

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Efecto de Microorganismos Benéficos en la Calidad
del Tallo de *Lilium* v. *Concador*

Por:

JORGE LUIS VICENTE HERNÁNDEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Saltillo, Coahuila, México.

Noviembre de 2017

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Efecto de Microorganismos Benéficos en la Calidad
del Tallo de *Lilium* v. Concador

Por:

JORGE LUIS VICENTE HERNÁNDEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada por el Comité de Asesoría:


Dr. José Antonio González Fuentes

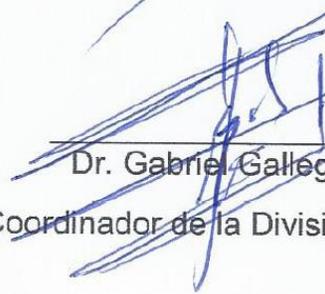
Asesor Principal


Dr. Rubén López Cervantes

Coasesor


M.C. Alfonso Rojas Duarte

Coasesor


Dr. Gabriel Gallegos Morales

Coordinador de la División de Agronomía



Coordinación
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México.

Noviembre de 2017

AGRADECIMIENTOS

A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro**, gracias por abrirme sus puertas y por haberme dado la oportunidad de formarme como un profesionalista en sus aulas.

Gracias a toda mi familia, a mis padres, tíos, primos y hermanos que siempre me brindaron su apoyo absoluto y desinteresado para lograr alcanzar esta meta.

A todos mis profesores y compañeros de la carrera de Ingeniero Agrónomo en Horticultura, así como aquellos compañeros de otras carreras, gracias por su amistad y enseñanzas.

Al **Dr. José Antonio Gonzales Fuentes**, gracias por facilitarme las herramientas necesarias y por apoyarme con su tiempo y asesoría para poder llevar a cabo este trabajo de investigación.

Al **Dr. Rubén López Cervantes**, gracias por su participación como miembro del jurado y por su disponibilidad de tiempo para contribuir con su ayuda en la revisión, corrección y aportación de sugerencias para la redacción del presente trabajo de investigación.

Al **M. C. Alfonso Rojas Duarte**, gracias por su participación como miembro del jurado y por su disponibilidad de tiempo para contribuir con su ayuda en la revisión, corrección y aportación de sugerencias para la redacción del presente trabajo de investigación.

Al **Dr. Alberto Sandoval Rangel**, al **Dr. Martin Tucuch Cauich** y a la empresa **Nocon S.A. de C.V.**, por facilitarme los productos orgánicos utilizados en el presente trabajo experimental.

DEDICATORIAS

Dedico el presente trabajo de investigación a toda mi familia que siempre han estado presentes en las etapas más importantes de mi vida.

A mis Padres, Miguel Vicente Gregorio (†) y María Hernández Lorenzo, porque ellos siempre estuvieron a mi lado brindándome su apoyo y sus consejos para hacer de mí una mejor persona.

A mis tíos, German Salazar García y María Dolores Vicente García, que siempre estuvieron en todo momento para apoyarme y alentarme para llegar a ser un profesionista.

A mis primos y hermanos, Juan Antonio Salazar Vicente, Cecilia de Jesús Salazar Vicente, Jessica Berenice Salazar Vicente, Giovanna Melisa Salazar Vicente, German Salazar Vicente y Francisco Miguel Vicente Hernández, por apoyarme en todo momento y caminar juntos por el camino profesional.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
AGRADECIMIENTOS	iii
DEDICATORIAS	iv
ÍNDICE DE CONTENIDO	v
ÍNDICE DE CUADROS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	ix
INTRODUCCION	1
Objetivo	3
Hipótesis	3
REVISIÓN DE LITERATURA	4
Origen y Distribución Geográfica	4
Características Botánicas	4
Importancia Económica en México	5
Requerimientos Ambientales	6
Cultivo en Macetas	7
Manejo del Cultivo	8
Plagas y Enfermedades	9
Desordenes Fisiológicos	10
Microorganismos Benéficos	10
MATERIALES Y METODOS	13
Ubicación del Experimento	13
Metodología	13
Descripción de los Tratamientos	15
Diseño experimental	16

	Pág.
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
Longitud del Tallo	17
<i>Numero de Botones</i>	19
<i>Diametro de Botones Florales</i>	21
<i>Longitud del Boton Floral</i>	22
Apertura foral	24
Vida de Anaquel	26
CONCLUSIÓN	29
Recomendaciones	29
LITERATURA CITADA	30
APENDICES	36

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Pág.
Cuadro 2.1. Valores máximos de fertilización recomendados por Posadas (2004).	8
Cuadro 3.1. solución nutritiva aplicada en el riego a las plantas de <i>Lilium</i> v. Concador	14
Cuadro 3.2. Descripción de los tratamientos aplicados a las plantas de <i>Lilium</i> v. Concador.	15
Cuadro 7.1. Análisis de varianza para la variable Longitud del tallo.	36
Cuadro 7.2. Análisis de varianza para la variable número de botones.	36
Cuadro 7.3. Análisis de varianza para la variable diámetro del botón.	36
Cuadro 7.4. Análisis de varianza para la variable longitud del botón.	37
Cuadro 7.5. Análisis de varianza para la variable diámetro de flor abierta.	37
Cuadro 7.6. Análisis de varianza para la variable vida de anaquel.	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Pág.
Figura 4.1. Longitud del tallo de <i>Lilium</i> v. Concador con la adición de seis diferentes tipos de promotores de crecimiento orgánicos.	18
Figura 4.2. Número de botones florales de <i>Lilium</i> v. Concador con la adición de seis diferentes tipos de promotores de crecimiento orgánicos.	20
Figura 4.3. Diámetro de botones florales de <i>Lilium</i> v. Concador con la adición de seis diferentes tipos de promotores de crecimiento orgánicos.	22
Figura 4.4. Longitud del botón floral de <i>Lilium</i> v. Concador con la adición de seis diferentes tipos de promotores de crecimiento orgánicos.	23
Figura 4.5. Diámetro de la apertura floral de <i>Lilium</i> v. Concador con la adición de seis diferentes tipos de promotores de crecimiento orgánicos.	25
Figura 4.6. Vida de anaquel de <i>Lilium</i> v. Concador con la adición de seis diferentes tipos de promotores de crecimiento orgánicos.	27

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en el período de febrero - junio de 2015 en el invernadero de ornamentales del Departamento de Horticultura en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, teniendo como objetivo determinar el efecto de seis diferentes tipos de microorganismos benéficos: hongos y bacterias solubilizadoras de fosforo; raizinn biol (promotor biológico de raíces); *Azospirillum*, *Trichoderma* y Micorrizas del genero *Glomus* en el desarrollo de la planta y calidad del tallo floral de *Lilium* v. Concador. El experimento estuvo compuesto por seis tratamientos y un testigo con nueve repeticiones por tratamiento, teniendo un total de 63 unidades experimentales que fueron consideradas para la medición de las siguientes variables: la longitud del tallo; numero, diámetro y longitud de botones; diámetro de flor abierta y vida de anaquel. Para el análisis de varianza y comparación de medias LSD, ($p= 0.05$) se utilizó el procedimiento ANOVA del paquete computacional estadístico SAS (Statistical Analysis System) versión 9.0. Los resultados obtenidos demostraron que la aplicación de microorganismos promotores del crecimiento vegetal logró aumentar las características visuales tales como longitud del tallo, número de botones, diámetro y apertura floral que generalmente están asociadas al calibre del bulbo y a la variedad. El efecto de los hongos fue mayor comparado con el efecto realizado por las bacterias. Las micorrizas y los hongos solubilizadores de fósforo, realizaron un efecto positivo en la longitud del tallo; numero, diámetro y longitud de botones, así como en la vida de anaquel; mientras que, en el caso de las bacterias, *Azospirillum* lo efectuó en la longitud del tallo.

Palabras clave: Microorganismos benéficos, *Lilium* v. Concador, Calidad.

INTRODUCCIÓN

En México existen cerca de 10 mil productores dedicados a la floricultura, al ocupar una superficie de 22 mil hectáreas destinadas a ésta actividad. El cultivo de ornamentales en el país genera tres mil 600 millones de pesos, con la producción de distintas variedades florícolas como Gladiola, Crisantemo y Rosa, destinando el 80 por ciento al mercado nacional y el resto a la exportación (Promuevehidroponia, 2014). Entre las especies ornamentales que más se consumen en el país, el *Lilium* ocupa el quinto lugar, con una superficie cultivada de 554 hectáreas, generando volúmenes de producción importantes que llegan hasta las 598,995 gruesas, siendo los estados de México, Veracruz y Yucatán los principales productores de esta especie ornamental (*Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP)*, (2015).

Para que la producción del *Lilium* sea exitosa, se requiere tener un estricto control sobre ciertos factores que afectan el desarrollo de las plantas, entre los que destacan la temperatura, intensidad lumínica, plagas, enfermedades y sobre todo la nutrición, ya que según Ortega *et al.* (2006), los nutrientes del bulbo y las raíces de *Lilium* son insuficientes para obtener una flor de alta calidad comercial, lo que hace necesario el uso de programas de nutrición intensiva. Existen pocos estudios sobre nutrición en esta especie y las recomendaciones de fertilización, en su mayoría química, son limitadas y contradictorias. Por otro lado, la agricultura moderna a nivel mundial exige un menor uso de agroquímicos por todos los riesgos que acarrea su uso para las personas, animales y medio ambiente (Calvet *et al.* 1999).

