1 <i>Variables evaluadas.</i>	30
4.1.2 <i>Análisis estadístico de los resultados</i>	31
<b>5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>32</b>
5.1 APERTURA DEL DIÁMETRO DEL BOTÓN FLORAL	32
5.2 ALTURA D LA FLOR	41
5.3 NÚMERO DE BOTONES POR PLANTA.	50
<b>6. CONCLUSIONES</b>	<b>51</b>
<b>7. LITERATURA</b>	<b>52</b>
<b>8. ANEXOS</b>	<b>62</b>

## INDICE DE CUADROS

- Cuadro A1.** Diámetro del botón (cm) para las flores de ranúnculos de la variedad *Deep Rose*, evaluadas en tres ambientes en el ciclo 2018-2019 en el valle de Mexicali. 64
- Cuadro A2.** Diámetro del botón (cm) para las flores de ranúnculos de la variedad *Dark Orange*, evaluadas en tres ambientes en el ciclo 2018-2019 en el valle de Mexicali. 64
- Cuadro A3.** Cuadrados medios del análisis de varianza en bloques completamente al azar en arreglo factorial  $2^4$  para las flores de ranúnculos evaluadas en tres ambientes para el diámetro del botón y la altura por planta en el ciclo 2017-2018 en el valle de Mexicali. 65
- Cuadro A4.** Resultados del análisis de varianza en bloques completamente al azar en arreglo factorial  $2^4$  para las flores de ranúnculos evaluadas en tres ambientes; para el porcentaje de crecimiento del diámetro del primer día, en el ciclo 2018-2019 en el valle de Mexicali. 65
- Cuadro A5.** Resultados del análisis de varianza en bloques completamente al azar en arreglo factorial  $2^4$  para las flores de ranúnculos evaluadas en tres ambientes; para el porcentaje de crecimiento del diámetro del segundo día, en el ciclo 2018-2019 en el valle de Mexicali. 65
- Cuadro A6.** Resultados del análisis de varianza en bloques completamente al azar en arreglo factorial  $2^4$  para las flores de ranúnculos evaluadas en tres ambientes; para el porcentaje de crecimiento del diámetro global (0 a 48 horas), en el ciclo 2018-2019 en el valle de Mexicali. 66
- Cuadro A7.** Resultados del análisis de varianza en bloques completamente al azar en arreglo factorial  $2^4$  para las flores de ranúnculos evaluadas en tres ambientes; para el diámetro después de 24 horas, en el ciclo 2018-2019 en el valle de Mexicali. 66
- Cuadro A8.** Resultados del análisis de varianza en bloques completamente al azar en arreglo factorial  $2^4$  para las flores de ranúnculos evaluadas en tres ambientes; para el diámetro después de 48 horas, en el ciclo 2018-2019 en el valle de Mexicali. 66
- Cuadro A9.** Altura de la planta (cm) para las flores de ranúnculos de la variedad *Deep Rose*, evaluadas en tres ambientes en el ciclo 2018-2019 en el valle de Mexicali. 67

- Cuadro A10.** Altura de la planta (cm) para las flores de ranúnculos de la variedad *Dark Orange*, evaluadas en tres ambientes en el ciclo 2018-2019 en el valle de Mexicali. 67
- Cuadro A11.** Resultados del análisis de varianza en bloques completamente al azar en arreglo factorial  $2^4$  para las flores de ranúnculos evaluadas en tres ambientes; para el porcentaje de crecimiento de la altura durante el primer día, en el ciclo 2018-2019 en el valle de Mexicali. 68
- Cuadro A12.** Resultados del análisis de varianza en bloques completamente al azar en arreglo factorial  $2^4$  para las flores de ranúnculos evaluadas en tres ambientes; para el porcentaje de crecimiento de la altura durante el segundo día, en el ciclo 2018-2019 en el valle de Mexicali. 68
- Cuadro A13.** Resultados del análisis de varianza en bloques completamente al azar en arreglo factorial  $2^4$  para las flores de ranúnculos evaluadas en tres ambientes; para el porcentaje de crecimiento global de la altura (0 a 48 horas), en el ciclo 2018-2019 en el valle de Mexicali. 68
- Cuadro A14.** Resultados del análisis de varianza en bloques completamente al azar en arreglo factorial  $2^4$  para las flores de ranúnculos evaluadas en tres ambientes; para la altura después de 48 horas, en el ciclo 2018-2019 en el valle de Mexicali. 68

## RESUMEN

Los ranúnculos (*Ranunculus asiaticus* L.), constituyen una especie floral ornamental nativa del norte de Africa (Egipto, Libia), el oeste de Asia (Chipre, Irán, Irak, Israel, Jordania, Líbano, Siria, Turquía) y el sureste de Europa (Grecia); aunque actualmente se cultiva en diversas regiones con climas templados (NPGS, 2019). Es una planta que tiene potencial para ser utilizada de forma amplia en la industria de la floricultura, cuya demanda en Europa tuvo una tasa de crecimiento anual del 12.1%, cuyo consumo anual fue importado en un 85% en la última década (Ministerio de Agricultura de Chile, 2010). En México el cultivo de *R. asiaticus* es incipiente. Las raíces tuberosas son importadas de Estados Unidos y Holanda (NOM-007-FITO-1995). En el Valle de Mexicali ésta especie fue introducida en el año 2015. Sin embargo, los productores enfrentan diversos retos, relacionados con enfermedades durante el sembrado de sus bulbos secos, crecimiento no uniforme, y falta de recomendaciones adecuadas de cultivo (Cervený, 2011). Adicionalmente, la mayor duración del día y las temperaturas más elevadas de ésta región aceleran el proceso de floración (Karlsson, 2003); lo cual tiende a elevar la cantidad de no conformidades en el producto, por no cumplir con la especificación máxima de diámetro del botón de la flor cortada; la cual es exportada a los Estados Unidos. Se sabe que en el proceso de maduración, el etileno generado por la planta tiene un rol muy importante en la apertura del botón. Diversas moléculas con la capacidad de inhibir el proceso de generación de etileno han sido empleadas en una gran variedad de cultivos, como; 1-metilclopreno (1-MCP), aminoácido, sales de plata(nitrato y tiosulfato de plata), entre otros (Serk et al.,2006). Por otro lado, se ha encontrado como en una gran variedad de cultivos la aplicación de determinadas dosis de tales compuestos pueden reducir el ritmo de maduración como es el caso del aminoetoxivinilglicina (AVG) es un compuesto que ha sido empleado exitosamente en la

reducción de la maduración de los frutos(Kellina et al.,2019) . Sin embargo, no se conocen datos sobre el efecto de éste inhibidor en *R.asiaticus*, en el clima desértico del Valle de Mexicali. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de Retain® (Aminoetoxivinilglicina) sobre la apertura del diámetro del botón floral de *R.asiaticus* (La Belle Deep Rose y La Belle Dark Orange) para el Valle de Mexicali, Baja California.

Los experimentos se realizaron durante dos años consecutivos, en el ciclo otoño-invierno durante 2017-2018 y 2018-2019, en terrenos de la empresa Agroproductos y Servicios del Golfo de California SPR de RL en la Colonia Luis Romero Lote 1A en el Valle de Mexicali, Baja California, México. Los tratamientos fueron el uso de las dosis de inhibidor Retain® (AVG): 0 ppm (como testigo), 100 ppm, 150 ppm y 200 ppm, en dos variedades de flor *R.asiaticus* : La Belle Deep Rose (DER) y La Belle Dark Orange (DAR), la aplicación del AVG fue por aspersión.

El análisis de los resultados muestra que la dosis de AVG más adecuada para reducir el crecimiento del diámetro del botón floral para la variedad La Belle Deep Rose es de 200 ppm, mientras que para la La Belle Dark Orange es de 100 ppm. Se observa, la sensibilidad exhibida al etileno para ambas variedades a la dosis de AVG es distinta.

Por otro lado, el porcentaje de crecimiento de la altura de la planta no fue afectado significativamente por la dosis de AVG( $p>0.05$ ), aunque si fue observado un efecto inhibidor de crecimiento, cuyas tendencias coinciden con las obtenidas en la desaceleración del crecimiento del botón floral.

## 1. INTRODUCCIÓN

La demanda de flores ha aumentado de forma importante en las últimas décadas, siendo Europa, Estados Unidos y Japón las principales áreas de consumo, mientras que los países con mayor producción son Holanda, Italia, Colombia, Ecuador, Kenia, Etiopía, Turquía, Marruecos, China e India. La unión europea importa más del 60% de la producción mundial. El mercado de Estados Unidos importa actualmente el 20% de la producción mundial, y tiene como principales proveedores a Colombia y Ecuador. En el 2018 las exportaciones globales alcanzaron un valor de 9 billones de dólares, de los cuales los países europeos exportaron el 55.4%. Latinoamérica, excluyendo a México, pero incluyendo a los países del Caribe, participaron con el 26.3%, seguidos por África 10.3% y Asia, 6.4% (Flower Bouquet Exports by Country).

A pesar de que México no figura entre los principales exportadores, si es uno de los mayores productores de flores a nivel mundial, aunque la mayor parte (80%) es de consumo local. El resto es exportado a los Estados Unidos (96.6%) y a Canadá (3%) (Export Impact for Good). En el 2017 las exportaciones mexicanas rebasaron los 35 millones de dólares (Exports of cut flowers by country Mexico). Actualmente la industria de la floricultura en México incluye la producción anual de más de 8 millones de gruesas de rosas; de gerberas más de un millón; de girasol más de 361 mil gruesas, más de 1 millón de gruesas de orquídeas y casi 187 mil plantas de tulipanes. El Estado de México concentra el 90% de la producción, y es el único estado con capacidad de exportación (Floricultura, cultivando belleza y ganancias). La industria de producción de flores ha manifestado que durante la fecha de corte, el proceso de maduración de la flor es muy rápido, debido a esto, se reduce el precio de compra y por consiguiente pérdidas económicas para la industria de flores.

Los ranunculus (*Ranunculus asiaticus* L.) pertenecen a la familia Ranunculaceae. Estas flores han sido cultivadas desde el siglo XVIII y han sido objeto de mejoras, tanto en el número de pétalos como en la longitud y la consistencia de los tallos, lo cual ha permitido la disponibilidad de éstas flores para su comercialización como flor de corte, pero potencialmente también para maceta (Scariot et al, 2009). Esta planta ornamental tiene el potencial de ser utilizada de forma más amplia en la industria de la floricultura, aunque desafortunadamente los productores enfrentan diversos retos para hacer crecer éstas plantas desde sus raíces tuberosas. Estos retos incluyen las condiciones de almacenamiento de las raíces, pobre germinación, crecimiento no uniforme y enfermedades (Cervený, 2011).

El desarrollo de esta flor también puede realizarse a partir de semillas, aunque las raíces tuberosas ofrecen cultivos más rápidos y prolíficos. También ha sido utilizado el cultivo de tejidos para su propagación aunque es un proceso costoso (Beruto y Debergh, 2004). La longevidad de las flores de corte está afectada por prácticas de producción, así como por tratamientos postcosecha, como el uso de preservativos, los cuales pueden contener biocidas y/o inhibidores de la biosíntesis de etileno, para evitar la senescencia o abscisión de hojas y flores. Debido a que después del corte y antes del proceso de venta, las flores son expuestas a temperaturas bajas para suprimir el proceso de apertura y envejecimiento, el tamaño del botón durante el corte tiene un impacto en su comercialización, debido a que las flores de la familia Ranunculacea son en general altamente sensibles al etileno (Scariot et al, 2009).

Existen en el mercado diferentes productos capaces de suprimir o controlar la producción de etileno en diferentes frutos. Uno de los más eficaces para lograr que el estado del botón perdure, es el 1-MCP (1-Metil ciclo propeno), el cual retrasa la maduración de la flor e incrementa su vida de anaquel; aunque desafortunadamente este producto solamente puede utilizarse en condiciones de almacén, por lo que resulta altamente costoso. Una posible

solución es utilizar inhibidores de etileno en campo, para aumentar el estado de botón de la flor durante y después del corte (Valent, 2016). Se ha reportado que la aminoetoxivinilglicina genera buenos resultados al ser utilizada en campo, y en algunas ocasiones en almacén. Los inhibidores de etileno actúan sobre la síntesis de ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC) para reducir la maduración en la flor (Yang y Hoffman, 1984). Entre los antecedentes de aplicación de AVG en flores no se encuentra la *R. Asiaticus*, aunque sí en otras especies. El tratamiento con aminoetoxivinilglicina (AVG) ha mostrado buenos resultados como inhibidor de la síntesis de etileno y la extensión de vida de anaquel de claveles (Baker et al, 1977) y flores de dragón (*Antirrhinum*)(Wang et al., 1977). La aplicación de aminoetoxivinilglicina en solución 1mM extendió al doble el tiempo de vida de flores cortadas de *Eustoma*, con respecto al control (Shimizu e Ichimura, 2010). Dosis de AVG de 375 mg/L mostraron ser óptimas para reducir la abscisión de hojas de *Corymbia torelliana* y *Corymbia citriodora*; provocadas por la generación de etileno (Trueman y Atkins, 2013).

### **1.1 Hipótesis**

Por lo menos una de las tres dosis de inhibidor Retain<sup>®</sup> (Aminoetoxivinilglicina), reducirá la apertura del botón en las variedades de flor de *Ranunculos asiaticus* La Belle Deep Rose (DER) y Dark Orange (DAR).

Considerando que no existe información sobre el uso del inhibidor Retain<sup>®</sup> (Aminoetoxivinilglicina) sobre la apertura del diámetro del botón floral de *Ranúnculos asiaticus* (La Belle Deep Rose y La Belle Dark Orange) para el Valle de Mexicali, Baja California, se realizaron los siguientes objetivos:

## **1.2 Objetivo general**

Efecto de Retain<sup>®</sup>(Aminoetoxivinilglicina) sobre la apertura del diámetro del botón floral de *R. asiaticus* para el Valle de Mexicali.

### **1.2.1Objetivos específicos**

**1.2.1.1** Efecto de Retain<sup>®</sup> (Aminoetoxivinilglicina) sobre la apertura del diámetro del botón floral de *R. asiaticus* para las variedades La Belle Deep Rose (DER) y La Belle Dark Orange (DAR) bajo tres dosis de inhibidor.

**1.2.1.2** Efecto de Retain<sup>®</sup> (Aminoetoxivinilglicina) sobre la altura de la flor de *R. asiaticus* para las variedades La Belle Deep Rose (DER) y La Belle Dark Orange (DAR) bajo tres dosis de inhibidor.

**1.2.1.3** Efecto de Retain<sup>®</sup> (Aminoetoxivinilglicina) sobre la interacción variedad x tratamiento en la apertura del diámetro y la altura de la flor de *R. asiaticus* para las variedades La Belle Deep Rose (DER) y La Belle Dark Orange (DAR) bajo tres dosis de inhibidor.

**1.2.1.4** Efecto de Retain<sup>®</sup> (Aminoetoxivinilglicina) sobre el porcentaje del incremento del diámetro y la altura de la flor de *R. asiaticus*,durantes dos días después de la aplicación para las variedades La Belle Deep Rose (DER) y La Belle Dark Orange (DAR) bajo tres dosis de inhibidor.

### 3. REVISIÓN DE LITERATURA

#### 3.1 Manejo Agronómico

*R. asiaticus* es un género de cerca de 600 especies de plantas de la familia Ranunculáceas. Son plantas herbáceas perennes con flores amarillas, rojas, blancas o de color naranja. Su ciclo de vida es anual y en algunas especies bianual. (Lehnebach et al. 2009). Su descripción taxonómica es la siguiente:

**Cuadro 3.1** Descripción taxonómica de *R. asiaticus*.

<b>Reino</b>	Plantae
<b>División</b>	Magnoliophyta
<b>Clase</b>	Magnoliopsida
<b>Orden</b>	<i>Ranunculales</i>
<b>Familia</b>	<i>Ranunculaceae</i>
<b>Subfamilia</b>	<i>Ranunculoideae</i>
<b>Genero</b>	<i>Ranunculus</i>
<b>Especie</b>	<i>asiaticus</i>

#### 3.1.2. Etapas Fenológicas y su ambiente

Reconocer los estados del crecimiento de *R. asiaticus* es importante para adecuar las decisiones de manejo y el uso de insumos con el desarrollo de la planta, es por ello que a continuación se describen los estadios de crecimiento y su relación con el manejo de cultivos y de insumos.