Así mismo la tendencia actual mundial de disminuir las elevadas cantidades de fertilizantes para reducir la contaminación ambiental y los costos de producción han impulsado el uso de biofertilizantes que incrementen el rendimiento de cultivos sin afectar al ambiente (Pernasetti *et al.* 2004). Partiendo de esta premisa, se puede aseverar que el uso de microorganismos benéficos es una alternativa viable para disminuir considerablemente la cantidad de fertilizantes y pesticidas utilizados para la nutrición y control de patógenos respectivamente, ya que, aparte de desempeñarse, dichos microorganismos también fungen como fitoestimuladores y biopesticidas (Camelo *et al.* 2011). Ciertamente, no se pueden llegar a tener control sobre todos los factores que afectan el desarrollo de las plantas, pero, si se pueden implementar estrategias para disminuir el uso de agroquímicos que con las constantes aplicaciones contaminan el medio ambiente.

La información sobre inoculación de microorganismos benéficos en plantas ornamentales y, particularmente en *Lilium* es escasa, aun cuando sea comprobado que esta asociación influye en una mayor producción y calidad de flor, reducción en días a cosecha e incrementos en materia seca y en absorción de nutrientes (Scagel, 2004; Flores *et al.* 2007).

El presente trabajo experimental indaga en el tema de la asociación de microorganismos benéficos (biofertilizantes, fitoestimuladores y biopesticidas) a la rizósfera de una de las plantas ornamentales con mayor importancia en México, el *Lilium*, en vista de lo anterior se realizó el presente trabajo de investigación con el objetivo e hipótesis siguientes:

Objetivo.

Determinar el efecto de seis diferentes tipos de microorganismos benéficos en el desarrollo de la planta y calidad del tallo floral de *Lilium* v. Concador.

Hipótesis.

Al menos uno de los Microorganismos benéficos inoculados en las plantas de *Lilium* v. Concador tendrá un efecto positivo sobre la calidad del tallo floral y vida de anaquel.

REVISIÓN DE LITERATURA

Origen y Distribución Geográfica.

El género *Lilium* cuenta con cerca de 115 especies nativas de las regiones templadas y áreas montañosas de zonas cálidas del hemisferio norte. Su diversificación es mayor en el Este de Asia. En el Viejo Mundo se extienden por la mayor parte de Europa, desde el Norte hasta la costa del Mediterráneo, la mayor parte de Asia, Japón, el Sur de la India y el Sur de Filipinas (Güemes, 2013). Aproximadamente 60 especies se distribuyen en Corea del Sur, China, Japón y otras regiones de Asia Oriental, mientras que 25 especies prosperan en América del Norte y 14 especies en Europa, muchas de las cuales son cultivadas como plantas ornamentales con el gran valor económico (Kong *et al.* 2013).

Características Botánicas.

El *Lilium* está compuesto por un bulbo, que es un órgano de almacenamiento desprovisto de túnica, es de forma redondeada agudizada por su parte distal, y está formado por una serie de hojas modificadas que se agrupan en torno a un disco basal o tallo modificado, estas hojas modificadas tienen aspecto de escamas carnosas, de color blanco, rosado o pardas, con forma triangular, más menos largas, acuminadas; almacenan las sustancias de reserva necesarias para mantener a la planta antes de formarse y especializarse el sistema radicular y asumir esa función.

El sistema radicular presenta una densa cabellera de raíces adventicias caulinares y otras de tipo basal. Las raíces adventicias en el tallo, en su porción superior al bulbo, tienen una gran relevancia por su función captadora de agua y nutrientes, las raíces que surgen del bulbo son siempre perenes y no se renuevan cada año como sucede con otras plantas consideradas bulbosas.

El tallo surge desde un disco basal situado en el interior del bulbo, es erecto, simple y cilíndrico, con grosores entre uno y dos centímetros de diámetro que le dan apariencia robusta. Las hojas son alternas, lanceoladas u ovalo-lanceoladas, con dimensiones variables, de 10 a 15 centímetros de largo y con anchos de uno a tres centímetros, según el tipo; a veces son verticiladas, sésiles o mínimamente pecioladas y, normalmente, las basales pubescentes o glabras, dependiendo igualmente del tipo.

Las flores son hermafroditas, se disponen solitarias o agrupadas en inflorescencias, en racimos y corimbos, mostrándose erguidas o penduladas, situadas en el extremo del tallo, sus sépalos y pétalos constituyen un perianto de seis tépalos. El fruto es una cápsula trilocular con dehiscencia loculicida independiente y está provisto de numerosas semillas, generalmente alrededor de 200. La semilla es normalmente aplanada y frecuentemente alada. (Bañon *et al.* 1993).

Importancia Económica en México.

Después de la rosa, la gerbera y el anturio, el liliun ocupa el cuarto lugar entre las flores que más se consumen en el país, seguido del tulipán, el crisantemo, la gladiola, el clavel y los follajes de corte. En 2015, el estado de México ocupó el primer lugar a nivel nacional como productor de *Lilium* con una superficie cultivada de 198 hectáreas y una producción de 577,243 gruesas, siendo Villa Guerrero el municipio con mayor producción de este ornamental. El segundo lugar lo ocupó el estado de Veracruz con una superficie de 32 hectáreas

y una producción de 11,200 gruesas y el tercer lugar fue ocupado por el estado de Yucatán con una superficie de 24 hectáreas y una producción de 10,553 gruesas (SIAP, 2015).

Requerimientos Ambientales.

Las condiciones ambientales ideales para el cultivo del *Lilium* para flor cortada se orientan a obtener temperaturas máximas de 9 ° C a 14 ° C durante la etapa de desarrollo de raíces. Durante la etapa de cultivo de las variedades asiáticas se debe mantener una temperatura mínima de 8-10°C durante la noche y 23°C a 25°C como máxima durante el día. las variedades orientales son más sensibles a las bajas temperaturas, no permitiendo mínimas menores a 12 ° C, tampoco les conviene temperaturas mayores de 25 °C (Verdugo *et al.* 2007).

El mismo autor menciona que las bajas temperaturas producen un alargamiento en el período vegetativo de todas las variedades, lo que debe ser considerado cuando se efectúan los programas de producción ya que las descripciones de las variedades normalmente vienen indicadas para los períodos primaverales. Las temperaturas altas llevan a un desarrollo vegetativo demasiado rápido, lo que se traduce en plantas de menor tamaño, menor número de botones por planta y mayor peligro de desórdenes fisiológicos como el leaf scorch. Por ello, es muy importante hacer instalaciones de sombra sobre el invernadero cuando se cultiva *Lilium* bajo condiciones de calor.

La luz afecta el desarrollo de la planta, incluso la floración y la especie se describe como sensible al fotoperíodo, requiriendo para su normal desarrollo y producción un fotoperíodo largo. Esta condición depende de la época del año, de la variedad y la cantidad de luz que permite ingresar el invernadero. la aplicación de luz adicional debe comenzar desde el estado de inicio de botón hasta la cosecha (Chaín *et al.* 2007).

La humedad relativa óptima para el cultivo del *Lilium* es de 60 a 75%, dependiendo de la variedad, pero no debe existir demasiado intervalo para evitar ahogamientos o estrés. Cuando la humedad relativa es baja tenemos daños en las hojas y flores, ocasionando pérdidas en la calidad y cuando ésta es alta, se enfrenta problemas de enfermedades fungosas como *Botrytis sp* y *Phytophthora sp*. (Bañon *et al.*1993)

Cultivo en Macetas.

Para llevar a cabo el cultivo de *Lilium* en macetas, es recomendable elegir el tipo de sustrato adecuado para este cultivo, se recomienda el uso de un medio ligero y con capacidad de retener la humedad. Un sustrato muy utilizado, es la tierra para macetas, mezclada con turba, así como la adición de perlita (libre de flúor), con cascarilla de arroz esterilizada o tierra de cultivo adecuada. Las mezclas de turbas que son muy utilizadas para obtener buena calidad en los *Lilium*, son las que poseen entre un 40 a 80 por ciento de turba negra, así como entre un 60 por ciento a 20 por ciento de estiércol adecuado (Buschmann,1994).

Es importante mantener un pH adecuado para garantizar el desarrollo de las raíces de las plantas de *Lilium* y asegurar una asimilación correcta de los elementos nutritivos. Según (Buschman y Soriano, 2004), Se recomienda mantener un pH entre 6 y 7 para los híbridos asiáticos y con un pH entre 5,5 y 6,5, para los híbridos Orientales.

El *Lilium* es un cultivo sensible a la salinidad; por ello, altas concentraciones de sal frenan la absorción del agua procedente de las raíces y, por consiguiente, el crecimiento y desarrollo del cultivo en general. El contenido en sal, así como su influencia, se debe a tres factores: el contenido de sal del abono orgánico, el del agua de riego y el nivel de nutrientes de la cosecha anterior (Buschman y Soriano, 2004).

Manejo del Cultivo.

La plantación se realiza inmediatamente después de la llegada de los bulbos, se deben de plantar en un suelo ligeramente húmedo, tanto si se trata de bulbos que no han sido congelados o de bulbos que han sido ya descongelados para una plantación inmediata, el día de la llegada o al siguiente.

Según el período de cultivo y la variedad, puede ser necesario colocar tutores a las plantas con apoyos durante el período de cultivo, al menos para los cultivares de una longitud comprendida entre 80 y 100 cm. El método usual de colocar tutores, se lleva a cabo con mallas que poseen unas rejillas entre los hilados, al igual que se emplean en el cultivo de crisantemos para flor cortada, elevándose las mallas, a medida que crezcan las plantas (Buschmann y Soriano, 2004).

Según Posadas (2004), el riego se realiza con aspersión. Esto se debe a que en las primeras semanas de cultivo hace falta tener un punto de saturación en el suelo para inducir la emisión de raíces. Esto sólo se puede conseguir con aspersión. Posteriormente se disminuye el riego para no dañar las raíces con un exceso de agua. Este sistema es aplicable tanto como para un sustrato como en el suelo. Así mismo en las primeras tres semanas se puede regar solamente con agua. Una baja CE promoverá la creación de raíces. Posteriormente se incrementará la CE hasta llegar, como mucho, a los máximos valores que se muestran a continuación:

Cuadro 2.1 Valores máximos de fertilización recomendados por Posadas (2004).

Nitratos	Entre 8 y 14 mM	Hierro	Entre 30 y 40 μ M
Potasio	Entre 5 y 7,5 mM	Manganeso	Entre 10 y 15 μ M
Calcio	Entre 3,5 y 5,5 mM	Zinc	Entre 3 y 4 μ M
Magnesio	Entre 1,5 y 2 mM	Cobre	1 μ M
Fosfatos	Entre 1,25 y 1,5 mM	Boro	Entre 25 y 50 μ M
Sulfatos	Entre 1 y 2 mM	Molibdeno	0.5 μ M

Se puede aumentar calcio en la época difícil para prevenir carencias. También se puede usar algún producto que ayude al calcio. Los que se derivan de ácidos orgánicos metabolizables, y que sirven para engañar a la planta, dándoles el calcio en forma covalente, son francamente buenos.

Para mantener la calidad de una flor de *Lilium*, esta debe ser cortada cuando el primer botón empiece a demostrar algo de color. Si se corta un botón demasiado maduro, incluso antes de que abra, la flor abrirá rápidamente y se dañará en el transporte, se mancharán los pétalos con polen y se producirá una rápida maduración de la flor por la presencia de altas concentraciones de etileno en las cajas, en los paquetes o en la cámara. una vez cortada la flor debe ser transportada inmediatamente al lugar de embalaje, para ser hidratada o colocada en agua, para empezar a bajar la temperatura de la vara por efecto del agua fría (Verdugo *et al.* 2007).

Plagas y Enfermedades.

Según Verdugo *et al.* (2007) entre las plagas más comunes en el cultivo del *Lilium* se encuentran los trips y pulgones, estos insectos atacan generalmente los brotes de las plantas o los tejidos más tiernos, afectando el desarrollo de hojas y flores y en muchos casos producen deformaciones en los tallos blandos. También podemos encontrar la presencia de ácaros, esta es una plaga de los bulbos, inicialmente se encuentran en la base de los bulbos en la zona de las raíces y entre las escamas exteriores haciendo pequeños agujeros en el bulbo que pueden provocar malformación y la inhibición del crecimiento.

El mismo autor también menciona que las enfermedades más frecuentes son causadas por hongos y bacterias de los géneros: *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Erwinia*, *Penicillium* y *Botrytis*, las cuales atacan tanto a los bulbos como la parte aérea causando pudriciones, retazo en el crecimiento y caída o deshidratación de botones y flores, provocando una disminución en la calidad del tallo.

Desordenes fisiológicos.

De acuerdo a Chahín *et al.* (2007), el cultivo de *Lilium* presenta algunos desordenes fisiológicos durante su desarrollo, uno de ellos es el “Leaf scorch” o quema de hojas que es una anomalía resultado de un cambio abrupto en la humedad relativa y en la temperatura ambiental, ayudado por un escaso sistema radicular, alta salinidad en el suelo y un crecimiento excesivamente rápido de la planta. El efecto se observa primero en las hojas jóvenes que se encuentran inmediatamente anterior al botón, estas hojas se manchan y al día siguiente la zona afectada se observa como un círculo necrosado mirado desde arriba, para posteriormente tornarse café y secarse.

Así mismo se puede presentar la caída y desecación de los botones que ocurre desde el momento en que estos se hacen visibles, adquiriendo un color amarillento y se estrangula el pedúnculo, por lo que el botón cae. Esto ocurre siempre cuando se cultiva *Lilium* en condiciones de baja luminosidad bajo estas condiciones, los estambres del botón producen etileno provocando el aborto floral.

Microorganismos Benéficos.

Algunos microorganismos, especialmente los asociados con las raíces, tienen la habilidad de incrementar el crecimiento de las plantas y su productividad; estos son reconocidos como microorganismos promotores del crecimiento vegetal ó PGPM por sus siglas en inglés (Plant growth promoting microorganisms) (Rosas *et al.* 2006).

Los microorganismos solubilizadores de fósforo (MSF) son un grupo que incluyen hongos y bacterias con la capacidad de solubilizar fosfatos minerales que han sido fijados en los suelos y que no pueden ser utilizados por las plantas

en su nutrición, estos microorganismos movilizan el fosfato inorgánico insoluble desde la matriz mineral hasta el suelo donde puede ser absorbido por las raíces, y las plantas les suministran a su vez compuestos carbonados que son metabolizados para el crecimiento microbiano (Datta *et al.* 2011 y Pérez *et al.* 2007).

Los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) son microorganismos del suelo que establecen relaciones simbióticas e incrementan la asimilación de nutrimentos y la tolerancia a diversos tipos de estrés biótico y abiótico en las plantas (Smith & Read, 2008). La asociación micorrízica es la forma por la cual la mayoría de las plantas complementan sus requerimientos de nutrición y absorción de agua en la naturaleza (Clark y Zeto, 2000). Mediante esta asociación, el hongo incrementa la superficie de captación de nutrimentos para la planta, principalmente de iones fosfato y amonio disponibles en el suelo.

Se estima que las hifas externas proporcionan hasta un 80 por ciento del fósforo y 25 por ciento del nitrógeno requeridos por la planta. A cambio, el hongo además de contar con un hábitat, recibe azúcares simples derivados de la fotosíntesis efectuada por el hospedero. Se ha señalado que una gran cantidad de hongos micorrizógenos asociados con especies vegetales reciben del 4 al 20 por ciento del carbono almacenado por la planta. Pero estos hongos llegan a ser parásitos cuando los costos netos de la simbiosis exceden los beneficios (Redecker, *et al.* 2000).

La inoculación de los HMA se considera una alternativa para incrementar el crecimiento, sobrevivencia y rendimiento de los cultivos u otras especies vegetales silvestre, en condiciones de limitación de agua y por ello los HMA son de importancia agrícola y ecológica. De los estudios que evalúan el efecto de los HMA cuando las plantas están sometidas a estrés, 80 por ciento de ellos demuestra que las plantas micorrizadas crecen y mejoran su estado hídrico en comparación con plantas no micorrizadas (Augé, 2001).

Las bacterias promotoras del crecimiento vegetal, también denominadas PGPR por sus siglas en inglés (Plant Growth Promoting Rizobacteria), son

bacterias que habitan en la rizosfera de las plantas y que pueden tener un efecto positivo sobre los cultivos (Puente y Peticari, 2006). Las PGPR funcionan como biofertilizantes, fitoestimuladores y biopesticidas. Las bacterias asociadas con la rizósfera de las plantas son capaces de generar varios mecanismos por los cuales afectan positivamente su crecimiento y desarrollo. Se conocen mecanismos directos e indirectos para la promoción del crecimiento vegetal.

Los mecanismos directos se relacionan con la producción de fitohormonas de tipo auxinas y giberelinas o la regulación de la producción de hormonas por parte de la planta. Así mismo pueden afectar la disponibilidad de nutrientes por la intervención directa en los ciclos biogeoquímicos, como es el caso de la fijación biológica de nitrógeno y la solubilización de nutrientes tan importantes como el fósforo. Indirectamente las rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPR) pueden contribuir mediante la inducción de la resistencia sistémica a fitopatógenos, el control biológico de enfermedades y la producción de antibióticos (Camelo *et al.* 2011).

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del Experimento.

El presente trabajo de investigación se estableció en el período de febrero a junio de 2015 en el invernadero de ornamentales del Departamento de Horticultura en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. El Lugar se localiza a 1763 msnm con las siguientes coordenadas geográficas: 25° 21' 22" latitud Norte y 101° 02' 16" longitud Oeste (Google Earth, 2017).

Metodología.