### 3.1.3 Emergencia de la raíz

En la figura 1, se observa el bulbo de *R. asiaticus* puede tardar entre 7 a 14 días para su emergencia, con temperaturas óptimas entre 10-20 °C y un pH entre 5.5-8.3 (Tamura, 1993). En su hábitat original del mediterráneo y suroeste asiático, el ciclo de floración ocurre de febrero a principios de mayo, cuando el clima es fresco y húmedo. Durante la temporada de clima seco y cálido, *R. asiaticus* entra en un periodo de inactividad por 5 a 6 meses (Cervený, 2011). La intensidad luminosa tiene una influencia sobre el crecimiento vegetativo, tiempo de floración y calidad del bulbo de ésta especie, los cuales mejoran cuando se exponen al sol, en comparación al crecimiento en sombra (Hassan et al, 1984). Diversas dificultades relacionadas con el manejo y la plantación del bulbo han sido reportadas, tales como problemas para generar brotes, crecimiento no uniforme, tallos frágiles, y enfermedades. Se ha encontrado que humedades relativas bajas y temperaturas frescas, sobre el punto de congelación; reducen la aparición de problemas en los bulbos de *R. asiaticus* (Cervený, 2011).



Figura 1. Emergencia de la raíz en *R. asiaticus*

### 3.1.4 Emergencia de tallo

*R. asiaticus* tarda 14 días en presentar la emergencia de tallo manteniendo una temperatura no mayor a 20 °C (Figura 2).



**Figura 2.** Emergencia del tallo *R. asiaticus*

### 3.1.5 Desarrollo de las hojas verdaderas

El *R. asiaticus* requiere para desarrollar las hojas verdaderas de 28 a 35 días y una temperatura entre los 13 y los 24 °C (Figura 3).



**Figura 3.** Hojas Verdaderas de *R. asiaticus*

### 3.1.6 Presiembra

Las raíces bulbosas pueden adquirir una gran variedad de infecciones por microorganismos presentes en el suelo, tales como *Fusarium tabacinum*, *F. oxysporum* f. sp. *mranunculi*, *Pythium sylvaticum*, *P. debaryanum*, *Itersonilia spp.*, *Erysiphe polgoni*, virus necrótico del tabaco, virus de la papa, f. *raunculi*, entre otros. Algunos autores recomiendan la inmersión de bulbos por 3 horas en solución fungicida de benomyl o carbendazim ( $1000 \text{ mgL}^{-1}$ ) antes de su plantación (Meynet, 1993). Los bulbos de *Ranunculus asiaticus* también pueden ser tratados con soluciones preventivas contra enfermedades causadas por hongos, lo más común es la utilización de Ridomil Gold (Metalaxil), preparar una solución de 1L/200lt y sumergir los bulbos por 5 minutos.

### 3.1.7 Siembra

DeHertogh (1996) sugiere que los bulbos deben ser humedecidos en una corriente lenta de agua y someterlos a un proceso en frío de generación de brotes antes de plantarlos. Okhawa (1986) encontró que un periodo de 4 a 6 semanas de almacenamiento en frío ( $5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ) ayudó a acelerar la floración. La siembra de *R. asiaticus* se realiza en camas de medio metro de ancho por 40m largo y 0.30m de altura. Previo a la siembra el suelo debe ser humedecido a capacidad de campo (30%), se realizan agujeros de 3 pulgadas de profundidad y con una separación de 4 pulgadas, el bulbo se coloca en cada uno de los agujeros y finalmente es cubierto con suelo. Por su parte la cebolla puede sembrarse por cantidad correspondiente a  $2 \text{ Kg ha}^{-1}$  de semilla (Amaya et al, 2012).

### 3.1.8 Fertilización

La dosis de fertilizante correspondiente de *R. asiaticus* es 20-20-20 de N-P-K (Nitrógeno-Fósforo-Potasio)(Tamura,1995), Alvarez (2009) reporta en la cebolla (*Allium cepa*), una fertilización de 140-50, 150-80, 160-80 kg/ha de N-P (Nitrógeno-Potasio) a lo largo de su desarrollo. Por otro lado, Acosta (2008) para el ajo (*Allium sativum*) utiliza una fertilización de 180-60-80 kg/ha de N-P-K (Nitrógeno-Fosforo-Potasio); y la Rosa (*Rosa spp*) tiene un requerimiento nutritivo de 20-15-20 (Nitrógeno-Fosforo-Potasio) tomando como referencia la primer hoja madura por debajo de la flor (Castilla, 2005).

### 3.1.9 Enfermedades

*R.asiaticus* es susceptible a enfermedades ocasionadas por hongos, tales como la cenicilla, botrytis y pudrición de la raíz. Además de ser susceptible a la enfermedad pudrición del bulbo cuyo agente causal es la bacteria *Pseudomona viridiflava*.

La enfermedad de mayor impacto durante el cultivo de *R. asiaticus*, es la llamada “Pudrición de la raíz” ocasionada por *Fusarium oxisporum* (Figura 4), cuyo principal síntoma es la degradación de todo el sistema radicular y cuya principal característica es la presencia de micelio color blanco en el bulbo de la flor (González,2012).

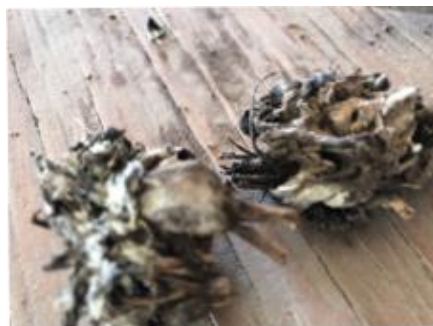


Figura 4. Bulbo infectado por *Fusarium oxysporum*

### 3.1.9.1 Control

Para el control de *Fusarium oxysporum* se han utilizado fungicidas sistémicos como los benzimidazoles, en este grupo se incluyen el benomil, carbendazim, tiabendazol, y tiofanato (Villa, 2015), para *Ranunculus* al igual que el cultivo de ajo (*Allium sativum*) (Acosta,2008) utilizó Metalaxil en una dosis de 2 L/ha ya que de acuerdo con registros de Fernandez-Herrera en 2007, el uso de este fungicida es efectivo en cultivos como calabacita (*Cucurbita pepo L.*), melón (*Cucumis melo L.*), tomate (*Solanum lycopersicum*), cacao (*Theobroma cacao L.*), fresa (*Fragaria x ananassa Duch.*) para el control de esta enfermedad.

### 3.1.10 Pudrición del Bulbo

*P. viridiflava* es una bacteria fluorescente, la cual se encuentra en el suelo. Para verificar su adscripción taxonómica se realizan análisis moleculares que codifican al gen ARNr 16S, lo que permite su identificación con mayor precisión (Billing, 1970; Gitaitis et al.,1991).

La enfermedad “pudrición del bulbo” ocasionada por *Pseudomona viridiflava* en *R. asiaticus* causa la descomposición total del bulbo de la flor (Figura 5), y en las plantas adultas se

caracteriza por el amarillamiento del follaje, el ennegrecimiento del cuello de la planta y manchas color marrón (Figura 6), muy similar a los daños ocasionados en cebolla donde las capas tiene manchas color marrón y el follaje tiende a marchitarse (Faggani et al, 2004).



Figura 5. Bulbo dañado por *Pseudomonas viridiflava*



Figura 6. Planta adulta de *R. asiaticus* dañada por *Pseudomonas Viridiflava*

### 3.1.10.1 Control

Para *R.asiaticus* en caso de presentarse la enfermedad o de existir condiciones climáticas adversas como, lluvias muy intensas y frecuentes que provocan periodos prolongados de humedad relativa, pueden realizarse aplicaciones preventivas de Champion PM (Hidróxido de cobre)  $1.8 \text{ kg ha}^{-1}$ , Zicofan M 80 (Oxicloruro de cobre + mancozeb)  $3 \text{ kg ha}^{-1}$  o Final Bacter (Gentamicina)  $1.5 \text{ kg ha}^{-1}$  siguiendo las recomendaciones de Inifap 2013 para el cultivo de cebolla.

### 3.1.11 Plagas

La principal plaga que afecta altamente a la calidad de la flor *R.asiaticus* son los trips (*Frankliniella occidentalis*), es un insecto polífago, se hospeda en diferentes cultivos hortícolas como tomate de cáscara (*Solanum lycopersicum*), ajo (*Allium sativum*), cebolla (*Allium cepa*), algodónero (*Gosypium hirsutum*), entre otros cultivos y maleza (Aguilar,2017). En *R.asiaticus* la afectación se manifiesta principalmente por el daño a los pétalos del botón, consume el pigmento que otorga la coloración natural con afectación directamente en la estética del botón (Figura 7). En el aguacate (*Persea americana*) y gerbera (*Gerbera spp.*) cuando las poblaciones son numerosas pueden ocasionar marchitez prematura, retardar el desarrollo de la hoja y distorsionar los brotes. (Ramirez,2013; Castresana,2008).



Figura 7. Daño causado por *Frankliniella occidentalis*

### 3.1.11.1 Control

El control de trips (*Frankliniella occidentalis*) es complicado, existen diferentes productos químicos capaces de lograr un control eficaz, por ejemplo, en cebolla (*Allium cepa*) la utilización de Imidacloprid + Betacyflutrin y Propenofos resulta eficiente para controlar al insecto (Aguilar 2017), por otra parte existen productos químicos altamente tóxicos que contienen el ingrediente activo METAMIDOFOS; Ramírez (2007) señala que Metamidofos se degrada en el aire libre en sistemas de agua natural, tiene en promedio una vida de entre 9 y 15 días y una semana en el sedimento del suelo; también asegura que la persistencia tóxica del producto plaguicidas se debe a lo nuevo de su estructura química y los organismos naturales de descomposición (bacterias, por ejemplo), no tienen vías para degradarlos. Para *R. siaticus* se utiliza Metamidofos con dosis de 1.5 lha<sup>-1</sup>.

### 3.1.12 Cosecha

La flor *R. asiaticus* (Figura 8) es cosechada a finales de febrero, debe realizarse a primeras horas del día evitando la exposición de la flor a temperaturas altas, su duración de cosecha es de 4-5 semanas, durante todo este periodo es omitida cualquier aplicación de insecticidas que puedan afectar directamente a las personas que están en contacto con la flor. Por su parte de acuerdo con información de Infoagro (2010); en la Rosa (*Rosa spp*) la cosecha se debe

realizar a primera hora de la mañana o a finales del día por la tarde , en condiciones favorables para la flor (primavera-verano), la mayor parte de las variedades se cortan cuando los sépalos del cáliz y los pétalos aún no se han desplegado. Si se cortan demasiado inmaduras, los botones pueden marchitarse y la flor no se endurece, ya que los vasos conductores del pedúnculo aún no están suficientemente lignificados. En todo caso, siempre se debe dejar el tallo después del corte con 2-3 yemas que correspondan a hojas completas (5-7 foliolos) (Infoagro,2010).



Figura 8. Especie de *R. asiaticus*

### 3.2 Etileno

El crecimiento y desarrollo de la flor es controlado por hormonas debido a los cambios ambientales (McClellan y Chang, 2008). Entre estas hormonas se encuentra el etileno, este controla algunos de los procesos en la planta, la senescencia de los órganos, respuesta al estrés y la germinación de la semilla (Owino et al., 2006; Zhu y Zhou., 2007; Jiang et al., 2011; Oms-Oliu et al., 2011; Zheng et al., 2013), expresandose por ablandamiento del fruto, actúa en la modificación del color, la modificación de la textura, el aumento de azúcares, ácidos orgánicos que afectan la calidad nutricional de los frutos y el

aumento a la susceptibilidad del ataque de patógenos asociados a la pérdida de la integridad de la pared celular (Giovannoni, 2004; Seymour et al., 2013; Dos Santos et al., 2015).

### 3.2.1 Biosíntesis de etileno

El etileno se sintetiza a partir del aminoácido metionina, primero se da la conversión de metionina a S-adenosil-L-metionina (SAM) catalizada por la enzima SAM sintetasa, luego se presenta la formación de 1-aminociclopropano-1-ácido carboxílico (ACC) a partir de SAM mediante la enzima ACC sintasa (ACS) y finalmente la conversión de ACC a etileno, catalizada por la ACC oxidasa (ACO) (Bapat et al., 2010) (Figura 9). La metionina es reciclada en el ciclo de “Yang” lo que conlleva a tener altas tasas de producción de etileno sin necesidad de altos niveles de metionina intracelular (Barry y Giovannoni, 2007).



Figura 9. Biosíntesis de Etileno

### 3.2.2 Inhibidores de etileno

El etileno es una molécula compuesta por dos átomos de carbono, unidos por un doble enlace covalente no polar, que es gas a temperatura y presión ambientales. En las plantas actúa como un regulador de crecimiento, el cual está involucrado en diversos procesos fisiológicos, tales como la germinación, el crecimiento, la apertura del botón, la senescencia de hojas y flores, así como la abscisión y la maduración de frutos (Yoo et al., 2009). La senescencia prematura mediada por el etileno afecta la longevidad después de la cosecha de

diversas especies utilizadas como flores cortadas. Éste fenómeno también afecta la abscisión de pétalos y flores completas (Scariot et al, 2014). Aunque diversos factores de calidad son tomados en cuenta por los consumidores, tales como la apariencia general, el color y la uniformidad; la longevidad continúa siendo un factor fundamental en la toma de decisiones del comprador (Reid et al; 2012).

Los niveles endógenos de las flores provocan la abscisión de pétalos, así como su marchitez (van Doorn y Woltering, 2008). Aunque los niveles de etileno generado por la planta cambian durante su desarrollo, se sabe que los tejidos de las plantas sintetizan cantidades entre 0.1 y 0.2  $\mu\text{l kg}^{-1} \text{h}^{-1}$  (Martínez Romero et al., 2007).

Diversos estudios han encontrado que las flores de otras plantas en la familia *Ranunculaceae* han mostrado alta sensibilidad al etileno, incluyendo *Aconitum napellus* L., *Anemone X hybrida*, *Delphinium ajacis*, y *Nigella damascena* L. (Cervený, 2011).

Una fuente significativa de etileno en la industria de las flores es el patógeno fúngico *Fusarium* (*Fusarium oxysporum* Schlecht f. sp. *tulipae*), el cual produce etileno al atacar bulbos de tulipán (Kamerbeek y de Munk, 1976).

Debido a la sensibilidad de diversos tipos de flores al etileno, su exposición debe ser limitada. Algunos métodos químicos han sido empleados, como por ejemplo, la aplicación de permanganato de potasio para remover el etileno del medio ambiente mediante oxidación (Hernández et al, 2007). El tiosulfato de plata (STS) es ampliamente utilizado en la industria de las flores cortadas, para evitar el daño por etileno (Blankenship Dole, 2003). Otros investigadores han encontrado que el 1- Metilciclopropeno (1-MCP) inhibe el efecto del etileno por periodos variables, lo cual permite un manejo más adecuado de las flores en los procesos de venta, ya que es posible que las flores con 1-MCP retomen su ciclo de

crecimiento después de cierto periodo (durante los traslados), lo cual no es posible con el STS (Cerveny y Miller, 2010).

Por otro lado, el efecto positivo sobre la longevidad de las flores, debido a la aplicación de ciertos inhibidores de etileno, no se manifiesta en otras especies. Por ejemplo, la aplicación de STS no ha mostrado su eficacia en flores de *Eustoma* (Shimizu Ichimura, 2005). La aplicación de 1-MCP no ha sido efectiva en extender el tiempo de anaquel de flores mantenidas en ambientes libres de etileno (Cho et al, 2001), aunque si ha mostrado resultados positivos en *Lathyrus odoratus* (Kebenei et al., 2003).