Se utilizaron bulbos de *Lilium* variedad Concador calibre 20/22 procedentes de la empresa Flores de Bulbos Importados S.A. de C.V. en Villa Guerrero estado de México. Concador es un híbrido con grandes flores amarillas, con el centro amarillo más oscuro, presenta anteras con polen de color naranja, muy contrastante con la flor y la planta, hábito de crecimiento vigoroso y con las flores orientadas hacia los lados. Su periodo de crecimiento es de 100-110 días, alcanzando alturas de hasta 110 cm.

El cultivo se estableció sobre una cama cubierta de plástico, sobre la cual se colocaron los bulbos en macetas tipo azalea con 22 centímetros de diámetro y 20 centímetros de altura, las macetas se establecieron en un marco de plantación a tresbolillo a una distancia de 40 centímetros entre filas y 30 centímetros entre plantas.

Los bulbos fueron plantados en las macetas a 10 centímetros de profundidad en una mezcla de sustrato, peat moss y perlita (1:1) previamente humedecido.

Se realizaron riegos de manera manual con intervalos de dos y tres días, dependiendo de la etapa fenológica de la planta, la humedad contenida en el sustrato y/o las condiciones ambientales en el invernadero, consumiendo una cantidad de 0.5 litros por planta con intervalos de dos días durante los primeros 20 días, y 0.75 litros por planta con intervalos de dos días en los siguientes 40 días, concluyendo con riegos de un litro por planta cada dos días en los últimos días previos a la cosecha.

Cuadro 3.1 solución nutritiva aplicada en el riego a las plantas de *Lilium* v. Concolor

Macroelementos Meq/L			CE 1.5 dS/m		pH 5.8-6.0	
NO ₃ ⁻	H ₂ PO ₄ ⁻	SO ₄ ⁼	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
9.0	1.0	5.36	0.5	4.64	6.5	3
Microelementos en ppm						
Fe	Mn	Cu	Zn	B	Mo	
3	0.5	0.025	0.136	0.262	0.054	

A los 20 días después del trasplante de los bulbos, tiempo aproximado para la formación de las raíces del tallo, se realizó la aplicación de los microorganismos benéficos descritos en el cuadro 3.2, esto se realizó en dos etapas: la primera aplicación fue a los 20 días después del trasplante, y la segunda a los 40 días después del trasplante. Se aplicó un litro de solución por maceta, con una concentración de 1 mililitro de ingrediente activo por litro de agua con los microorganismos correspondientes, misma que fue dirigida al cuello de la planta “in drench”.

Descripción de los tratamientos

Cuadro 3.2 Descripción de los tratamientos aplicados a las plantas de *Lilium* v. Concador.

Tratamientos	Microorganismo	Dosis aplicada
1	Fosfinn-Biol hongos (Prototipo experimental compuesto de hongos solubilizadores de fósforo)	1 ml·L ⁻¹
2	Fosfinn-Biol bacterias (Prototipo experimental compuesto de bacterias solubilizadoras de fósforo)	1 ml·L ⁻¹
3	Raizinn Biol (<i>Pseudomonas fluorescens</i> 1x10 ⁵ ufc/ml; <i>Azotobacter</i> spp 1x10 ⁵ ufc/ml y <i>Bacillus</i> spp 1x10 ⁵ ufc/ml)	1 ml·L ⁻¹
4	<i>Azospirillum</i> sp 1x10 ⁷ ufc/ml	1 ml·L ⁻¹
5	<i>Trichoderma harzianum</i> 1x10 ⁷ ufc/ml	1 ml·L ⁻¹
6	Micorrizas (<i>Glomus</i> sp 1x10 ⁶ ufc/ml)	1 ml·L ⁻¹
7	Testigo Absoluto	Solución nutritiva Steiner.

Fue necesario establecer una malla para tutoreo debido al constante crecimiento del tallo de *Lilium*. La malla fue establecida a los 60 días después del trasplante, ésta estuvo compuesta por cuatro alambres tensados a lo largo de las filas con una separación de 20 centímetros entre alambres, posteriormente se tejieron hilos de seda perpendiculares a los alambres con una separación de 15 centímetros entre hilos para el soporte de las plantas, evitando que éstas se doblaran con su propio peso.

A consecuencia de la presencia de Trips (*Frankliniella occidentalis*) en los primordios florales, se efectuó la aplicación de un insecticida a base de ajo par el control de los mismos, dicha aplicación se realizó tres veces con un intervalo de tres días, hasta que la densidad de población de la plaga se redujo.

La cosecha de los tallos se realizó cuando los botones del racimo floral presentaron una coloración propia de la variedad, esta se efectuó realizando un corte oblicuo en la base del tallo, una vez cosechadas los tallos se colocaron en floreros y se realizaron las mediciones correspondientes para determinar la calidad y vida de anaquel.

Diseño Experimental.

El experimento estuvo compuesto por seis tratamientos y un testigo con nueve repeticiones por tratamiento, teniendo un total de 63 unidades experimentales que fueron consideradas para la medición de las variables de respuesta. Los tratamientos fueron distribuidos bajo un diseño completamente al azar. Para el análisis de varianza y comparación de medias LSD, ($p= 0.05$) se utilizó el procedimiento ANOVA del paquete computacional estadístico SAS (Statistical Analysis System) versión 9.0.

Las variables evaluadas fueron longitud del tallo (de la base del tallo hasta el ápice, variable registrada hasta un día antes de la cosecha); número de botones florales (registrado en cada unidad experimental inmediatamente después de la cosecha y antes de la apertura floral) longitud y diámetro del botón, y vida de anaquel de la flor (de la apertura del botón hasta marchitez de la flor).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Longitud del Tallo.

Una de las variables que determinan la calidad de flor de corte en el cultivo del *Lilium*, es la longitud del tallo, al tener una mayor altura, los tallos son más apreciados por el consumidor, ya que tienen más opciones para elegir un tamaño de flores y debido a esto alcanzan un mejor precio en el mercado.

En esta variable, algunos tratamientos ocasionaron efecto altamente significativo, con la adición de *Azospirillum* sp (T4) se superó al testigo en 2.45 por ciento (Fig. 4.1), lo cual coincide con lo demostrado por Gowda *et al.* (2010), quienes lograron aumentar el tamaño de los tallos de Anturio al ser inoculados con esta bacteria. Este aumento en el tamaño de los tallos de *Lilium* inoculados con *Azospirillum* sp se le puede atribuir a la fijación biológica de nitrógeno, así como a la producción de sustancias que estimulan el crecimiento vegetal tales como las auxinas, citocininas, y giberelinas, mismas que, según Molina *et al.* (2008), son producidas por la misma bacteria.

De igual forma las plantas inoculadas con Fosfinn biol hongos (T2) y Micorrizas (T6) superaron al testigo en 2.3 y 0.4 por ciento respectivamente (Fig. 4.1), resultado que puede ser atribuido a la solubilización y a la promoción en la absorción de fósforo ya que el crecimiento de las plantas no está determinado únicamente por los reguladores de crecimiento, el fósforo también juega un papel importante en todos los procesos que requieren transferencia de energía en la planta. Los resultados anteriores se asemejan a los obtenidos por Velázquez *et al.* (2017), quienes incrementaron significativamente la biomasa en plantas de *Lactuca sativa* al inocularlas con una combinación de hongos micorrizicos arbusculares y hongos solubilizadores de fósforo.

Cabe destacar que el fósforo aplicado en la fertilización se encontraba disuelto en solución, lo cual lo haría más disponible para las plantas inoculadas con Micorrizas ya que según Velázquez *et al.* (2017), mientras que los hongos solubilizadores de fósforo promueven la solubilización de complejos insolubles de fosfato, las micorrizas incrementan la toma de fosfatos solubles.

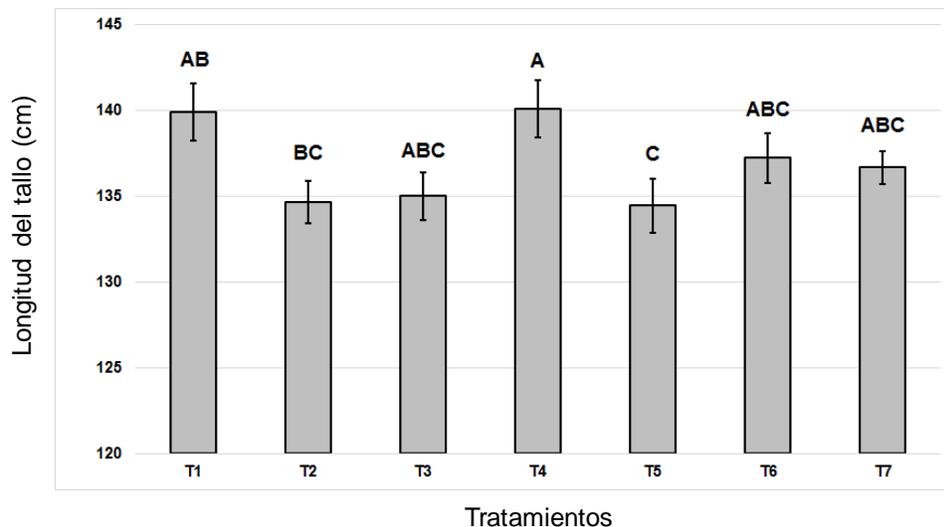


Figura 4.1 Longitud del tallo de *Lilium v. Concolor* con la adición de seis diferentes tipos de promotores de crecimiento orgánicos. **T1**=Fosfinn biol hongos (prototipo experimental compuesto de hongos solubilizadores de fósforo), dosis aplicada: $1 \text{ ml} \cdot \text{L}^{-1}$. **T2**=Fosfinn biol bacterias (prototipo experimental compuesto de bacterias solubilizadoras de fósforo), dosis aplicada: $1 \text{ ml} \cdot \text{L}^{-1}$. **T3**=Raizinn Biol (*Pseudomonas fluorescens* 1×10^5 ufc/ml; *Azotobacter* spp 1×10^5 ufc/ml y *Bacillus* spp 1×10^5 ufc/ml), dosis aplicada: $1 \text{ ml} \cdot \text{L}^{-1}$. **T4**= *Azospirillum* sp 1×10^7 ufc/ml, dosis aplicada: $1 \text{ ml} \cdot \text{L}^{-1}$. **T5**= *Trichoderma harzianum* 1×10^7 ufc/g, dosis aplicada: $1 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$. **T6**= Micorrizas (*Glomus* sp 1×10^6 ufc/ml), dosis aplicada: $1 \text{ ml} \cdot \text{L}^{-1}$. **T7**= Testigo absoluto (solución nutritiva Steiner modificada).

Por otra parte, el testigo absoluto superó porcentualmente a los tratamientos adicionados con Raizinn Biol (T3), Fosfinn biol bacterias (T2) y *Trichoderma harzianum* (T5) en 1.22, 1.46 y 1.62 por ciento respectivamente (Fig. 4.1), lo cual no acierta con lo descrito por autores como Vera *et al.* (2002) y Chuang *et al.* (2007), quienes mencionan que la inoculación con *Trichoderma*,

hongos y bacterias solubilizadoras de fósforo puede incrementar el crecimiento de las plantas mediante la solubilización de fosforo y la producción de metabolitos que estimulan los procesos de desarrollo vegetal así como la liberación de reguladores de crecimiento que estimulan el desarrollo de las plantas.

Numero de Botones.

En esta variable los tratamientos no ocasionaron efecto significativo, pero de forma gráfica se puede establecer que la aplicación de *Trichoderma harzianum* (T5) y Micorrizas (T6) con un promedio de 9.11 botones por igual obtuvieron el mayor número de botones comparados con los demás tratamientos y el testigo.

Estos resultados aciertan con los obtenidos por Patiño (2005), quien obtuvo un aumento significativo en el número de botones florales al aplicar micorrizas en el cultivo de crisantemo y con los resultados obtenidos por Ousley *et al.* (1994), quienes obtuvieron un aumento en el número de flores de caléndula y petunia con la aplicación de *Trichoderma sp.*

El aumento en el número de botones con la aplicación de Micorrizas puede ser atribuido a una mayor absorción de elementos nutritivos como el fósforo y al incremento en la superficie de la raíz lo cual la hace más activa para explorar y transportar nutrientes esenciales en el desarrollo y producción de botones florales.

Por su parte, la capacidad de *Trichoderma harzianum* a la competencia por espacio, nutrientes, reproducción y colonización de la raíz, como lo mencionan Castro y Revillas (2005), tiene un efecto inductor sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas, debido a la formación de sideróforos quelatantes de hierro, y la presencia de hormonas reguladoras de crecimiento que actúan como estimulantes en tejidos meristemáticos primarios en partes jóvenes.

A pesar de que no existió diferencia estadística, pero si numérica entre los tratamientos y el testigo, se debe hacer mención que el número de botones es una característica que generalmente está asociada al calibre del bulbo y a la variedad, sin embargo, un aumento numérico de uno o dos botones es prueba suficiente para aseverar que la aplicación de microorganismos promotores del crecimiento vegetal son una opción viable para aumentar esta variable.

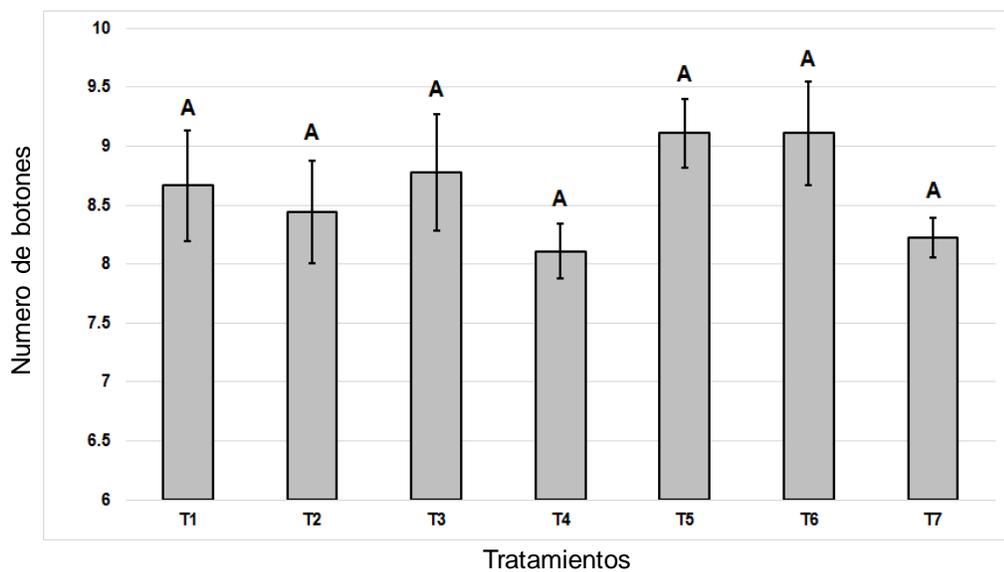


Figura 4.2 Numero de botones florales de *Lilium* v. Concador con la adición de seis diferentes tipos de promotores de crecimiento orgánicos. **T1**=Fosfinn biol hongos (prototipo experimental compuesto de hongos solubilizadores de fósforo), dosis aplicada: $1\text{ ml} \cdot \text{L}^{-1}$. **T2**=Fosfinn biol bacterias (prototipo experimental compuesto de bacterias solubilizadoras de fósforo), dosis aplicada: $1\text{ ml} \cdot \text{L}^{-1}$. **T3**=Raizinn Biol (*Pseudomonas fluorescens* 1×10^5 ufc/ml; *Azotobacter* spp 1×10^5 ufc/ml y *Bacillus* spp 1×10^5 ufc/ml), dosis aplicada: $1\text{ ml} \cdot \text{L}^{-1}$. **T4**= *Azospirillum* sp 1×10^7 ufc/ml, dosis aplicada: $1\text{ ml} \cdot \text{L}^{-1}$. **T5**= *Trichoderma harzianum* 1×10^7 ufc/g, dosis aplicada: $1\text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$. **T6**= Micorrizas (*Glomus* sp 1×10^6 ufc/ml), dosis aplicada: $1\text{ ml} \cdot \text{L}^{-1}$. **T7**= Testigo absoluto (solución nutritiva Steiner modificada).

Diametro de Botones Florales.

En esta variable, todos los tratamientos realizaron efecto significativo, siendo las plantas inoculadas con Fosfinn biol hongos (T1), Micorrizas (T6) y Raizinn biol (T3) las que mostraron los mejores resultados, mostrando un incremento con respecto al testigo de 7.33, 6.2 y 5.8 por ciento respectivamente (Fig. 4.3), por otro lado, las plantas inoculada con Fosfinn biol bacterias (T2), *Azospirillum* sp (T4) y *Trichoderma harzianum* (T5) se comportaron de manera similar pero con valores menores que los tratamientos anteriores.

Resultados similares fueron obtenidos por Xiao *et al.* (2009), quienes obtuvieron efecto positivo sobre la promoción del crecimiento del cultivo de arroz bajo la inoculación de tres hongos solubilizadores de fosforo, así mismo, Varshney *et al.* (2002), observaron que las plantas de *Lilium* sp, inoculadas con micorrizas arbusculares del genero *Glomus fasciculatum*, mejoraron la calidad de la flor en cuanto a longitud y diámetro de botones. Por su parte Collavino *et al.* (2010), lograron promover el crecimiento de plantas de frijol aumentando la fotosíntesis y el contenido de P y N de las hojas con la inoculación de bacterias solubilizadoras de fosforo y fijadoras de nitrógeno.

Sin dejar a un lado el efecto solubilizador de fósforo y la promoción en la absorción de este y otros elementos por parte de los microorganismos en cuestion, el incremento en el diámetro del botón también puede ser atribuido a el efecto que causan los reguladores de crecimiento producidos por estos beneficos, efecto similar obtenido por Jarquin (2014), quien al aplicar reguladores de crecimiento en el cultivo de rosal logró aumentar significativamente el diámetro y longitud de los botones florales.