El tratamiento con aminoetoxivinilglicina (AVG) ha mostrado buenos resultados como inhibidor de la síntesis de etileno y la extensión de vida de anaquel de claveles (Baker et al, 1977) y flores de dragón (*Antirrhinum*)(Wang et al., 1977). La aplicación de aminoetoxivinilglicina(AVG) en solución 1mM extendió al doble el tiempo de vida de flores cortadas de *Eustoma*, con respecto al control (Shimizu Ichimura, 2010). Dosis de AVG de 375 mg/L mostraron ser óptimas para reducir la abscisión de hojas de *Corymbia torelliana* y *Corymbia citriodora*; provocadas por la generación de etileno (Trueman y Atkins, 2013).

Por otro lado, en un estudio donde fueron empleados inhibidores tales como el ácido aminoxiacético (AOA) y el tiosulfato de plata (STS); fue demostrado que el etileno no es un regulador importante en la senescencia de flores cortadas de *R. asiaticus* (Kenza et al, 2000). Sin embargo, el efecto de la aminoetoxivinilglicina como inhibidor de crecimiento de flores en el proceso de apertura de botón en *R.siatricus* aún no ha sido explorado.

### **3.2.2.1 Aminoetoxivinilglicina (AVG)**

El AVG es un compuesto análogo *etoxi* de rizo- bitoxina que inhibe la biosíntesis de etileno, debido a que bloquea la acción de la enzima ACC sintasa, mediante la unión al sustrato (fosfato de piridoxal: PLP) (Johnson y Colgan, 2003). La aplicación de AVG ha mostrado resultados favorables en la disminución de la caída de frutos y retraso de la maduración (Schupp et al., 2004) en frutales como manzano (Salas et al., 2011), durazno (Hayama et al., 2008), nectarines (McGlasson et al., 2005) y peral (D'Aquino et al., 2010), con efectos diferenciales dependiendo del cultivar (Belding y Lokaj, 2002). La aplicación de AVG puede realizarse en pre-cosecha y las dosis para aplicaciones foliares se encuentran alrededor de  $124 \text{ g ha}^{-1}$  (Saltveit, 2005). A pesar de su eficacia, este compuesto es ineficiente cuando los productos agrícolas tienen contacto con el etileno del ambiente (Newman et al., 1998). Los tratamientos precosecha y poscosecha con AVG disminuyen la producción de etileno, la respiración, el ablandamiento, la degradación de clorofilas, la pérdida de peso, en general retrasan el proceso de maduración en frutos climatéricos (Hayama et al., 2008) y flores de corte (Seo et al., 2009). Por su parte, McFadyen et al., 2012, comenta que los resultados del cultivo dependen de la variedad y la concentración de AVG utilizada.

## **4.MATERIALES Y MÉTODOS**

Los experimentos se realizaron en los ciclos otoño-invierno durante 2017-2018 y 2018-2019, en terrenos de la empresa Agroproductos y Servicios del Golfo de California SPR de RL en la Colonia Luis Romero Lote 1, en el Valle de Mexicali, Baja California, México (32° 38' 22.9'' N, 114° 57' 28 O). El clima en esta zona es de tipo desértico y el verano se caracteriza por ser cálido, muy seco, con temperaturas promedio máximas y mínimas de 43 y 16 °C (García,1985).

Las variedades de *R.asiaticus* utilizadas para comprobar el efecto del inhibidor Retain® (aminoetoxivinilglicina)(AVG) sobre la apertura del diámetro del botón floral, la altura y el porcentaje de incremento en el diámetro y la altura fueron: La Belle Deep Rose (DER), La Belle Dark Orange (DAR).

### **4.1 Arreglo de tratamientos y diseño experimental**

Los tratamientos del presente experimento fueron: el uso de las dosis de inhibidor Retain®(AVG): 0 ppm (como testigo), 100 ppm, 150 ppm y 200 ppm. En todos los tratamientos fueron sembradas dos variedades de flor *R. asiaticus* La Belle Deep Rose (DER) y La Belle Dark Orange (DAR), el AVG fue aplicado en la etapa de floración de *R.asiaticus* solo una vez, a través de una mochila marca Swissmex de 15 lt. En el primer ciclo, se aplicó el 27 de febrero de 2018 y en el segundo, el 4 de marzo de 2019,respectivamente.

En el ciclo 2017-2018, la siembra se hizo en camas de 1m de ancho x 40m de largo, con una densidad de 10 bulbos/cama a 8 pulgadas de separación. En el ciclo 2018 -2019 solo varió la densidad y la separación de los bulbos, en 3 bulbos/cama a 4 pulgadas de separación, respectivamente. Fue utilizado un diseño experimental de bloques completamente al azar con tres repeticiones con arreglo factorial 2x4(dos variedades *R.asiaticus* x Inhibidor(3niveles+testigo)).

Previo a la siembra, fue realizado un análisis de pH en el suelo de las parcelas. El muestreo se realizó a una profundidad de 30 cm en tres lugares de cada parcela. Los resultados obtenidos mostraron un valor de pH = 8.2. La fertilización utilizada para las variedades fue de 20-20-20 de  $\text{Kgha}^{-1}$  (Nitrógeno-Fósforo-Potasio), aplicada cada tercer día durante los primeros 6 meses en ambos ciclos (Tamura, M. 1995).

Durante los ciclos 2017-2018 y 2018-2019, previo a la siembra los bulbos fueron tratados por 5 minutos con una solución de Metalaxil ( $1\text{Lha}^{-1}$ )(Ridomild Gold) contra enfermedades fúngicas; ajustada a la recomendación en Rosa (*Rosa spp*) (Alvarez,2013).

Posteriormente, los bulbos fueron llevados al área experimental para colocarlos en agujeros de 3 pulgadas de profundidad a una separación de 4 y 8 pulgadas, respectivamente.

Durante el ciclo 2017-2018, 15 días después de la siembra, fue aplicada una dosis adicional de  $1\text{Lha}^{-1}$  de Metalaxil (Ridomil Gold) durante 15 días con la finalidad de controlar un brote de pudrición de raíz ocasionado por *Fusarium oxisporum*. Durante el ciclo 2018-2019 no se presentó éste problema.

En el mes de noviembre 2017 fue aplicado un tratamiento de gentamicina ( $2\text{L ha}^{-1}$  Final Bacter), durante 15 días, con el objetivo de controlar un brote de pudrición de bulbo

ocasionado por la bacteria *Pseudomona viridiflava*; la cual provoca la descomposición del sistema radicular, la degradación del bulbo y marchitamiento del follaje (Vergel et al, 2017). Para el ciclo 2018-2019 no se presentó éste problema.

En ambos ciclos las variedades fueron atacadas por Thrips (*Frankliniella occidentalis*) un insecto capaz de ocasionar marchitez prematura, retardar el desarrollo de la hoja y distorsionar los brotes, muy similar al daño provocado en aguacate (*Persea americana*) (Castresana, 2008). Para su control se realizaron 3 aplicaciones de Metamidofos (Metaprón) con una dosis de 500 mlha<sup>-1</sup> en los meses diciembre, enero y febrero.

Se agregaron tres aplicaciones de AGRIMIL plus ingrediente activo( citoquinas 0.204%) 1Lt ha<sup>-1</sup> en los meses de diciembre y enero.

#### 4.1.1 Variables evaluadas.

Las variables evaluadas fueron el diámetro del botón(cm), la altura de la planta(cm). A partir de los datos de diámetro y de altura fueron calculados los porcentajes de crecimiento en cada etapa:

$$\% \text{ Crecimiento 0 a 24 horas} = \frac{\text{Diámetro 24 horas} - \text{Diámetro inicial}}{\text{Diámetro inicial}} \times 100$$

$$\% \text{ Crecimiento 24 a 48 horas} = \frac{\text{Diámetro 48 horas} - \text{Diámetro 24 horas}}{\text{Diámetro 24 horas}} \times 100$$

$$\% \text{ Crecimiento 0 a 48 horas} = \frac{\text{Diámetro 48 horas} - \text{Diámetro inicial}}{\text{Diámetro inicial}} \times 100$$

Adicionalmente fueron calculados los porcentajes de crecimiento de la planta, sustituyendo los datos correspondientes para la altura en las mismas fórmulas utilizadas para el diámetro. De la misma forma, como dato adicional, se contó el número de botones por planta para ambas variedades.

El análisis estadístico fue aplicado también a estas variables calculadas.

Las dosis de Retain<sup>®</sup> (AVG) fueron aplicadas solo una vez en la floración, cuando la apertura del botón *R.asiaticus* alcanzó un diámetro de 2 a 3 cm. Los valores del diámetro del botón y altura de la planta fueron medidos cada 24 horas durante un periodo de dos días.

Para la medición del diámetro del botón se utilizó un Vernier marca Electronic Digital Caliper con una precisión de  $\pm 0.2\text{mm}$ ; mientras que la altura de la planta desde la base del tallo hasta el botón fue medida con una cinta métrica marca Truper<sup>®</sup>.

#### **4.1.2 Análisis estadístico de los resultados**

Se realizaron análisis de varianza en bloques completamente al azar con un arreglo Factorial 2x4 con tres repeticiones, para estudiar el efecto de los niveles de Retain<sup>®</sup> (AVG) sobre el diámetro del botón, la altura por planta; la interacción variedad x tratamiento y el porcentaje de crecimiento para ambas variables, con un nivel de significancia ( $p < 0,05$ ); utilizando el programa estadístico SAS (SAS, 2000). Cuando en los análisis de varianza fueron detectadas diferencias significativas entre tratamientos, fue aplicada la prueba de comparación de medias de Dunnett ( $p < 0.05$ ).

## 5.RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1 Apertura del diámetro del botón floral

El diámetro del botón de flores provenientes de tres diferentes ranúnculos fueron medidos inmediatamente después de la aplicación de la aminoetoxivinilglicina (día 0), 24 horas después de la aplicación (día 1) y 48 horas después de la aplicación (día 2). Estas mediciones fueron realizadas para la prueba testigo, así como para cada uno de los niveles de Retain® (AVG) del experimento. Los resultados promedio de las mediciones están reportados en el cuadro 1. Los resultados extendidos, correspondientes a cada uno de los botones medidos se encuentran en los cuadros A1 y A2; en la sección de anexos. Los datos en los cuadros A1 y A2, muestran que al inicio (día 0), los botones tenían un diámetro entre 2.13 y 3.32 cm (Deep Rose), y 2.08 y 4.49 cm (Dark Orange). Por otro lado, después de 48 horas, los botones tenían un diámetro entre 2.7 y 5.51 cm (Deep Rose), y 2.87 y 5.81 (Dark Orange).

**Cuadro 1.** Diámetro del botón (cm) para las flores de ranúnculos evaluados en tres ambientes en el ciclo 2018-2019 en el valle de Mexicali. Significativo con un nivel de confianza del 95%: a, variedad; b, tratamiento; ab, interacción variedad×tratamiento.

Variedad	Tratamiento	Día 0 (cm)	Día 1 (24 hrs) (cm)	Día 2 (48 hrs) (cm)	% Crecimiento 0 a 24 hrs	% Crecimiento 24 a 48 hrs	% Crecimiento 0 a 48 hrs
Deep Rose	0 ppm	2.36	3.18	4.17	35.25	31.36	77.72
	100 ppm	3.06	3.62	5.37	18.74	49.24	77.27
	150 ppm	2.66	3.34	3.8	23.67	16.54	41.46
	200 ppm	2.8	2.93	3.47	4.50	17.06	22.40
Dark Orange	0 ppm	3.3	4.24	5.87	28.06	38.85	77.42
	100 ppm	3.37	3.57	4.18	6.22	16.76	23.94
	150 ppm	2.55	2.88	3.89	13.66	35.37	54.55
	200 ppm	2.53	2.91	4.01	17.21	41.82	68.78
	Promedio	2.83	3.33	4.35 <sup>b,ab</sup>	18.41 <sup>b</sup>	30.88	55.44

Los porcentajes de crecimiento entre cada etapa de 24 horas, y el porcentaje de crecimiento total de los botones; fueron calculados para cada variedad y tratamiento, con el objetivo de poder comparar el crecimiento con botones de diferente tamaño inicial. En general puede observarse en los valores reportados en el cuadro 1, que los botones testigo crecieron a un mayor ritmo que los botones con la presencia de la aminoetoxivinilglicina (AVG).

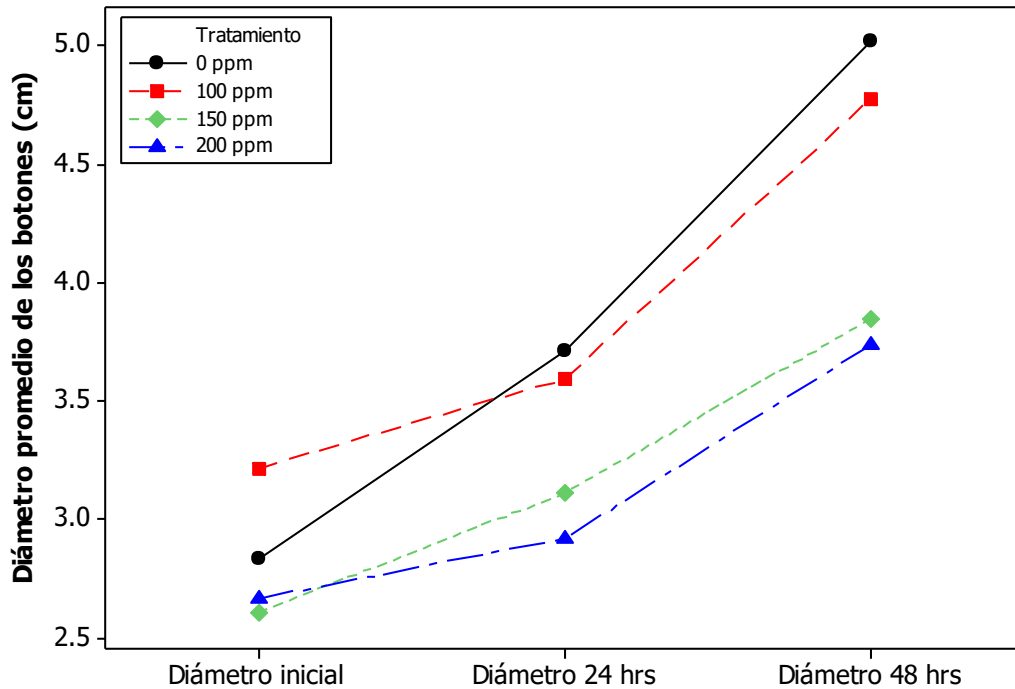
En el ciclo 2017-2018, la interacción variedad x tratamiento resultó significativa solo para la variable altura por planta ( $p < 0.05$ ) (cuadro A3). El efecto de los tratamientos del Retain® (AVG) no fue significativo para el diámetro de los botones en éste ciclo. Sin embargo, en el ciclo 2018-2019, el análisis de varianza aplicado mostró que tanto el tratamiento como la interacción variedad x tratamiento fueron significativas con un nivel de confianza del 95% (Cuadros 1 y A8). Las diferencias encontradas entre ciclos podrían estar relacionadas por la incidencia de un mayor número de eventos de control de plaga, aunque por otro lado para el ciclo 2018-2019 fue mejorada la precisión en la determinación del diámetro del botón mediante el uso de un micrómetro.

En el ciclo 2018-2019 el tratamiento tuvo un impacto significativo sobre el diámetro obtenido a los dos días del inicio (48 horas) ( $p < 0.5$ ). Los resultados mostraron que también la interacción variedad x tratamiento fue significativa para el caso del diámetro a las 48 horas (Cuadros 1 y A4). También, el porcentaje de crecimiento durante el primer día (0-24 horas) fue afectado de forma significativa por la dosis de AVG ( $p < 0.5$ ). Estos resultados sugieren que la presencia de la aminoetoxivinilglicina es capaz de inhibir el proceso de crecimiento de la flor sin cortar. Diversos estudios han encontrado que las flores de otras plantas en la

familia *Ranunculaceae* han mostrado sensibilidad al etileno, incluyendo *Aconitum napellus* L., *Anemone X hybrida*, *Delphinium ajacis*, y *Nigella damascena* L. (Cervený, 2011). El tratamiento con AVG ha mostrado resultados similares en claveles (Baker et al, 1977) y flores de dragón (*Antirrhinum*)(Wang et al., 1977). De acuerdo al ciclo de Yang para la síntesis del etileno (Yang y Hoffman, 1984), la adición de AVG inhibe la enzima ACC-sintetasa, cuya vida media es muy corta, y se encuentra en concentraciones bajas en las células.