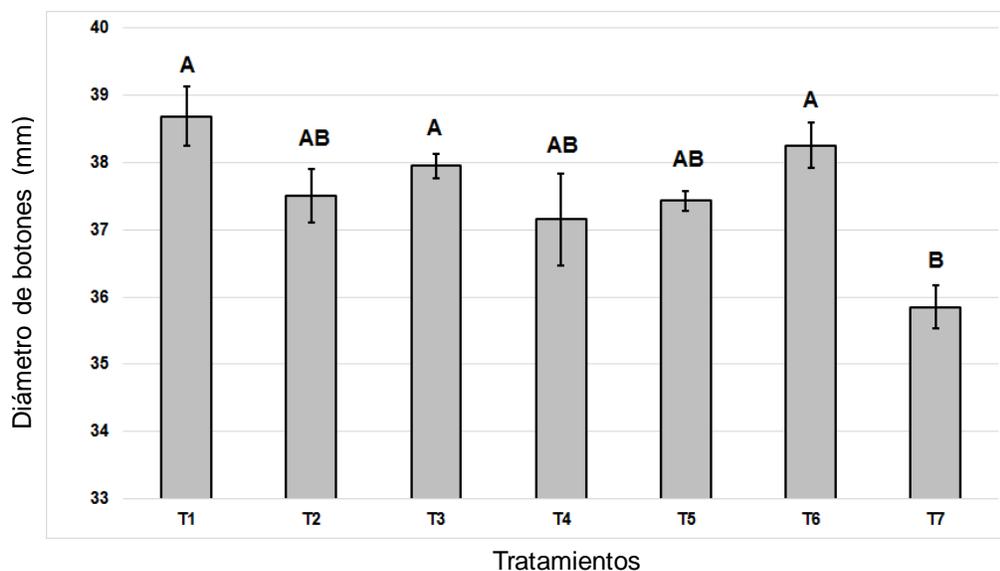


Figura 4.3 Diámetro de los botones florales de *Lilium v. Concador* con la adición de seis diferentes tipos de promotores de crecimiento orgánicos. **T1**=Fosfinn biol hongos (prototipo experimental compuesto de hongos solubilizadores de fósforo), dosis aplicada: $1\text{ ml} \cdot \text{L}^{-1}$. **T2**=Fosfinn biol bacterias (prototipo experimental compuesto de bacterias solubilizadoras de fósforo), dosis aplicada: $1\text{ ml} \cdot \text{L}^{-1}$. **T3**=Raizinn Biol (*Pseudomonas fluorescens* 1×10^5 ufc/ml; *Azotobacter* spp 1×10^5 ufc/ml y *Bacillus* spp 1×10^5 ufc/ml), dosis aplicada: $1\text{ ml} \cdot \text{L}^{-1}$. **T4**= *Azospirillum* sp 1×10^7 ufc/ml, dosis aplicada: $1\text{ ml} \cdot \text{L}^{-1}$. **T5**= *Trichoderma harzianum* 1×10^7 ufc/g, dosis aplicada: $1\text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$. **T6**= Micorrizas (*Glomus* sp 1×10^6 ufc/ml), dosis aplicada: $1\text{ ml} \cdot \text{L}^{-1}$. **T7**= Testigo absoluto (solución nutritiva Steiner modificada).

Longitud del Boton Floral.

En esta variable los tratamientos no realizaron efecto significativo, pero de forma grafica se puede establecer que la aplicación Micorrizas (T6) y Hongos Solubilizadores de Fosforo (T1) mejoraron la longitud de botón en 2.35 y 2.26 por ciento repectivamente (Fig. 4.4). lo que demuestra que al igual que en la variable

diametro de boton, la aplicación de microorganismos beneficios tiene efectos positivos sobre las variables que indican la calidad del boton floral de *Lilium*.

Resultados similares fueron obtenidos por Callejas (2009), quien demostró que la aplicación de hongos micorrizicos arbusculares estimula el desarrollo del área de la inflorescencia en el cultivo de nochebuena. Y por Güneş *et al.* (2009), quienes estudiaron la eficacia de hongos y bacterias solubilizadoras de fósforo al aumentar los rendimientos de frutos en el cultivo de fresa.

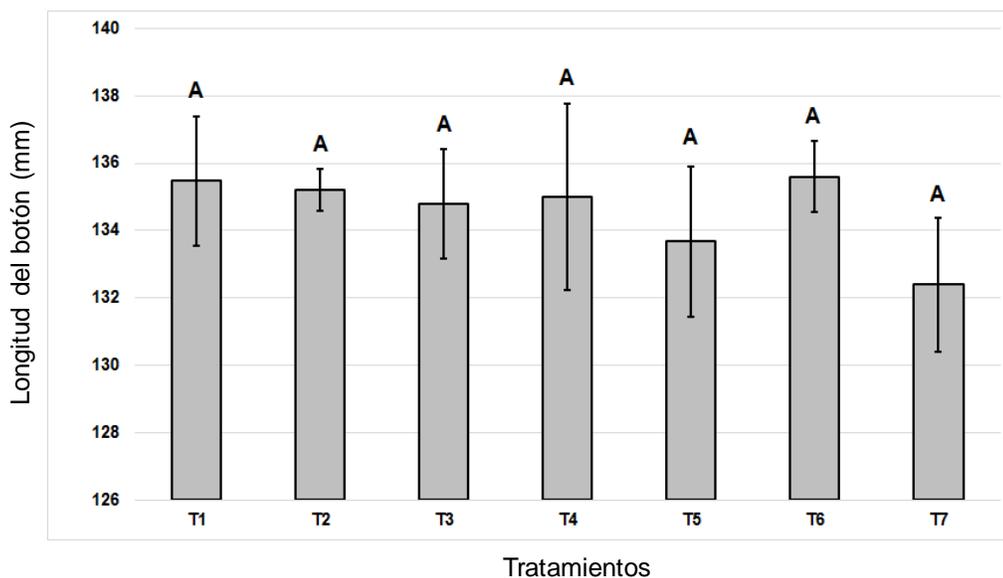


Figura 4.4 Longitud de los botones florales de *Lilium* v. Concador con la adición de seis diferentes tipos de promotores de crecimiento orgánicos. **T1**=Fosfinn biol hongos (prototipo experimental compuesto de hongos solubilizadores de fósforo), dosis aplicada: $1\text{ ml} \cdot \text{L}^{-1}$. **T2**=Fosfinn biol bacterias (prototipo experimental compuesto de bacterias solubilizadoras de fósforo), dosis aplicada: $1\text{ ml} \cdot \text{L}^{-1}$. **T3**=Raizinn Biol (*Pseudomonas fluorescens* 1×10^5 ufc/ml; *Azotobacter* spp 1×10^5 ufc/ml y *Bacillus* spp 1×10^5 ufc/ml), dosis aplicada: $1\text{ ml} \cdot \text{L}^{-1}$. **T4**= *Azospirillum* sp 1×10^7 ufc/ml, dosis aplicada: $1\text{ ml} \cdot \text{L}^{-1}$. **T5**= *Trichoderma harzianum* 1×10^7 ufc/g, dosis aplicada: $1\text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$. **T6**= Micorrizas (*Glomus* sp 1×10^6 ufc/ml), dosis aplicada: $1\text{ ml} \cdot \text{L}^{-1}$. **T7**= Testigo absoluto (solución nutritiva Steiner modificada).

A pesar de que el número de botones, como el diámetro y la longitud floral son características que están determinadas por la variedad y el calibre del bulbo, de acuerdo con los resultados obtenidos se puede comprobar que estas variables pueden ser incrementadas con la adición de microorganismos benéficos, tal y como lo demostraron Davies *et al.* (2005), quienes al inocular micorrizas arbusculares en el cultivo de papa mencionan que el aumento en las variables evaluadas se deben a la absorción de nutrimentos, particularmente de fósforo, que favorece el crecimiento de la planta a través de mejorar la eficiencia fotosintética y el transporte de fotostatos destinados a tallos, flores y frutos.

Apertura Floral.

En esta variable los tratamientos no realizaron efecto significativo, pero de forma gráfica se puede establecer que las plantas inoculadas con Raizinn Biol (T3), *Trichoderma* (T5) y Bacterias solubilizadoras de fósforo (T2) fueron las que presentaron mayor apertura floral superando al testigo 6.26 y 6.23 por ciento respectivamente (Fig. 4.5).

Según Van Doorn y Woltering (1991), el etileno y otros reguladores de crecimiento están relacionados con procesos vegetales que determinan la calidad de las flores de corte y maceta, como lo es la apertura floral.

Esta respuesta de las flores a la apertura podría ser atribuida a la inducción de los microorganismos hacia las plantas a la producción de etileno, ya que el producto comercial Fosfinn Biol (T2) al igual que Raizinn Biol (T3) contienen bacterias fijadoras de nitrógeno del género *Azotobacter* y solubilizadoras de fosfatos de los géneros *Pseudomonas* y *Bacillus*, mismas que según Saha (2009), estimulan los mecanismos de defensa de las plantas al activar la resistencia sistémica de tejidos y producir etileno como respuesta al ataque de fitopatógenos. Martínez *et al.* (2001), también mencionan que *Trichoderma harzianum* provoca o promueve la resistencia sistémica inducida en

las plantas las cuales inician la síntesis de etileno cuando se ven afectadas por patógenos.