Con la finalidad de comparar el crecimiento de las flores en cada ambiente, con respecto al testigo, los datos del diámetro promedio, considerando ambas variedades, fueron graficados con respecto al tiempo de la medición (Figura 10). Tanto para el testigo, como para cada uno de los tratamientos se observa que el diámetro del botón se incrementa después de 24 y 48 horas de la aplicación del Retain<sup>®</sup> (AVG). Sin embargo, el ritmo de crecimiento es inversamente proporcional a la dosis del inhibidor. Por ejemplo, el diámetro promedio global para el testigo varió de 2.75 a 5.1 cm (85%), mientras que para la dosis de 200 ppm, el promedio global varió de 2.65 a 3.6 (36%). Por otro lado, los resultados en la figura 10 también muestran que el ritmo de crecimiento no es el mismo entre las 0 y las 24 horas, que entre las 24 y las 48 horas.

Con el propósito de evaluar las diferencias encontradas entre las dosis de AVG aplicadas, fueron realizadas comparaciones entre los efectos de cada tratamiento, utilizando el criterio de Dunnett, tanto para los resultados del diámetro a las 48 horas de aplicación, como para el porcentaje de crecimiento de 0 a 24 horas (Cuadros 2 y 3). También fueron realizadas gráficas de interacción entre la dosis de AVG y la variedad de ranúnculos; las cuales muestran el porcentaje de crecimiento promedio (Figuras 11 a 13).



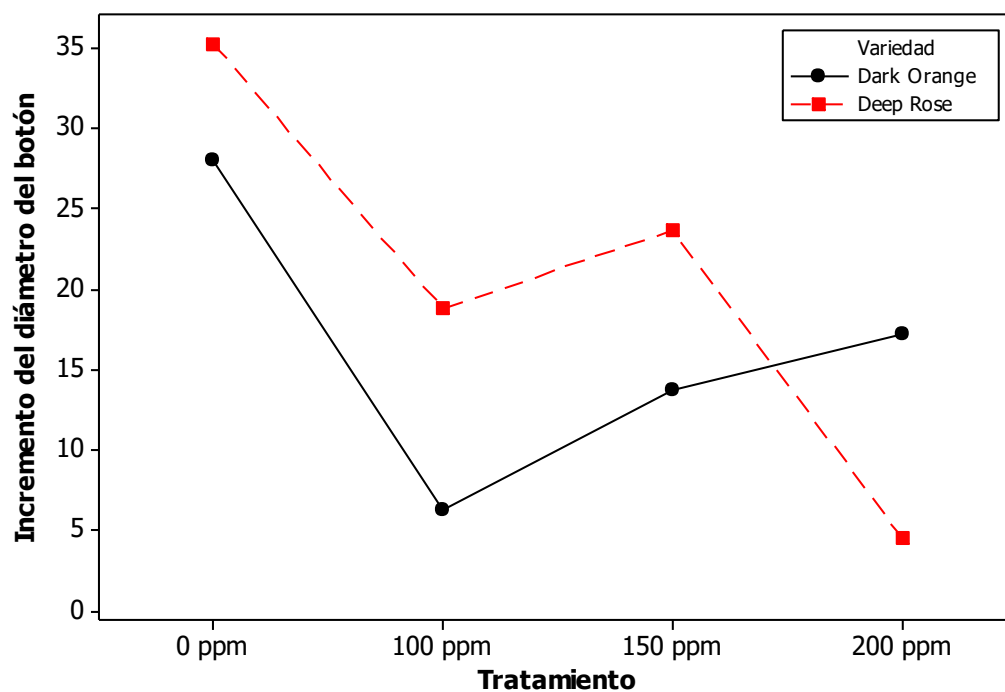
**Figura 10.** Diámetro promedio de los botones en función del tiempo de medición, para las variedades Dark Orange y Deep Rose; con diferentes dosis de inhibidor.

**Cuadro 2.** Efecto comparativo (Dunnett, 95% confianza) del efecto de la dosis de inhibidor suministrada, sobre el diámetro de botón, medido a las 48 horas de aplicación, durante el ciclo 2018-2019.

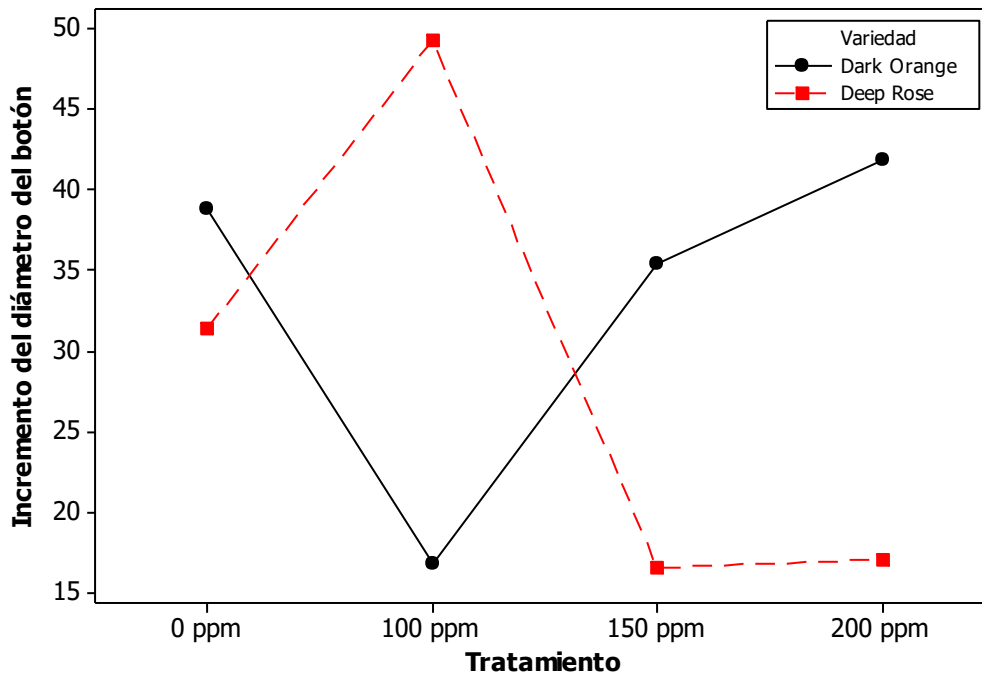
Variable evaluada	Variedad	Dosis AVG (ppm)	Media	Descripción
Diámetro (48 horas)	<i>Deep Rose</i>	0	4.17	a
		100	5.37	b
		150	3.8	a
		200	3.47	a
	<i>Dark Orange</i>	0	5.87	b
		100	4.18	a
		150	3.89	ab
		200	4.01	ab

**Cuadro 3.** Efecto comparativo (Dunnett, 95% confianza) del efecto de la dosis de inhibidor suministrada, sobre el porcentaje de crecimiento del diámetro del botón, medido a las 24 horas de aplicación, durante el ciclo 2018-2019.

Variable evaluada	Variedad	Dosis AVG (ppm)	Media	Descripción
% Crecimiento de diámetro 0 a 24 horas	<i>Deep Rose</i>	0	35.25	a
		100	18.74	a
		150	23.67	a
		200	4.5	b
	<i>Dark Orange</i>	0	28.06	a
		100	6.22	b
		150	13.66	a
		200	17.21	a



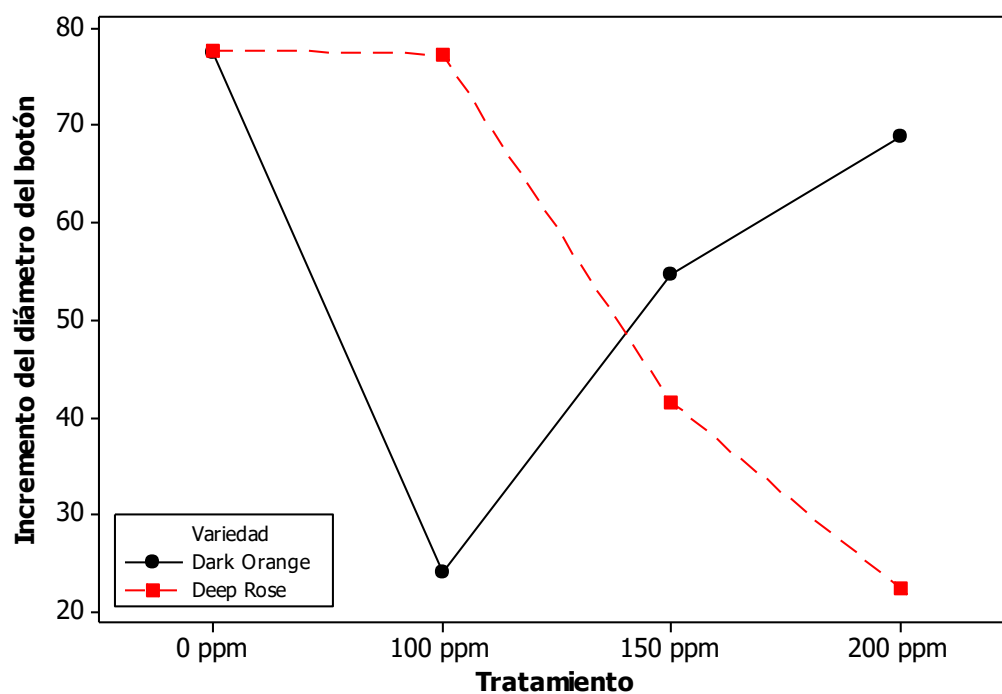
**Figura 11.** Porcentaje de incremento promedio del diámetro del botón, de 0 a 24 horas, para las variedades Dark Orange y Deep Rose; con diferentes dosis de inhibidor.



**Figura 12.** Porcentaje de incremento promedio del diámetro del botón, de 24 a 48 horas, para las variedades Dark Orange y Deep Rose; con diferentes dosis de inhibidor.

Las comparaciones de los efectos de los tratamientos sobre el diámetro del botón alcanzado después de dos días de la aplicación del AVG, muestran que para la variedad Dark Orange el menor diámetro fue logrado a dosis de 150 a 200 ppm, significativamente diferentes al diámetro del testigo ( $p < 0.05$ ); pero para la variedad Deep Rose, el diámetro mayor fue significativamente diferente con respecto al testigo alcanzado con dosis de 100 ppm ( $p < 0.05$ ) (cuadro 2). Con la finalidad de eliminar el efecto de tamaños de botón diferentes al inicio, se analizaron los porcentajes de crecimiento durante el primero y el segundo día, así como, el porcentaje global. Durante el periodo de crecimiento de 0 a 24 horas (Figura 11), se observan tendencias diferentes para las variedades de prueba. Por un lado, para la variedad Dark

Orange se observa que el mayor porcentaje de crecimiento lo presentaron los botones testigo, con un 28%, mientras que el porcentaje de crecimiento en éste periodo para los tratamientos de 100, 150 y 200 ppm crecieron entre 6 y 17%, aunque el mínimo correspondió a la concentración de 100 ppm. La comparación entre los efectos de los tratamientos y el testigo demuestra que existen diferencias significativas en el porcentaje de crecimiento del botón en el periodo de las 0 a las 24 horas de aplicación de AVG( $p < 0.05$ ). Para la variedad Dark Orange, no existen diferencias significativas entre los efectos de las dosis de 150 y 200 ppm con respecto al testigo( $p > 0.05$ ), aunque si se encontraron diferencias significativas entre el tratamiento de 100 ppm y el testigo( $p < 0.05$ ).



**Figura 13.** Porcentaje de incremento promedio del diámetro del botón, de 0 a 48 horas, para las variedades Dark Orange y Deep Rose; con diferentes dosis de inhibidor.

El mayor incremento en el crecimiento de los botones a una concentración más alta de inhibidor en ésta variedad (200 ppm vs 150 ppm), podría estar relacionado con un fenómeno observado con el crecimiento de diversos cultivos de rosas (Doorn, 2014); en donde se encontró que el etileno inhibía la apertura del botón en varios cultivos, pero en otros lo promovía. Una dosis relativamente pequeña de etileno promovía la apertura, mientras que una dosis relativamente alta la inhibía, debido a diferencias en la expresión de una familia de genes represores del crecimiento ‘DELLA (*RhGAI1*)’. Es decir, que debido a las diferencias en la cantidad de etileno generado por diversos cultivos de *R. asiaticus* (Scariot et al, 2009), las mismas dosis utilizadas en éste estudio pueden generar grados de inhibición del crecimiento del botón distintos. Las diferencias en la sensibilidad, así como en el rol promotor-inhibidor de crecimiento del botón ha sido relacionado también con la variación entre cultivos en las concentraciones de otras fitohormonas, principalmente las citoquininas, giberelinas, ácido absísico (ABA) y auxinas (Iqbal et al, 2017).

Para la variedad Deep Rose el máximo porcentaje de crecimiento de botones fue obtenido en el testigo (35%), observándose posteriormente una disminución en el crecimiento obteniéndose el mínimo crecimiento para el nivel de 200 ppm (4.5%). El efecto sobre la apertura del botón de la dosis de 200 ppm fue significativamente diferente al testigo ( $p < 0.05$ ) (cuadro 3). La adición de aminoetoxivinilglicina mostró un efecto positivo para ambas variedades desde la dosis más pequeña, aunque para la variedad Dark Orange ya no existió una mayor disminución con dosis más altas, lo que sí ocurrió con la variedad Deep Rose; tal diferencia fue observada al doble de la dosis, es decir, a 200 ppm.

Por otro lado, los datos mostrados en la figura 12, correspondiente al periodo de crecimiento de 24 a 48 horas, muestran un comportamiento diferente al del primer día. En el caso de la variedad Dark Orange, el mínimo porcentaje de crecimiento fue obtenido con la dosis de 100 ppm (17%), mientras que el crecimiento de los botones con las dosis de 150 (35%) y 200 ppm (42%), estuvieron muy cercanos al crecimiento del testigo (40%). Para la variedad Deep Rose se encontró una respuesta diferente a la concentración de inhibidor, ya que el porcentaje de crecimiento de los botones para el testigo y la concentración de 100 ppm estuvo entre 32 y 49%, mientras que el mínimo crecimiento fue obtenido con el nivel de 150 ppm (16%), muy cercano al de 200 ppm (17%). Desde el punto de vista del crecimiento del segundo día, para la variedad Dark Orange, la mejor concentración de Retain® (AVG) sería la de 100 ppm, mientras que para la variedad Deep Rose la mejor concentración sería la de 150 ppm.

Finalmente, la figura 13 muestra los resultados promedio globales de ambos periodos de crecimiento, en donde se confirma que el menor porcentaje de crecimiento de los botones de *R. asiaticus* es logrado a una concentración de aminoetoxivinilglicina de 100 ppm (24%) para la variedad Dark Orange, mientras que para la variedad Deep Rose, el menor porcentaje de crecimiento es obtenido con 200 ppm (22%). En algunos casos, aun cuando las diferencias no alcanzan el nivel de significancia establecido en el análisis; si hay resultado importantes desde el punto de vista del control de calidad durante la cosecha, ya que la reducción en la velocidad de la apertura del botón permite reducir el porcentaje de botones que exceden las especificaciones de diámetro establecidas por los clientes.

Además de las diferencias en la sensibilidad de diferentes cultivos de *R. asiaticus* al etileno generado a partir de la metionina, es necesario evaluar el efecto del etileno exógeno (Scariot

et al, 2009). El incremento de diámetro observado a una dosis de 100 ppm (77%), respecto al porcentaje de crecimiento del testigo (78%), solo en ésta variedad, podría estar relacionado con etileno ambiental proveniente de corte de botones de *R.asiaticus* contiguos, pero es necesario realizar pruebas en condiciones de aislamiento para evaluar dicha hipótesis. Algunos investigadores han encontrado que para flores cortadas de *R. asiaticus*, la adición de inhibidores de la hormona ACC sintetasa, tales como el ácido aminooxiacético (AOA) y el tiosulfato de sodio (STS) a una concentración máxima de 48 ppm, no tuvieron efecto en la senescencia de las mismas (Kenza et al, 2000). Otros autores encontraron que el uso de STS y AOA en concentraciones de 300 a 350 ppm incrementó la vida post-cosecha de 2 y 4 diferentes tipos de *R. asiaticus*, respectivamente; aunque también encontraron dos tipos de cultivos de la misma especie que fueron insensibles al etileno (Scariot et al, 2009). Los resultados obtenidos en éste estudio muestran que la adición de AVG en dosis de 100 a 200 ppm si tiene un efecto en el etileno generado durante el proceso de apertura del botón en flores vivas, tomando en cuenta que el etileno es una fitohormona multifuncional, capaz de regular los procesos de crecimiento y senescencia (Iqbal et al, 2017).

## **5.2 Altura d la flor**

La altura de flores provenientes de tres diferentes ranúnculos fueron medidos inmediatamente después de la aplicación de la aminoetoxivinilglicina (día 0), 24 horas después de la aplicación (día 1), y 48 horas después de la aplicación (día 2). Estas mediciones fueron realizadas para la prueba testigo, así como para cada uno de los niveles de ReTain (AVG) del experimento. Los resultados de los promedios de éstas mediciones están

reportados en el cuadro 4. Los resultados extendidos, correspondientes a cada uno de los botones medidos se encuentran en los cuadros A9 y A10.

Estos resultados muestran que al inicio las plantas tenían una altura de 38.1 a 55.9 cm (*Deep Rose*), y 45.7 y 55.9 cm (*Dark Orange*). Después de dos días, la altura de los ranúnculos fue de 45.7 a 61.0 cm (*Deep Rose*), y 49.5 y 63.5 cm (*Dark Orange*).

**Cuadro 4.** Altura de la planta (cm) para las flores de ranúnculos evaluados en tres ambientes en el ciclo 2018-2019 en el valle de Mexicali. Significativo con un nivel de confianza del 95%: a, variedad; b, tratamiento; ab, interacción variedad×tratamiento.

Variedad	Tratamiento	Día 0 (cm)	Día 1 (24 hrs) (cm)	Día 2 (48 hrs) (cm)	% Crecimiento 0 a 24 hrs	% Crecimiento 24 a 48 hrs	% Crecimiento 0 a 48 hrs
Deep Rose	0 ppm	43.20	47.40	48.26	10.74	0.93	11.67
	100 ppm	50.4	55.0	55.9	9.62	1.47	11.23
	150 ppm	48.7	49.0	50.8	0.58	3.74	4.33
	200 ppm	52.1	54.2	54.6	4.07	0.76	4.88
Dark Orange	0 ppm	47.0	49.5	51.1	5.50	3.37	8.96
	100 ppm	52.1	52.9	55.0	1.63	4.01	5.68
	150 ppm	52.5	56.3	57.6	7.27	2.39	9.77
	200 ppm	52.5	53.3	59.3	1.67	11.11	12.98
	Promedio	49.81 <sup>b</sup>	52.2 <sup>b</sup>	54.07 <sup>a,b</sup>	5.14	3.47 <sup>a</sup>	8.69

Durante el ciclo 2017-2018, únicamente la interacción variedad × tratamiento resultó significativa, con un nivel de confianza del 95% (cuadro A3). Por otro lado, durante el ciclo 2018-2019, tanto el tratamiento como la variedad tuvieron un impacto estadísticamente significativo sobre la altura medida a las 24 y 48 horas de la aplicación de AVG (cuadro 4); aunque las alturas de las plantas testigo fueron en promedio menores (Figura 14).

Los porcentajes de crecimiento de la altura de la planta entre cada etapa de 24 horas, y el porcentaje de crecimiento total de las mismas, fueron calculados para cada variedad y tratamiento, con el propósito de comparar el crecimiento con plantas de diferente tamaño inicial. Fueron encontradas diferencias significativas con respecto la variedad, en la etapa de crecimiento del segundo día, así como el en porcentaje global de crecimiento. En ésta última etapa, la interacción variedad  $\times$  tratamiento resultó significativa ( $p < 0.05$ ) (cuadro 4).

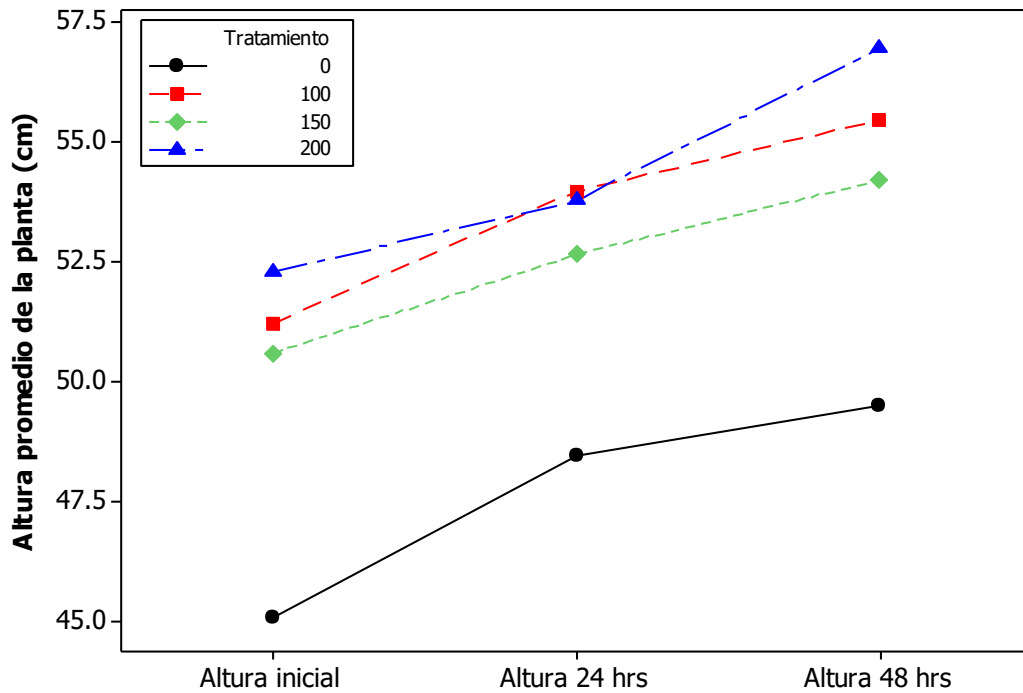
**Cuadro 5.** Efecto comparativo (Dunnett, 95% confianza) del efecto de la dosis de inhibidor suministrada, sobre la altura de la planta, medida a las 48 horas de aplicación, durante el ciclo 2018-2019.

Variable evaluada	Variedad	Dosis AVG (ppm)	Media	Descripción
Altura (48 horas)	<i>Deep Rose</i>	0	47.84	a
		100	55.88	a
		150	50.81	a
		200	54.61	b
	<i>Dark Orange</i>	0	51.11	a
		100	55.02	a
		150	57.57	b
		200	59.27	b

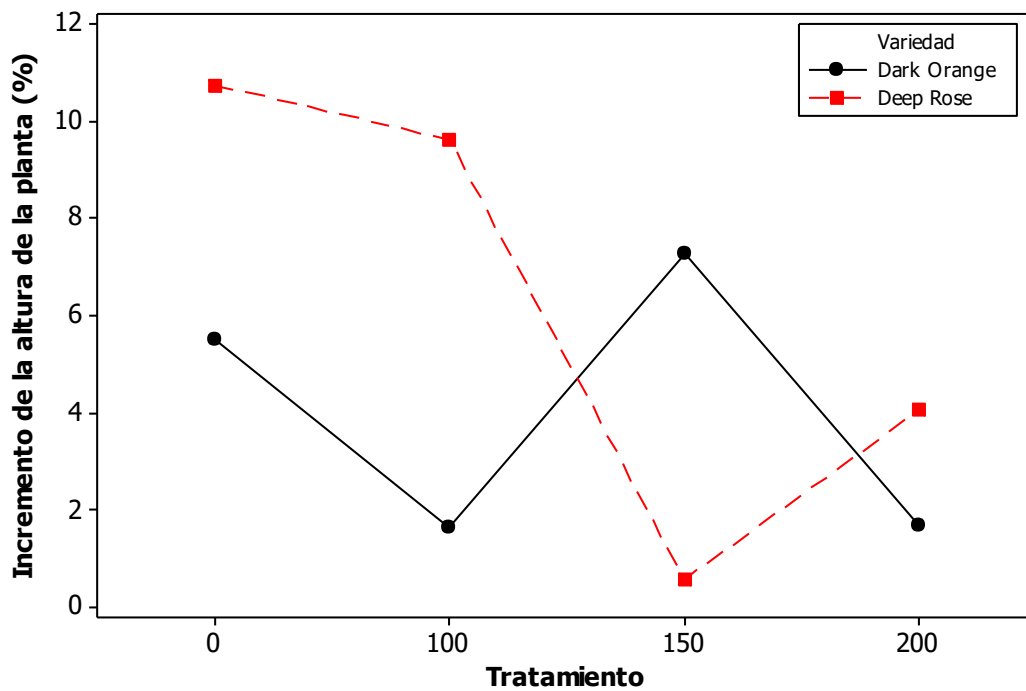
Los resultados de la comparación del efecto de los tratamientos en la altura de la planta mostraron que para la variedad *Deep Rose*, la altura obtenida a dosis de 200 ppm de AVG es significativamente diferente al testigo; mientras que para la variedad *Dark Orange*, tanto las dosis de 150 como de 200 ppm produjeron alturas diferentes al testigo ( $p < 0.05$ ) (cuadro 5). De acuerdo a éstos resultados, un incremento en la dosis de AVG implicaría un crecimiento mayor de la planta respecto al testigo. Sin embargo, se ha encontrado que el desarrollo de hojas y tallo de flores está afectado por la presencia del etileno y otras fitohormonas, como

auxinas, giberelinas y citoquininas (Iqbal et al, 2017), como por ejemplo, el tratamiento con AVG en tallos de flores de arabisopsis, el etileno promueve la división celular, incrementando la masa del tallo, a excepción de plantas expuestas a un estrés ambiental, en donde el etileno tiene un efecto negativo en el ciclo celular (Dubois et al, 2018).

En la figura 14, tanto para el testigo, como para cada uno de los tratamientos se observa que la altura de la planta se incrementa después de 24 y 48 horas de la aplicación del Retain (AVG). La altura del testigo se incrementó en 4.5 cm mientras que los incrementos de altura para los tratamientos fueron de 3.6 cm (100 ppm), 3.6 cm (150 ppm) y 4.6 cm (200 ppm). Sin embargo, debido a que la altura inicial de las plantas testigo fue menor a las plantas de los tratamientos con AVG, y con el propósito de analizar el crecimiento en cada etapa de crecimiento por separado, fueron realizadas gráficas de interacción entre la dosis de Retain (AVG) y la variedad de ranúnculos; las cuales muestran el porcentaje de crecimiento promedio de la planta. La figura 15 muestra los datos promedio de porcentaje de crecimiento entre las 0 y las 24 horas, para cada variedad; en función de la dosis de inhibidor añadida.

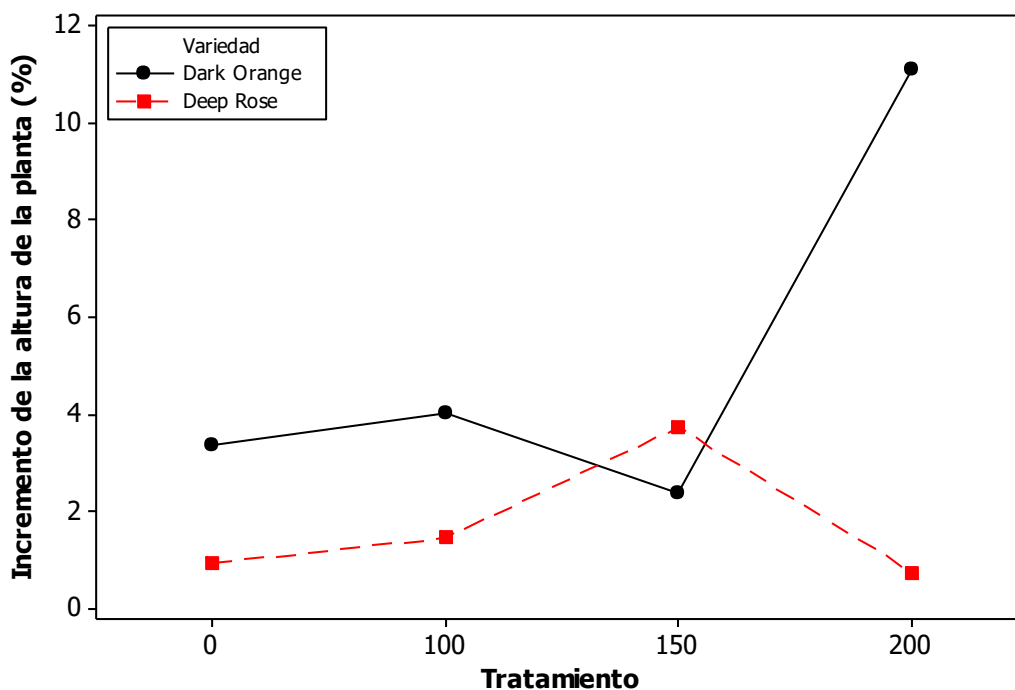


**Figura 14.** Altura promedio de los ranúnculos en función del tiempo de medición, para las variedades Dark Orange y Deep Rose; con diferentes dosis de inhibidor



**Figura 15.** Porcentaje de incremento promedio de la altura del ranúnculo, de 0 a 24 horas, para las variedades Dark Orange y Deep Rose; con diferentes dosis de inhibidor.

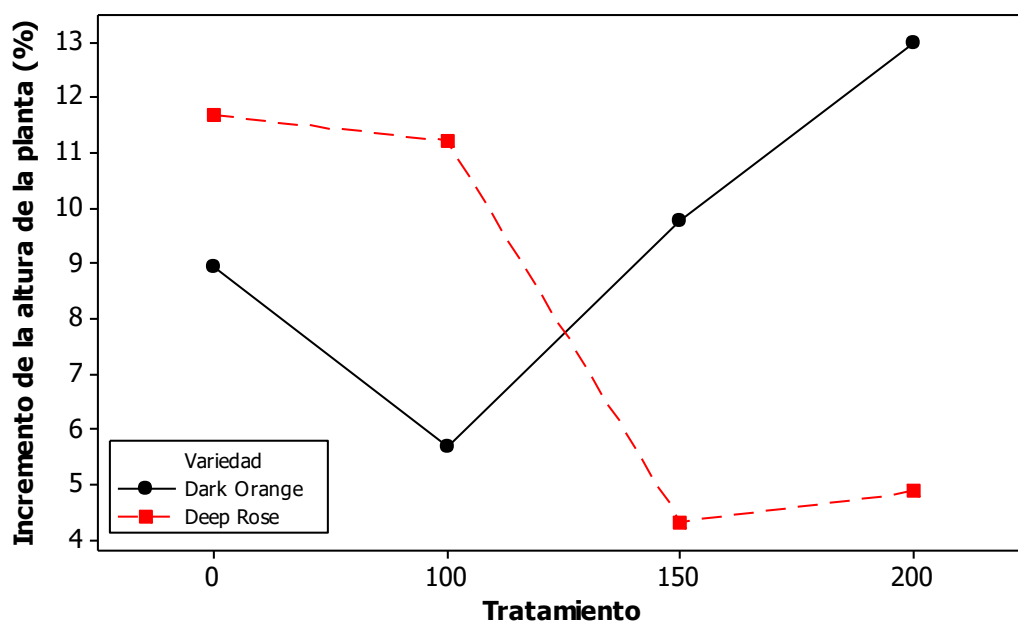
En el primer día de crecimiento se observan tendencias diferentes para las variedades de prueba. Por un lado, para la variedad Dark Orange se observa una tendencia descendente, exceptuando el porcentaje de crecimiento obtenido con la dosis de 150 ppm, en donde se observó un crecimiento promedio de 7.3%. Para la variedad Deep Rose, la tendencia descendente fue más pronunciada obteniendo el crecimiento mínimo (0.6%) con la dosis de 150 ppm. En éste periodo el porcentaje de crecimiento no fue afectado de manera significativa por la variedad o el tratamiento ( $p>0.05$ ) (cuadro A11).