No obstante, el etileno solamente es producido cuando estas plantas se encuentran afectadas por alguna especie de patógeno lo que induce a los hongos y a las bacterias a estimular la RSI (Resistencia Sistémica Inducida). Es posible que estas plantas estuvieron expuestas a algún tipo de patógeno durante la etapa de floración debido a la gran cantidad de agua demandada durante dicha etapa, lo cual indujo a estos microorganismos a activar la RSI y producir etileno favoreciendo con esto la apertura floral.

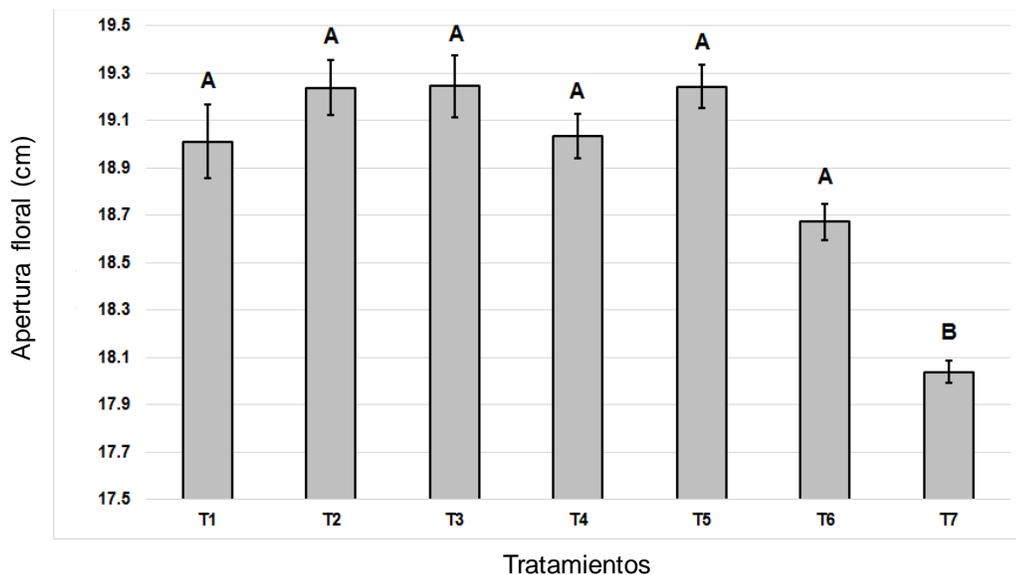


Figura 4.5 Apertura floral de *Lilium v. Concador* con la adición de seis diferentes tipos de promotores de crecimiento orgánicos. **T1**=Fosfinn biol hongos (prototipo experimental compuesto de hongos solubilizadores de fósforo), dosis aplicada: $1 \text{ ml} \cdot \text{L}^{-1}$. **T2**=Fosfinn biol bacterias (prototipo experimental compuesto de bacterias solubilizadoras de fósforo), dosis aplicada: $1 \text{ ml} \cdot \text{L}^{-1}$. **T3**=Raizinn Biol (*Pseudomonas fluorescens* 1×10^5 ufc/ml; *Azotobacter* spp 1×10^5 ufc/ml y *Bacillus* spp 1×10^5 ufc/ml), dosis aplicada: $1 \text{ ml} \cdot \text{L}^{-1}$. **T4**= *Azospirillum* sp 1×10^7 ufc/ml, dosis aplicada: $1 \text{ ml} \cdot \text{L}^{-1}$. **T5**= *Trichoderma harzianum* 1×10^7 ufc/g, dosis aplicada: $1 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$. **T6**= Micorrizas (*Glomus* sp 1×10^6 ufc/ml), dosis aplicada: $1 \text{ ml} \cdot \text{L}^{-1}$. **T7**= Testigo absoluto (solución nutritiva Steiner modificada).

Sin embargo, esta diferencia también puede ser atribuida a la cantidad de carbohidratos almacenados por la planta, que al efecto que pudiesen haber causado los microorganismos a producir algún tipo de fitohormona capaz de alterar la morfología floral del *Lilium*, ya que según (Cruz *et al.* 2006 y Yamada *et al.* 2007) la apertura floral es un proceso que involucran la expansión de las células de los pétalos y requieren de un alto consumo de energía dependiente principalmente del abastecimiento de carbohidratos almacenados en la planta.

Vida de Anaquel.

La longevidad de las flores cortadas de *Lilium* es una característica de calidad muy importante. En general, la vida de florero varía entre cinco y catorce días dependiendo de la variedad y del manejo de post cosecha, y ésta generalmente termina con la marchitez y posterior abscisión de los pétalos. Elgar *et al.* (1999). Para una mayor duración en florero, es importante estimular una rápida absorción de agua y a la vez reducir la producción de etileno. Espinoza *et al.* (2007).

Para esta variable, la adición de Micorrizas (T6) y de hongos solubilizadores de fósforo (T1) realizaron efecto altamente significativo, ya que presentaron mayor número de días en florero, superando al testigo en 19.03 y 18.33 por ciento respectivamente (Fig. 4.6), este comportamiento refleja que las plantas inoculada con los tratamientos 1 y 6, aparte de aumentar otras variables, de alguna manera prolongan la vida de anaquel.

Ciertamente las micorrizas y los Hongos solubilizadores de fósforo trabajan de forma similar, solubilizando el fosforo e inhibiendo la síntesis de etileno como lo describen Shon *et al.* (2003), quienes aplicaron diferentes fuentes de micorrizas a *Chrysanthemum morifolium* obteniendo un incremento en el crecimiento de brotes y raíces, así como un aumento significativo en el tiempo de floración. Por otro lado, Besmer y Koide (1999), obtuvieron resultados similares

en flores de boca de dragón (*Antirrhinum majus* L) aumentaron significativamente la vida de anaquel y disminuyeron la producción de etileno de las flores al inocular micorrizas en dichas plantas.

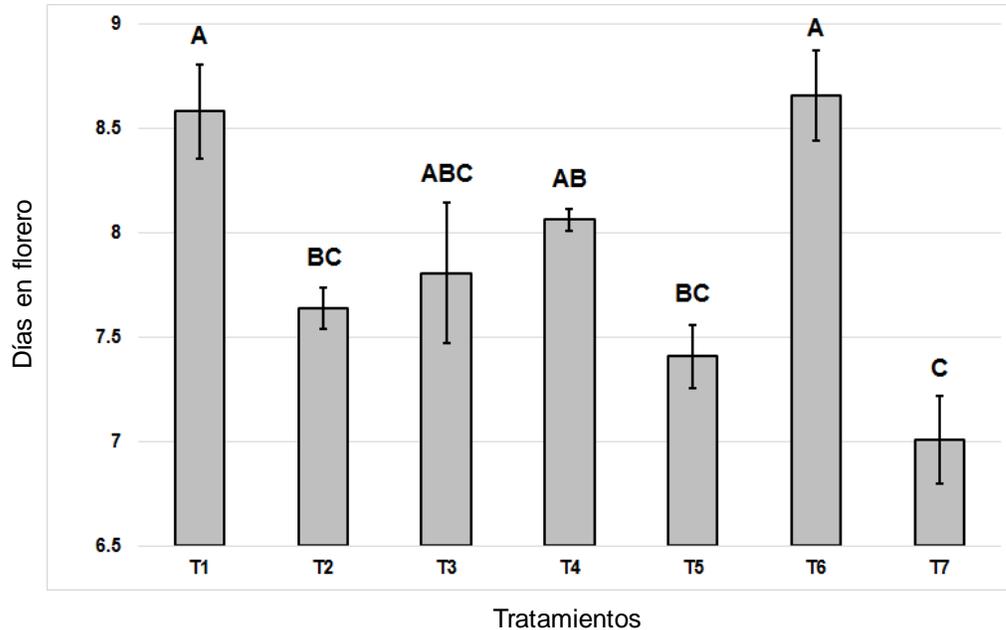


Figura 4.6 Vida de anaquel de *Lilium* v. Concador con la adición de seis diferentes tipos de promotores de crecimiento orgánicos. **T1**=Fosfinn biol hongos (prototipo experimental compuesto de hongos solubilizadores de fósforo), dosis aplicada: $1 \text{ ml} \cdot \text{L}^{-1}$. **T2**=Fosfinn biol bacterias (prototipo experimental compuesto de bacterias solubilizadoras de fósforo), dosis aplicada: $1 \text{ ml} \cdot \text{L}^{-1}$. **T3**=Raizinn Biol (*Pseudomonas fluorescens* 1×10^5 ufc/ml; *Azotobacter* spp 1×10^5 ufc/ml y *Bacillus* spp 1×10^5 ufc/ml), dosis aplicada: $1 \text{ ml} \cdot \text{L}^{-1}$. **T4**= *Azospirillum* sp 1×10^7 ufc/ml, dosis aplicada: $1 \text{ ml} \cdot \text{L}^{-1}$. **T5**= *Trichoderma harzianum* 1×10^7 ufc/g, dosis aplicada: $1 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$. **T6**= Micorrizas (*Glomus* sp 1×10^6 ufc/ml), dosis aplicada: $1 \text{ ml} \cdot \text{L}^{-1}$. **T7**= Testigo absoluto (solución nutritiva Steiner modificada).