**Figura 16.** Porcentaje de incremento promedio de la altura del ranúnculo, de 24 a 48 horas, para las variedades Dark Orange y Deep Rose; con diferentes dosis de inhibidor.

Por otro lado, los datos mostrados en la figura 16, correspondiente al periodo de crecimiento de 24 a 48 horas, muestran un comportamiento diferente al del primer día. En el caso de la

variedad Dark Orange, el mínimo porcentaje de crecimiento fue obtenido con la dosis de 150 ppm (2.39%), mientras los ranúnculos 200 ppm crecieron en un 11.1% en éste periodo. Para la variedad Deep Rose se encontró una respuesta diferente a la concentración de inhibidor, ya que el porcentaje de crecimiento de las flores estuvo entre 0.75 y 3.73%, sin mostrar una tendencia clara. En éste periodo el porcentaje de crecimiento fue afectado de manera significativa por el tratamiento( $p < 0.05$ ) (cuadro A12).



**Figura 17.** Porcentaje de incremento promedio de la altura del ranúnculo, de 0 a 48 horas, para las variedades Dark Orange y Deep Rose; con diferentes dosis de inhibidor.

El análisis realizado sobre todo el periodo de crecimiento, de 0 a 48 horas, muestra diferencias importantes, en lo que respecta al porcentaje de crecimiento (Figura 17). En el

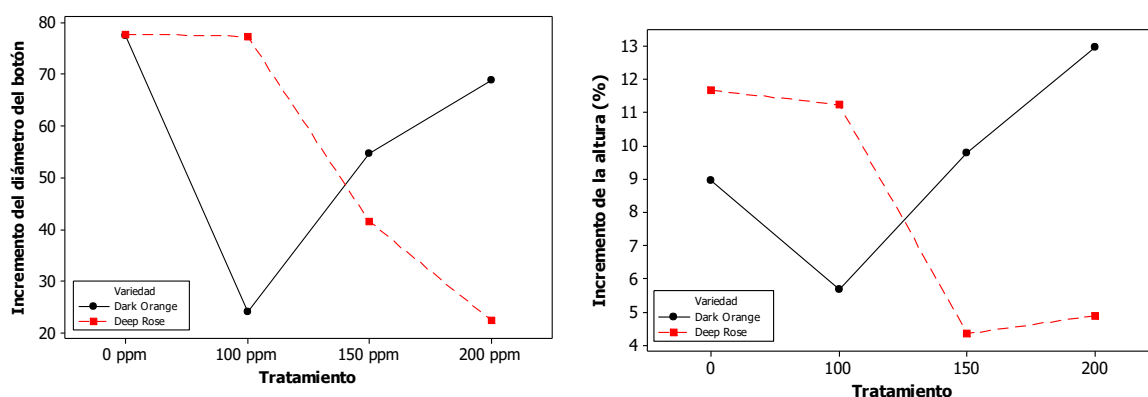
caso de la variedad Deep Rose, en el testigo se obtuvo un porcentaje de crecimiento de 11.7, mientras que para el nivel de 150 ppm se obtuvo un 4.3%. En el caso de la variedad Dark Orange, para el tratamiento de 100 ppm se obtuvo un 5.7% de crecimiento, mientras que para el de 200 ppm se obtuvo un 13.0%. El análisis de varianza realizado sobre el porcentaje de crecimiento no mostró un efecto significativo de ninguna de las variables (cuadro A13), aunque el ANOVA realizado sobre los valores del diámetro obtenido al final del periodo, si muestra efectos significativos tanto de la variedad como de los tratamientos (cuadro A14). Es decir, que a pesar de que la altura promedio de las plantas fue mayor con un tratamiento de 200 ppm, tales resultados no son concluyentes, debido a que las alturas iniciales para el tratamiento control fueron significativamente menores al promedio de altura de los tratamientos a 100, 150 y 200 ppm (cuadro 6).

**Cuadro 6.** Efecto comparativo (Dunnett, 95% confianza) del efecto de la dosis de inhibidor suministrada, sobre la altura inicial de la planta, medida a las 48 horas de aplicación, durante el ciclo 2018-2019.

Variable evaluada	Variedad	Dosis AVG (ppm)	Media	Descripción
Altura inicial	<i>Deep Rose</i>	0	43.18	a
		100	50.38	a
		150	48.67	a
		200	52.07	b
	<i>Dark Orange</i>	0	46.98	a
		100	52.06	b
		150	52.49	b
		200	52.49	b

Por otro lado, la evaluación del porcentaje de crecimiento de la altura de las flores, a pesar de que si muestra diferencias entre los tratamientos; éstas no son significativas bajo el nivel de confianza del 95%, por lo cual podríamos concluir que la adición de AVG no reduce de

forma importante la altura de las flores, lo cual es importante desde el punto de vista de su comercialización.



**Figura 18.** Comparación del porcentaje de crecimiento del diámetro de los botones (izquierda), y de la altura de la planta (derecha), con respecto a los tratamientos y la variedad.

Adicionalmente, a pesar de que los porcentajes de crecimiento de la altura de las flores no fue afectado significativamente por los tratamientos ( $P > 0.05$ ); los cambios observados para cada dosis son similares a los cambios encontrados en el porcentaje de crecimiento del diámetro del botón de las mismas. Es decir, que los procesos de regulación del crecimiento mediados por el etileno para los cultivos examinados en éste estudio son similares en el tallo y en el botón de las flores. Aparentemente el análisis realizado sobre porcentajes de crecimiento, permite observar similitudes en los patrones de crecimiento de ambas partes de la flor, en contraste con el análisis del valor absoluto del diámetro del botón o la longitud del tallo (Figura 18). Diversos estudios han reportado los cambios en el diámetro de botón de flores cortadas de *R. asiaticus*, así como el cambio en el peso fresco de tallos con flores en conjunto (Scariot et al, 2009, Kenza et al, 2000), pero no se han reportado datos del cambio en las dimensiones del botón y del tallo por separado, en flores no cortadas; probablemente debido a que la altura no cambia de forma significativa.

### 5.3 Número de botones por planta.

Durante el ciclo 2018-2019 las variedades DAR y DER no presentaron diferencias significativas ( $p>0.05$ ) (cuadro 15). El número de botones fue evaluado con la finalidad de conocer la fenología de la planta sin cortes ya que no existe información sobre éstas variedades.

Las dosis de ReTain (AVG) no tienen un efecto sobre ésta variable, ya que el número de botones por planta está definido cuando se añade el inhibidor.

**Cuadro 15.** Número de botones por planta por dosis de inhibidor en las variedades Dark Orange (DAR) y Deep Rose (DER) durante el ciclo de experimentación 2018-2019.

<b>VARIEDAD</b>	<b>PROMEDIO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>DARK ORANGE</b>	4.58	a
<b>DEEP ROSE</b>	4.53	a

## 6. CONCLUSIONES

La presencia de la aminoetoxivinilglicina (AVG) tiene un efecto significativo en la desaceleración en el crecimiento, tanto del diámetro como de la altura en las variedades La Belle Deep Rose (DER) y La Belle Dark Orange (DAR).

El efecto de la dosis AVG y la interacción (variedad x tratamiento) sobre el porcentaje de crecimiento del diámetro de *R. asiaticus* a las 24 horas y el crecimiento a las 48 horas resultaron estadísticamente diferentes, respectivamente. La dosis de AVG más adecuada para reducir el crecimiento del diámetro del botón para la variedad Deep Rose es de 200 ppm, mientras que para la Dark Orange es de 100 ppm. Se observa, la sensibilidad exhibida al etileno para ambas variedades a la dosis de AVG es distinta, crecimiento registrado en el primer y segundo día después de la aplicación del inhibidor.

Por otro lado, el porcentaje de crecimiento de la altura de la planta no fue afectado significativamente por la dosis de AVG ( $p > 0.05$ ), aunque sí fue observado un efecto inhibitorio de crecimiento, cuyas tendencias coinciden con las obtenidas en la desaceleración del crecimiento del botón. Estos resultados tienen un impacto positivo en los productores de ranúnculos del Valle de Mexicali, ya que el ritmo de apertura 'normal' de los botones de flor dificulta la recolección oportuna de la totalidad de la producción. Una vez que los botones de la flor *R. asiaticus* sobrepasan los 5 cm en el diámetro de apertura; éstos ya no son aceptados por el control de calidad, de acuerdo a las especificaciones de exportación establecidas por los compradores con un diámetro no mayor a 5 cm. El hecho de que la adición de AVG no afecte de manera significativa el porcentaje de crecimiento de la altura de la planta es también positivo para los productores, quienes requieren de una altura mínima de 12 pulgadas para su exportación.

## 7. LITERATURA

Abeles, F., P.Morgan, M. Saltveit.1992. Ethylene in plant biology. Academic Press: New York. 414.

Acosta,R. G.F., M. L. Favela y R.A.P. Quesada. 2008. Crecimiento y rendimiento de cultivares de ajo en Delicias, Chihuahua, México. Agricultura técnica en México. 34(2):177-188.

Aguilar, C.C., A.G. Rendón, P.R. Adriana y V.E.C.Ruiz. Combate químico de Thrips tabaci (Thysanoptera: Thripidae) en el cultivo de cebolla en Morelos, México. Acta Zool. Mex [revista en la Internet]. 2017 Abr [citado 2019 Mayo 15] ; 33( 1 ): 39-44.

Álvarez.H., S.V.Flores, C.S.Ayala, C.H. Vargas y L.Z. Sánchez. 2011.Uso de fertilizantes químicos y orgánicos en cebolla (*Allium cepa L.*) en Apatzingán, Michoacán, México. 15(2):29-43.Avance en investigación agropecuaria. 15(2):29-43.

Álvarez R. P. I., R. G.Velasco., M.H. M. Elena, G.D.J Gerardo y S.S.M. Lidya.2013. Estado Actual de Peronospora sparsa, Causante del Mildiu Velloso en Rosa (*Rosa sp.*). Rev. mex. fitopatol [revista en la Internet]. 2013 [citado 2019 Mayo 15] ; 31( 2 ): 113-125. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0185-33092013000200004&lng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-33092013000200004&lng=es).

Amaya, J y E. Méndez. Crecimiento de cebolla (*Allium cepa L.*) var. “Roja Arequipeña” en función de la fertilización NxK. Scientia Agropecuaria. 3 (1): 7-14, 2012. [Fecha de consulta: 24 de junio de 2019].

Argenta,L.C., X.F Fan y J.P.Matthes. 2005. Factors affecting efficacy of 1-MCP to maintain quality of apples fruit after storage. Acta Horticulturae 682: V International Postharvest Symposium. Verona- Italia.

Barry. C y J. Giovannoni. 2007. Ethylene and fruit ripe- ning. J. Plant. Growth. Regul( 26):143-159.

Baker, J.E.,C.Y.Wang, M. Lieberman y R.Hardenburg.1977. Delay of senescence in carnations by rhizobitoxine analog and sodium benzoate. HortScience. (12): 38–39.

Bar M, Ori N. 2014. Leaf development and morphogenesis. Development 141: 4219–4230.

Belding, R. y G. Lokaj. 2002. Aminoethoxyvinylglycine treatment of peach fruit reduces ethylene produc- tion and softening. HortScience. (37): 1065-1068.

Beruto, M y P. Debergh. 2004. Micropropagation of *Ranunculus asiaticus*: A review and perspectives. *Plant Cell, Tissue, and Organ Cult.* 77: 221-230

Blankenship, S. M y Dole, J. M. 2003. 1-Methylcyclopropene: a review. *Postharvest Biology and Technology.* 28(1):1-25.

Capitani G., E. Hohenester, L.Feng, P.Storici, J.FKirsch J.F y J.N.Jansonius.1999. Structure of 1-aminocyclopropane- 1-carboxylate synthase, a key enzyme in the biosynthesis of the- plant hormone.294(3):745-756.

Castilla. 2005. Cultivo de tejidos de rosas (*rosa sp*): un acercamiento a investigaciones recientes. *Cultivos Tropicales.* 26 (4): 43-47.

Castillo, L. M. 1997. “El subsector agrícola en el TLC: Canadá-Estados Unidos-México”, *Revista Ideas.* Núm. 13, octubre . Universidad Autónoma del Estado de México. México.

Castresana, J., E. Gagliano, L.Puhl, S.Bado, y M.Castresana. 2008. Atracción del trips *frankliniella occidentalis* (pergande) (thysanoptera: thripidae) con trampas de luz en un cultivo de gerbera *jamesonii* (g.). *Idesia (Arica):* 26(3), 51-56. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292008000300006>

Cerveny, C. B.2011. Postharvest storage and handling of *ranunculus asiaticus* dried tuberous roots(Doctoral dissertation, Cornell University).

Chicas S.R ., E.V Chacón y N.García Álvarez. 2014. Determinación indirecta de la capacidad de retención de humedad en suelos de la subcuenca del río Torjá, Chiquimula, Guatemala. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias,* 23 (1): 41-46.

Cho, M.S., F.Celikel, L.Dodge y M.S.Reid. 2001. Sucrose enhances the postharvest quality of cut flowers of *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn. *Acta Hort* ( 543): 305–315.

D’Aquino, S., M. Schirra, M. Molinu, M. Tedde y A. Palma. 2010. Preharvest aminoethoxyvinylglycine treatments reduce internal browning and prolong the shelf-life of early ripening pears. *Sci. Hortic.* (12): 353-360. Doi: 10.1016/j.scienta.2010.04.020.

De León E.C., C. M. María del Pilar., C.V.R. María, Teresa C.V.2013.Ecología 1.Introducción Organismos y Poblaciones(pp 63). Editorial: Universidad Nacional de Educación a Distancia.ISBN:978-84-362-6806-5.

Doria, Jessica.2010. Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. cultivos tropicales, 31(1).

Doorn, W. G. Van y Kamdee, C. 2014. Flower opening and closure : an update. 65(20), 5749–5757. <https://doi.org/10.1093/jxb/eru327>.

Dos Santos, R. S., L. Arge, W. P. Costa, S. I, Machado, N. D, P.C.de Mello Farias, C.V. Rombaldi y de Oliveira, A. C. 2015. Genetic regulation and the impact of omics in fruit ripening. Plant Omics. 8(2):78-88.

Dubois, M., L.Broeck, Den.Van y Inzé. D. 2018. The Pivotal Role of Ethylene in Plant Growth. Trends in Plant Science, 23(4), 311–323. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2018.01.003>

E. Jaimez., R.Silva,A. Aubeterre,J. Allende y R.Figueiral.2005. Variaciones microclimáticas en invernadero: efecto sobre las relaciones hídricas e intercambio de gases en pimentón (*capsicum annum*).. Agrociencia [en línea] 2005, 39 (enero-febrero) : [Fecha de consulta: 27 de mayo de 2019] Disponible en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30239105>> ISSN 1405-3195.

Export Impact For Good. (n.d.). Retrieved December 21, 2019, from <http://www.intracen.org/blog/Mexico-fourth-producer-in-worldwide-flower-production/>.

Fernández.H.E., M.Acosta y V.Pinto. 2007. Efecto de Aplicaciones de Fungicidas Sobre la Incidencia de la Marchitez (*Phytophthora capsici* Leo.) del Jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en Invernadero. Revista Mexicana de Fitopatología. 25 (2): 186-189.

Fiorani F, G.M.Bөгemann, E.J.Visser, H.Lambers y L.A.Voesenek .2002. Ethylene emission and responsiveness to applied ethylene vary among *Poa* species that inherently differ in leaf elongation rates.Plant Physiology. 129(3):1382-90.

Giovannoni J. J. 2001. Molecular biology of fruit maturation and ripening. Annual Rev. Plant Physiology. 52: 725-749.

González.I, A. Yailén y P. Belkis. Aspectos generales de la interacción *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*-TOMATE. Rev. Protección Veg. [Internet]. 2012 Abr

[citado 2019 Mayo 15] ; 27( 1 ): 1-7. Disponible en:[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1010-27522012000100001&lng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522012000100001&lng=es).

Hassan, H.L., E.A. Agina, E.M. Koriesh y S.M. Mohammed. 1984. Physiological studies on *Anemone coronaria* L. and *Ranunculus asiaticus* L.: 1. Effect of light (intensity and duration. Ann. Agric. Sci., Moshtohor. 22(2): 571-581.

Hayama, H., M. Tatsuki y Y. Nakamura. 2008. Combined treatment of aminoethoxyvinylglycine (AVG) and 1-methylcyclopropene (1-MCP) reduces melting-flesh peach fruit softening. Postharvest Biology and Technology. (50): 228-230. Doi: 10.1016/j.postharvbio.2008.05.003.

Hernández, A.B., E.P. Serrano y E.J. del Rosario. 2007. Kinetics studies of ethylene oxidation by potassium permanganate absorbed on rice hull ash, lahar ash, or coconut coir dust. Philippines Agr. Scientist. 90: 28-39.

De Hertogh AA. 1996. Holland Bulb Forcer's Guide, 5<sup>th</sup> ed. Alkemade Printing BV, Lisse, The Netherlands.

Hincapié, E., Oscar Darío, Saldarriaga Cardona y C. Díaz Diez, 2017. Alternativas biológicas, botánicas y químicas para el control de enfermedades en el cultivo de la mora (*Rubus glaucus* Benth). Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín. 70(2): 8169-8176. <https://dx.doi.org/10.15446/rfna.v70n2.64521>

Inifap 2013, Manual para cultivar cebolla con fertiriego y riego por gravedad en el estado de Morelos. Consultado el 8 julio del 2019. [http://www.cirpas-inifap.gob.mx/publicaciones/documentos/Cebolla\\_Ferti\\_CEZ.pdf](http://www.cirpas-inifap.gob.mx/publicaciones/documentos/Cebolla_Ferti_CEZ.pdf)

Ishida B. 2000. Inhibitor-resistant early ethylene production during tomato fruit development. Plant Physiology and Biochemistry. 38(4): 325-331.

Iqbal, N., Khan, N. A., Ferrante, A., Trivellini, A., Francini, A y Khan, M. 2017. Ethylene Role in Plant Growth, Development and Senescence: Interaction with Other Phytohormones. Frontiers in plant science, 8, 475. doi:10.3389/fpls.2017.00475.

Jiang, T., Wang, P., Yin, X.; Zhang, B.; Xu, C.; Li, X y Chen K. 2011. Ethylene biosynthesis and expression of related genes in loquat fruit at different developmental and ripening stages. Scientia Horticulturae. 130(2):452-458.

Jiménez M.L. 2015. El cultivo de la Dalia. Cultivos Tropicales. 36(1):107-115.

Johnson, D. y R. Colgan. 2003. Low ethylene controlled atmosphere induces adverse effects on the quality of 'Cox's Orange Pippin' apples treated with aminooxyvinylglycine during fruit development. *Postharvest Biology and Technology*. 27: 59-68. Doi: 10.1016/S0925-5214(02)00188-6.

Ju, Z.; Y. Duan y J. Z. 1999. Combinations of GA<sub>3</sub> and AVG delay fruit maturation, increase fruit size and improve storage life of 'Feicheng' peaches. *Journal of Horticultural Science y Biotechnology*, Kent. 74(5): 579-583.

Karlsson, M. 2003. Producing ravishing ranunculus. *Greenhouse Prod. News* January: 44-48.

Kamerbeek, G.A. y W.J. de Munk. 1976. A review of ethylene effects in bulbous plants. *Scientia Horticulturae*. (4): 101-115.

Kebenei, Z., E.C. Sisler, T. Winkelmann y M. Serek, 2003. Effect of 1-octylcyclopropene and 1-methylcyclopropene on vase life of sweet pea (*Lathyrus odoratus* L.) flowers. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. (78): 433-436.

Souza, K., A. G. Silveira, M. M. A. Lopes, C.F. H. Moura y M.R. Miranda. 2019. AVG and GA<sub>3</sub> prevent preharvest fruit drop and enhance postharvest quality of BRS 189 cashew. *Scientia Horticulture* (257): 1-8.

Kenza, M., N. Umiel y A. Borochoy. 2000. The involvement of ethylene in the senescence of ranunculus cut flowers. *Postharvest Biology and Technology*. 19(3): 287-290. [https://doi.org/10.1016/S0925-5214\(00\)00098-3](https://doi.org/10.1016/S0925-5214(00)00098-3).

Layne, D.R., Z. JIANG y J.W. Rushing. 2000. The influence of reflective film and ReTain on red skin color and maturity of 'Gala' apples in South Carolina. *HortScience*, Alexandria, v. 35, n. 3, p. 495.

Lehnebach, C., K. Schitteck y Iharlegui, Laura. 2009. discovery of the patagonian species ranunculus fuegianus sp. (ranunculaceae) in the altiplano peatlands of northern Argentina and its lectotypification. *Gayana Botánica*, 66(2), 286-289. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-66432009000200015>

Martínez, R., D. Guilléna, F. Castillo, S. Zapata, P. J. Serrano y M. Valero. 2009. Development of a carbon-heat hybrid ethylene scrubber for fresh horticultural produce storage purposes. *Postharvest Biology and Technology*. (51): 200-205.

- McClellan, C y Chang, C. 2008. The role of protein turnover in ethylene biosynthesis and response. *Plant Science*. 175(1- 2):24-31.
- McGlasson, W., A. Rath y L. Legendre. 2005. Preharvest application of aminoethoxyvinylglycine (AVG) modifies harvest maturity and cool storage life of 'Arctic Snow' nectarines. *Postharvest. Biology and Technology*. 36: 93-102. Doi: 10.1016/j.postharvbio.2004.10.006.
- McGuire, R.G. 1992. Reporting of objective color measurements. *Horticultural. Science*. 27:1254-1255.
- Mendoza, J. (2019, September 2). Exports of cut flowers by country Mexico. Retrieved December 21, 2019, from <https://www.statista.com/statistics/1038630/exports-cut-flowers-mexico/>.
- Meynet, J. 1993. *Ranunculus*. In: De Hertogh AA, Le Nard M, eds. *Physiology of Flower Bulbs*. Elsevier Sci. Publ., Amsterdam, the Netherlands pp. 603–610.
- Ministerio de Agricultura de Chile 2010. Análisis Mundial de Estrategia e Innovación relacionada con las Tecnologías aplicadas a la Producción de Flor y Follaje de Corte como Oportunidad de Alto Valor Añadido e Identificación de Oportunidades de Mercado para las especies de la oferta chilena y las especies que presenten ventajas comparativas para Chile. Gobierno de Chile, Fundación para la Innovación Agraria, Ministerio de Agricultura. Ref. 1367, Fecha: 2010/04/08.
- Morin, F. y C. Hartmann. 1986. Changes in free and conjugated 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid and in 1- aminocyclopropane-1- carboxylic acid synthase activity in the senescent Golden Delicious apple. *Journal of Plant Physiology* (125):173-178.
- Mosquera, A. V., M.A. Argumedo y J.J Morales. 2010. Competitividad de la pequeña empresa del sector ornamental en Atlixco, México. *Entramado*. 6(2): 26-35.
- Newman, J., L. Dodge y M. Reid. 1998. Evaluation of ethylene inhibitors for postharvest treatment of *Gypsophila paniculata*. *HortTechnology*. 8(1), 58-63.
- NOM-007-FITO-1995. Norma Oficial Mexicana, por la que se establecen los requisitos fitosanitarios y especificaciones para la importación de material vegetal propagativo.
- Ohkawa, K. 1986. Growth and Flowering of *Ranunculus asiaticus*. *Acta Hort*. 177: 165-172.

Oms.G.,O.G, M.L.A.T.Hertog,B.Van de Poel y J. A.Asiama.,A.H. Geeraerd y B.M. Nicolai, B. 2011. Metabolic characterization of tomato fruit during preharvest development, ripening, and postharvest shelf-life. *Postharvest Biology and Technology*. 62(1):7-16.

Owino, W., Y.Manabe, y F.M. Mathooko, Kubo, y A.Inaba. 2006. Regulatory mechanisms of ethylene biosynthesis in response to various stimuli during maturation and ripening in fig fruit (*Ficus carica L.*). *Plant Physiol. Biochemistry*. 44(5- 6):335-342.

Palacios L.A. Plaguicidas [Internet]. Capítulo 21. En: Introducción a la toxicología ambiental. Metepec: ECO/OPS/Gobierno del Estado de México; 1997. p.359-82. [citado 14 Mayo 2019]. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvstox/fulltext/toxico/toxico-04a21.pdf>

Perez.E., E.S.Pérez, E. S y G. Ward. 2004. *Pseudomonas viridiflava* (Burkholder) Dowson: Agente casual de manchas necróticas en hojas de cebolla y ajo (*Allium spp.*) en Uruguay. *Agrociencia* (Uruguay), 8(2).

Puerto.R. A., S.S.Tamayo y D.P.Estrada. 2014. Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*. 52(3): 372-387. Recuperado en 14 de mayo de 2019.

Ramírez, D.H y A.M.Zuluaga y E.J. Gómez. 2007. evaluación del riesgo de contaminación por metamidofos en la microcuenca el salto del municipio de el santuario, antioquia. *Revista EIA*, (8), 165-180. Retrieved May 15, 2019, from [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1794-12372007000200013&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-12372007000200013&lng=en&tlng=es).

Jaramillo, H.J., G. L.Cota y M.R Lomelí. 2011. Golpe de calor: un problema de salud pública en Mexicali. *Salud Pública de México*, 53(4): 285-286. Recuperado en 27 de mayo de 2019, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0036-36342011000400001&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-36342011000400001&lng=es&tlng=es).

Ramírez. D, J. Francisco., V.M. Solares Alonso., D.K, F.Figueroa, J.R y S.Pale.2013. Comportamiento espacial de trips (Insecta: Thysanoptera), en plantaciones comerciales de aguacate (*Persea americana Mill.*) en Zitácuaro, Michoacán, México. *Acta Zool. Mex.* 29( 3 ): 545-562.

Reid, M.S y C.ZJiang. 2012. Postharvest biology and technology of cut flowers and potted plants. In: Janick, J. (Ed.), *Horticultural Reviews*, vol. 40, first ed. John Wiley y Sons, Inc., Hoboken, NJ, pp. 1–54.

Berlanja.R. D., V. M. G.Prieto y J. J.O.Paz. 2011: productos alternativos a la aminoetoxivinilglicina para el control de la producción de etileno en manzana 'golden delicious'. *tecnociencia Chihuahua*. 5(2): 83-89.

Rijk, P. A. L. 2008. The ornamental sector in México. Office of the Agricultural Counsellor Royal Netherlands Embassy. Página consultada: <http://edepot.wur.nl/118595>. Fecha de consulta 07 de Junio de 2017. 138 p.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación(SAGARPA)-FIRCO (Fideicomiso de Riesgo Compartido) 2009. La infraestructura y sistemas requeridos para el desarrollo de clústeres de horticultura ornamental orientados a la exportación de productos de valor agregado a los Estados Unidos y Canadá. [http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/documents/estudios\\_promercado/ornamental.pdf](http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/documents/estudios_promercado/ornamental.pdf)

Salas, N., F.J.M. Corral, G.A.G.Aguilar,A. Otero,G. Sepulveda y G. Olivas. 2011. Volatile production by ‘Golden Delicious’ apples is affected by preharvest application of aminoethoxyvinyl- glycine. *Scientia. Horticulturae*. 130, 436-444. Doi: 10.1016/j.scienta.2011.07.017

Saltveit, M. 2005. Aminoethoxyvinylglycine (AVG) reduces ethylene and protein biosynthesis in excised discs of mature-green tomato pericarp tissue. *Postharv. Biol. Technol.* 35, 183-190Doi: 10.1016/j.postharvbio.2004.07.002

Scariot, V., R.Paradiso,H. Rogers. H, y S. De Pascale. 2014. Ethylene control in cut flowers: Classical and innovative approaches. *Postharvest Biology and Technology*, (97): 83–92. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2014.06.010>

Seo, S., S. Kang, I. Shim, W. Kim y S. Fujihara. 2009. Effects of various chemical agents and early ethylene production on floral senescence of *Hibiscus syriacus*. *Plant Growth Regul.* 57, 251-258. Doi: 10.1007/s10725-008-9342-z.

Schupp, J.R. y D.W. Greene. 2004. Effect of aminoethoxyvinylglycine (AVG) on preharvest drop, fruit quality, and maturation of ‘McIntosh’ apples. I. Concentration and timing of dilute applications of AVG. *HortScience* (5):1030-1035.

Seymour, G. B.,L. Ostergaard., N.H.Chapman., S.Knapp y C.Martin.2013. Fruit development and ripening. *Ann. Rev. Plant Biol.* (64): 219-241

Shellie, K.C. Muskmelon (*Cucumis melo* L.) fruit ripening and postharvest quality after a preharvest spray of aminoethoxyvinylglycine. *Postharvest Biology and Technology*, Amsterdam, v. 17, n. 1, p. 55-62, 1999.

Shimizu.Y, H. Ichimura, Kazuo. 2010. Combination pulse treatment of 1-naphthaleneacetic acid and aminoethoxyvinylglycine greatly improves postharvest life in cut Eustoma flowers. *Postharvest Biology and Technology*, 56(1): 104–107. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2009.10.001>.

Silverman. F.P., P.D. Petracek, M.R. Noll y P.Warrior. 2004. Aminoethoxyvinylglycine effects on late-season apple fruit maturation. *Plant Growth Regulation*. (43): 153-161.

Sistema Producto Ornamentales. 2007. Plan rector del sistema producto ornamentales estado de México [http://dev.pue.itesm.mx/sagarpa/estatales/ept%20comite%20sistema%20producto%20ornamentales%20edo%20de%20mex/plan%20rector%20que%20contiene%20oprograma%20de%20trabajo%202012/pr\\_ornamentales\\_edo\\_mex\\_2012.pdf](http://dev.pue.itesm.mx/sagarpa/estatales/ept%20comite%20sistema%20producto%20ornamentales%20edo%20de%20mex/plan%20rector%20que%20contiene%20oprograma%20de%20trabajo%202012/pr_ornamentales_edo_mex_2012.pdf).

Stearns J., B.Glick. 2003. Transgenic plants with altered ethylene biosynthesis or perception. *Biotechnology Advances* 21(3): 193-210.

Tamura, M. 1995. Systematic Part. In P. Hiepko (Ed.), *Die Natürliche Pflanzenfamilien: Ranunculaceae*. Duncker & Humboldt, Berlin. pp. 223-519. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/gbot/v64n2/art09.pdf>.

Trueman, S. J y Adkins, M. F. 2013. *Scientia Horticulturae* Effect of aminoethoxyvinylglycine and 1-methylcyclopropene on leaf abscission and root formation in *Corymbia* and *Eucalyptus* cuttings. *Scientia Horticulturae*. (161): 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2013.06.048>

Valdez.A. L., C.A. Grieve, J.Poss y M.A Mellano.2009. Hypersensitivity of *Ranunculus asiaticus* to salinity and alkaline pH in irrigation water in sand cultures. *HortScience*, 44(1), 138–144. <https://doi.org/10.21273/hortsci.44.1.138>

Van.D., W.G y E.J.Woltering.2008. Physiology and molecular biology of petalsenescence. *J. Exp. Bot.* (59):453–480.

Vergel. M., J. M. Lozano y S. Z. Trisancho .2017. Cultivo de cebolla y su comportamiento en la Provincia de Ocaña. *Revista Colombiana De Ciencias Hortícolas*, 10(2), 333-344. <https://doi.org/10.17584/rcch.2016v10i2.5070>

Villa M. A., R.P. Leal, H. A, M. Morales, H. A, B. Sotelo., J.M. S. Parra y E. M. Escudero, .2015. Situación actual en el control de *Fusarium* spp. y evaluación de la actividad antifúngica

de extractos vegetales. *Acta Agronómica*, 64(2), 194-205.  
<https://dx.doi.org/10.15446/acag.v64n2.43358>.

Villa.G, Miranda.2014. Crecimiento y calidad del tallo floral de *Freesia x hybrida* en hidroponía. *Fitotecnia Mexicana*.37(1) 31-39.

Wang, C.Y., J.E.Baker., R.Hardenburg., M.Lieberman. 1977. Effects of two analogs of rhizobitoxine sodium benzoate on senescence of snapdragons. *Journal of the American Society for Horticultural Science* . (102): 517–520.

Watkins, C. B. 2006. The use of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on fruits and vegetables. *Biotechnol. Adv.* 24(4):389-409.

Weinberg J. Guía para las ONG sobre los plaguicidas peligrosos y el SAICM. Marco de acción para protegerla salud humana y el medio ambiente de los plaguicidas [Internet]. Filipinas: IPEN/Red Internacional de Eliminación de los COP; 2009 [citado 14 de mayo 2019]. Disponible en:  
[http://www.ipen.org/sites/default/files/documents/ngo\\_guide\\_hazpest\\_saicm-es.pdf](http://www.ipen.org/sites/default/files/documents/ngo_guide_hazpest_saicm-es.pdf)[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1561-30032014000300010&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032014000300010&lng=es&tlng=es).

Wills, R. y G. Kim. 1995. Effect of ethylene on posthar-vest life of strawberries. *Postharv. Biol. Technol.* (6): 249-255. Doi: 10.1016/0925-5214(95)00005-Q

Workman, D. (2019, November 20). Flower Bouquet Exports by Country. Retrieved December 21, 2020, from <http://www.worldstopexports.com/flower-bouquet-exports-country/>.

Yang, S.F y N.E.Hoffm.1984. Ethylene biosynthesis and its regulation in higher plants. *Annual Review of Plant Physiology*, Palo Alto ( 35):155-189.

Yoo, S.D., Y.Cho y J. Sheen, J. 2009. Emerging connections in the ethylene signalingnetwork. *Trends Plant Sci.* (14): 270–279.

Zheng, Q., Song, J., L .Campbell. P., Thompson, K., L. Li., B. Walker, B., Y,Cui y X, Li. 2013. A proteomic investigation of apple fruit during ripening and in response to ethylene treatment. *J. Proteomics*. 93(0):276-294.

Zhu, S. y Zhou, J. 2007. Effect of nitric oxide on ethylene production in strawberry fruit during storage. *Food Chem.* 100(4):1517-1522.

Zhou, S., B. Medlyn, S. Sabaté, D. Sperlich y I.C. Prentice. 2014. Short-term water stress impacts on stomatal, mesophyll and biochemical limitations to photosynthesis differ consistently among tree species from contrasting climates. *Tree Physiol.* (34): 1035-1046. Doi:10.1093/treephys/tpu072

## 8. ANEXOS

**Cuadro A1.** Diámetro del botón (cm) para las flores de ranúnculos de la variedad *Deep Rose*, evaluadas en tres ambientes en el ciclo 2018-2019 en el valle de Mexicali.

Variedad	Tratamiento	Botón	Día 0 (cm)	Día 1 (cm)	Día 2 (cm)	% Crecimiento 0 a 24 hrs	% Crecimiento 24 a 48 hrs	% Crecimiento 0 a 48 hrs
Deep Rose	0 ppm	1	2.16	3	4.36	38.89	45.33	101.85
		2	2.43	3.3	3.7	35.80	12.12	52.26
		3	2.48	3.25	4.44	31.05	36.62	79.03
	100 ppm	1	3.27	3.6	5.51	10.09	53.06	68.50
		2	2.59	3.27	5.15	26.25	57.49	98.84
		3	3.32	3.98	5.46	19.88	37.19	64.46
	150 ppm	1	3.14	4.72	4.74	50.32	0.42	50.96
		2	2.13	2.46	2.7	15.49	9.76	26.76
		3	2.7	2.84	3.96	5.19	39.44	46.67
	200 ppm	1	2.59	2.66	2.74	2.70	3.01	5.79
		2	3.17	3.32	4.54	4.73	36.75	43.22
		3	2.64	2.8	3.12	6.06	11.43	18.18

**Cuadro A2.** Diámetro del botón (cm) para las flores de ranúnculos de la variedad *Dark Orange*, evaluadas en tres ambientes en el ciclo 2018-2019 en el valle de Mexicali.

Variedad	Tratamiento	Botón	Día 0 (cm)	Día 1 (cm)	Día 2 (cm)	% Crecimiento 0 a 24 hrs	% Crecimiento 24 a 48 hrs	% Crecimiento 0 a 48 hrs
Dark Orange	0 ppm	1	3.32	4.14	5.79	24.70	39.86	74.40
		2	3.35	4.59	6	37.01	30.72	79.10
		3	3.25	3.98	5.81	22.46	45.98	78.77
	100 ppm	1	4.49	4.69	5.46	4.45	16.42	21.60
		2	3.14	3.32	4.16	5.73	25.30	32.48
		3	2.48	2.69	2.92	8.47	8.55	17.74
	150 ppm	1	2.08	2.43	2.87	16.83	18.11	37.98
		2	3.17	3.37	4.01	6.31	18.99	26.50
		3	2.41	2.84	4.8	17.84	69.01	99.17
	200 ppm	1	2.2	2.61	3.4	18.64	30.27	54.55
		2	3.3	3.47	3.5	6.06	0.86	5.15
		3	2.08	2.64	5.13	26.92	94.32	146.63

**Cuadro A3.** Cuadrados medios del análisis de varianza en bloques completamente al azar en arreglo factorial 2<sup>4</sup> para las flores de ranúnculos evaluadas en tres ambientes para el diámetro del botón y la altura por planta en el ciclo 2017-2018 en el valle de Mexicali.

Fuente	Diámetro del botón	Altura de planta
<b>Variedad</b>	0.2032	103.033
<b>Tratamiento</b>	0.2149	128.011
<b>Interacción</b>	0.2032	186.306*
<b>CV(%)</b>	12	18.94
<b>R<sup>2</sup></b>	0.41	0.46

\*Significativo (p=0,05), CV= Coeficiente de variación, R<sup>2</sup>= coeficiente de correlación.

**Cuadro A4.** Resultados del análisis de varianza en bloques completamente al azar en arreglo factorial  $2^4$  para las flores de ranúnculos evaluadas en tres ambientes; para el porcentaje de crecimiento del diámetro del primer día, en el ciclo 2018-2019 en el valle de Mexicali.

<b>Fuente</b>	<b>Gl</b>	<b>SC</b>	<b>MC</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>Variedad</b>	1	108.50	108.50	1.01	0.330
<b>Tratamiento</b>	3	1606.24	535.413	4.98	0.013
<b>Interacción</b>	3	596.71	198.903	1.85	0.179
<b>Error</b>	16	1721.66	107.604		
<b>Total</b>	23	4033.11			

Gl=Grados de libertad, SC= Suma de cuadrados, MC=cuadrados, F=Prueba de F(Ronald Fisher),P=nivel de significancia(p=0.05).

**Cuadro A5.** Resultados del análisis de varianza en bloques completamente al azar en arreglo factorial  $2^4$  para las flores de ranúnculos evaluadas en tres ambientes; para el porcentaje de crecimiento del diámetro del segundo día, en el ciclo 2018-2019 en el valle de Mexicali.

<b>Fuente</b>	<b>Gl</b>	<b>SC</b>	<b>MC</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>Variedad</b>	1	129.7	129.656	0.24	0.634
<b>Tratamiento</b>	3	292	97.346	0.18	0.910
<b>Interacción</b>	3	2989.1	996.357	1.81	0.185
<b>Error</b>	16	8791.2	549.451		
<b>Total</b>	23	12202			

Gl=Grados de libertad, SC= Suma de cuadrados, MC=cuadrados, F=Prueba de F(Ronald Fisher),P=nivel de significancia(p=0.05).

**Cuadro A6.** Resultados del análisis de varianza en bloques completamente al azar en arreglo factorial  $2^4$  para las flores de ranúnculos evaluadas en tres ambientes; para el porcentaje de crecimiento del diámetro global (0 a 48 horas), en el ciclo 2018-2019 en el valle de Mexicali.

<b>Fuente</b>	<b>Gl</b>	<b>SC</b>	<b>MC</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>Variedad</b>	1	12.8	12.85	0.01	0.913
<b>Tratamiento</b>	3	3992.7	1330.92	1.29	0.312
<b>Interacción</b>	3	7736.1	2578.70	2.50	0.096
<b>Error</b>	16	16494.4	1030.90		
<b>Total</b>	23	28236.1			

Gl=Grados de libertad, SC= Suma de cuadrados, MC=cuadrados, F=Prueba de F(Ronald Fisher),P=nivel de significancia(p=0.05).

**Cuadro A7.** Resultados del análisis de varianza en bloques completamente al azar en arreglo factorial  $2^4$  para las flores de ranúnculos evaluadas en tres ambientes; para el diámetro después de 24 horas, en el ciclo 2018-2019 en el valle de Mexicali.

<b>Fuente</b>	<b>Gl</b>	<b>SC</b>	<b>MC</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>Variedad</b>	1	0.1027	0.102704	0.25	0.627
<b>Tratamiento</b>	3	2.5926	0.864193	2.07	0.145
<b>Interacción</b>	3	1.8833	0.627771	1.50	0.252
<b>Error</b>	16	6.6868	0.417925		
<b>Total</b>	23	11.2654			

Gl=Grados de libertad, SC= Suma de cuadrados, MC=cuadrados, F=Prueba de F(Ronald Fisher),P=nivel de significancia(p=0.05).

**Cuadro A8.** Resultados del análisis de varianza en bloques completamente al azar en arreglo factorial  $2^4$  para las flores de ranúnculos evaluadas en tres ambientes; para el diámetro después de 48 horas, en el ciclo 2018-2019 en el valle de Mexicali.

<b>Fuente</b>	<b>Gl</b>	<b>SC</b>	<b>MC</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>Variedad</b>	1	0.4902	0.49020	0.69	0.418
<b>Tratamiento</b>	3	7.5231	2.50770	3.54	0.039
<b>Interacción</b>	3	6.4367	2.14558	3.03	0.060
<b>Error</b>	16	11.3481	0.70926		
<b>Total</b>	23				

Gl=Grados de libertad, SC= Suma de cuadrados, MC=cuadrados, F=Prueba de F(Ronald Fisher),P=nivel de significancia(p=0.05).

**Cuadro A9.** Altura de la planta (cm) para las flores de ranúnculos de la variedad *Deep Rose*, evaluadas en tres ambientes en el ciclo 2018-2019 en el valle de Mexicali.

Variedad	Tratamiento	Botón	Día 0 (cm)	Día 1 (cm)	Día 2 (cm)	% Crecimiento 0 a 24 hrs	% Crecimiento 24 a 48 hrs	% Crecimiento 0 a 48 hrs
Deep Rose	0 ppm	1	45.7	48.3	48.3	5.56	0.00	5.56
		2	38.1	48.3	48.3	26.67	0.00	26.67
		3	45.7	45.7	47.0	0.00	2.80	2.80
	100 ppm	1	45.7	49.5	49.5	8.33	0.00	8.33
		2	49.5	59.7	61.0	20.51	2.13	23.08
		3	55.9	55.9	57.2	0.00	2.27	2.27
	150 ppm	1	47.0	47.0	50.8	0.00	8.11	8.11
		2	53.3	54.2	55.9	1.73	3.10	4.88
		3	45.7	45.7	45.7	0.00	0.00	0.00
	200 ppm	1	52.1	55.9	57.2	7.32	2.27	9.76
		2	53.3	54.6	54.6	2.38	0.00	2.38
		3	50.8	52.1	52.1	2.50	0.00	2.50

**Cuadro A10.** Altura de la planta (cm) para las flores de ranúnculos de la variedad *Dark Orange*, evaluadas en tres ambientes en el ciclo 2018-2019 en el valle de Mexicali.

Variedad	Tratamiento	Botón	Día 0 (cm)	Día 1 (cm)	Día 2 (cm)	% Crecimiento 0 a 24 hrs	% Crecimiento 24 a 48 hrs	% Crecimiento 0 a 48 hrs
Dark Orange	0 ppm	1	45.7	52.1	53.0	13.89	1.79	15.92
		2	49.5	50.8	50.8	2.56	0.00	2.56
		3	45.7	45.7	49.5	0.04	8.33	8.38
	100 ppm	1	54.6	55.9	57.2	2.33	2.27	4.65
		2	53.3	53.3	57.2	0.00	7.13	7.13
		3	48.3	49.5	50.8	2.57	2.63	5.26
	150 ppm	1	50.8	58.4	59.7	15.00	2.17	17.50
		2	50.8	50.8	53.3	0.00	5.00	5.00
		3	55.9	59.7	59.7	6.82	0.00	6.82
	200 ppm	1	53.3	53.3	54.6	0.00	2.38	2.38
		2	53.3	53.3	63.5	0.00	19.05	19.05
		3	50.8	53.3	59.7	5.00	11.90	17.50

**Cuadro A11.** Resultados del análisis de varianza en bloques completamente al azar en arreglo factorial 2<sup>4</sup> para las flores de ranúnculos evaluadas en tres ambientes; para el porcentaje de crecimiento de la altura durante el primer día, en el ciclo 2018-2019 en el valle de Mexicali.

<b>Fuente</b>	<b>Gl</b>	<b>SC</b>	<b>MC</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>Variedad</b>	1	29.89	29.8877	0.55	0.469
<b>Tratamiento</b>	3	94.57	31.5222	0.58	0.636
<b>Interacción</b>	3	182.85	60.9515	1.12	0.369
<b>Error</b>	16	868.85	54.3031		
<b>Total</b>	23	1176.16			

Gl=Grados de libertad, SC= Suma de cuadrados, MC=cuadrados, F=Prueba de F(Ronald Fisher),P=nivel de significancia(p=0.05).

**Cuadro A12.** Resultados del análisis de varianza en bloques completamente al azar en arreglo factorial 2<sup>4</sup> para las flores de ranúnculos evaluadas en tres ambientes; para el porcentaje de crecimiento de la altura durante el segundo día, en el ciclo 2018-2019 en el valle de Mexicali.

<b>Fuente</b>	<b>Gl</b>	<b>SC</b>	<b>MC</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>Variedad</b>	1	73.415	73.4151	4.68	0.046
<b>Tratamiento</b>	3	51.048	17.0159	1.08	0.384
<b>Interacción</b>	3	108.717	36.2389	2.31	0.115
<b>Error</b>	16	250.955	15.6847		
<b>Total</b>	23	484.134			

Gl=Grados de libertad, SC= Suma de cuadrados, MC=cuadrados, F=Prueba de F(Ronald Fisher),P=nivel de significancia(p=0.05).

**Cuadro A13.** Resultados del análisis de varianza en bloques completamente al azar en arreglo factorial 2<sup>4</sup> para las flores de ranúnculos evaluadas en tres ambientes; para el porcentaje de crecimiento global de la altura (0 a 48 horas), en el ciclo 2018-2019 en el valle de Mexicali.

<b>Fuente</b>	<b>Gl</b>	<b>SC</b>	<b>MC</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>Variedad</b>	1	10.44	10.4416	0.17	0.687
<b>Tratamiento</b>	3	32.64	10.8792	0.18	0.912
<b>Interacción</b>	3	189.59	63.1952	1.02	0.410
<b>Error</b>	16	992.82	62.0510		
<b>Total</b>	23	1225.48			

Gl=Grados de libertad, SC= Suma de cuadrados, MC=cuadrados, F=Prueba de F(Ronald Fisher),P=nivel de significancia(p=0.05).

**Cuadro A14.** Resultados del análisis de varianza en bloques completamente al azar en arreglo factorial  $2^4$  para las flores de ranúnculos evaluadas en tres ambientes; para la altura después de 48 horas, en el ciclo 2018-2019 en el valle de Mexicali.

<b>Fuente</b>	<b>Gl</b>	<b>SC</b>	<b>MC</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>Variedad</b>	1	71.726	71.7258	4.92	0.041
<b>Tratamiento</b>	3	187.455	62.4851	4.29	0.021
<b>Interacción</b>	3	46.640	15.5467	1.07	0.391
<b>Error</b>	16	233.022	14.5639		
<b>Total</b>	23	538.843			

Gl=Grados de libertad, SC= Suma de cuadrados, MC=cuadrados, F=Prueba de F(Ronald Fisher),P=nivel de significancia(p=0.05).