Aunque la vida de anaquel en florero, depende de otros factores como la calidad del agua y los patógenos que pudieran estar en esta, así como la temperatura y humedad en el ambiente, sin descartar el efecto del etileno y los procesos fisiológicos que aún se llevan a cabo en el tallo después de haber sido cortados, es probable que el efecto ocasionado por los microorganismos en los tallos puede seguir presentándose después de que estos han sido cortados.

Así mismo la cantidad de botones presentes en las flores también pudo ser un determinante en la vida de anaquel ya que el tiempo que transcurre desde la apertura del primer botón hasta la apertura del último, aumenta conforme aumenta el número de botones, los cuales pueden aumentar con la adición de microorganismos como se puede observar en la fig. 4.2. debido particularmente al fósforo, que favorece la eficiencia fotosintética y el transporte de fotostatos destinados a tallos y flores.

CONCLUSIÓN

Generalmente, las características de *Lilium* tales como la longitud del tallo, el número de botones, diámetro y apertura floral están asociadas al calibre del bulbo y a la variedad, sin embargo, la aplicación de microorganismos promotores del crecimiento vegetal logró aumentar porcentualmente dichas variables.

El efecto de los hongos fue mayor comparado con el efecto realizado por las bacterias. Las micorrizas y los hongos solubilizadores de fósforo fueron los que ocasionaron el mejor efecto entre todos los tratamientos, aumentando algunas de las variables, mientras que, por el lado de las bacterias, *Azospirillum* únicamente lo efectuó en la longitud del tallo. Cabe destacar que los demás tratamientos no tuvieron efecto estadísticamente significativo, pero si numérico.

Recomendaciones.

- Utilizando un adecuado programa de fertilización, manejo de plagas y enfermedades aunado al uso de microorganismos benéficos garantiza el éxito de producción de tallos de calidad, haciendo eficiente principalmente el uso de fertilizantes, disminuyendo con esto los costos de producción.
- La asociación de dos o más microorganismos aumentaría la calidad de *Lilium*, siempre y cuando estos sean compatibles para que no se presente algún tipo de antagonismo entre ellos.
- Se puede aumentar el número de botones florales de tallos provenientes de bulbos de calibres menores adicionándose una buena fertilización y aplicación de microorganismos solubilizadores de fosforo.

LITERATURA CITADA

- Augé R. M. (2001) Water relations, drought and vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Mycorrhiza* 11:3-42.
- Bañón, A, S; González, J, A; Fernández, A; Cifuentes, D. 1993. Gerbera, Liliium, Tulipán y Rosa. Mundi-Prensa. Barcelona, España.
- Besmer, Y. L., & Koide, R. T. (1999). Effect of mycorrhizal colonization and phosphorus on ethylene production by snapdragon (*Antirrhinum majus* L.) flowers. *Mycorrhiza*, 9(3), 161-166.
- Buschman, J. C., & Soriano, G. J. M. (2004). Cultivo de Liliium de calidad. *Revista Horticultura Internacional*.
- Buschmann, J. C. M. (1994). (Lilies as pot plants (culture, cultivars)). *Deutscher Gartenbau (Germany)*.
- Callejas-Ruíz, B. A., Castillo-González, A. M., Colinas-León, M. T., González-Chávez, M. D. C., Pineda-Pineda, J., & Valdez-Aguilar, L. A. (2009). Sustratos y hongos micorrízicos arbusculares en la producción de nochebuena. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 15(1), 57-66.
- Calvet, M., Camprubí, A., Balada, A. y Morera, C. 1997. Utilization of arbuscular mycorrhizae for the production of citrus rootstock cultivars in spanish nurseries. Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le developpement (GIRAD). 5° Congreso Mundial de viveristas de cítricos. Montpellier, 5 - 8 de marzo de 1997. s.p.

- Camelo, M., Vera, S. P., & Bonilla, R. R. (2011). Mecanismos de acción de las rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 12(2), 159-166.
- Castro, A.M y C.A. Revillas (2005). Biorregulación de *Rhizoctonia solani* en germinadores de café. Boletín CENICAFÉ. Avance técnico No. 336.
- Chahín M.G., Montesinos A., Márquez F., Ferrocha s., Ibáñez M. 2007 Producción de flores cortadas IX Región. Santiago Chile. PP. 51-93.
- Chuang, Chun Chao, KUO, Yu Lin; CHAO, Chen Ching and Chao, Wei Liang. Solubilization of inorganic phosphates and plant growth promotion by *Aspergillus niger*. In: *Biol. Fert. Soils*, 2007, vol. 43. p. 575-584.
- Clark, R. B. & S. K. Zeto. 2000. Mineral acquisition by arbuscular mycorrhizal plants. *J. Plant Nutr.* 23: 867-902
- Collavino, M. M., Sansberro, P. A., Mroginski, L. A., & Aguilar, O. M. (2010). Comparison of in vitro solubilization activity of diverse phosphate-solubilizing bacteria native to acid soil and their ability to promote *Phaseolus vulgaris* growth. *Biology and fertility of soils*, 46(7), 727-738.
- Cruz, C.E., Arévalo, G.L., Cano, M.R. y Gaytán, A.E.A. (2006). Soluciones pulso en la calidad postcosecha de lisianthus (*Eustoma grandiflorum* Raf.) cv.'echo blue'. *Agricultura Técnica en México*. 32(2): 191-200.
- Datta M, Palit R, Sengupta C, Kumar M, Banerjee S. 2011. Plant growth promoting rhizobacteria enhance growth and yield of Chilli (*Capsicum annum* L.) under field conditions. *Australian Journal of Crop Science* 5:531–536
- Elgar, H., A. Woolf, and R. Bieleski. 1999. Ethylene production by three lily species and their response to ethylene exposure. *Postharvest Biology and Technology* 16(3): 257-267.

- Espinoza, C., Berger, H., Galletti, L. y Muller, C. (2007). Efectividad de benciladenina mas giberelina 4+7 aplicadas por aspersion o inmersión, para la conservación de *Lilium* cv. *Visaversa*. *Agro Sur* Vol. 35, 34-36.
- Flores, A. C., Luna, A. A. E., & Portugal, V. O. (2007). Yield and quality enhancement of marigold flowers by inoculation with *Bacillus subtilis* and *Glomus fasciculatum*. *Journal of Sustainable Agriculture*, 31(1), 21-31.
- Gowda, A. P. M., Byraiah, M. K. H., & Gowda, J. V. N. (2010). Effect of bio-fertilizers on flower characters of anthurium cv. Carmen. *Crop Research (Hisar)*, 40(1/3), 97-100.
- Güemes H. J. (2013). *Lilium*. En E. Rico, M. B. Crespo, A. Quintanar, A. Herrero & C. Aedo (Eds.), *Flora iberica: plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares* Vol. XX. *Liliaceae-Agavaceae* (pp. 10). Madrid: C.S.I.C.
- Güneş, A., Ataoğlu, N., Turan, M., Eşitken, A., & Ketterings, Q. M. (2009). Effects of phosphate-solubilizing microorganisms on strawberry yield and nutrient concentrations. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 172(3), 385-392.
- Kong Y., Sun M, Pan H, Ai QZC, Wang Y (2013) Floral scent composition of *Lilium sulphureum*. *Chem Nat Comp* 49:362–364
- Martinez, C., Blanc, F., Le Claire, E., Besnard, O., Nicole, M., & Baccou, J. C. (2001). Salicylic acid and ethylene pathways are differentially activated in melon cotyledons by active or heat-denatured cellulase from *Trichoderma longibrachiatum*. *Plant Physiology*, 127(1), 334-344.
- Molina-Favero C, Creus CM, Simontacchi M, Puntarulo S, Lamattina L. 2008. Aerobic nitric oxide production by *Azospirillum brasilense* Sp245 and its influence on root architecture in tomato. *Mol. Plant-Microbe Interact.* 21: 1001-9

- Ortega, B. R.; Correa, B. M. y Olate, M. E. 2006. Determinación de las curvas de acumulación de nutrientes en tres cultivares de *Lilium* spp. para flor de corte. *Agrociencia*. 40:339-347
- Ousley, M. A., Lynch, J. M., & Whipps, J. M. (1994). The effects of addition of *Trichoderma* inocula on flowering and shoot growth of bedding plants. *Scientia horticultrae*, 59(2), 147-155.
- Patiño, M. (2005). Evaluación del uso de micorrizas y dos niveles de fertilización en producción de crisantemo (*Dendrathermax grandiflorum* Kitamura) en Zamorano, Honduras.
- Pernasetti, S.; Killian, S.E. y Di Barbaro, G. 2004. Estudio de la inoculación con Azospirillum sp. y el preacondicionamiento osmótico sobre la germinación de lechuga (Lactu sativa L.) en condiciones de salinidad. Revista del Centro de Estudio de Regiones Secas. Fundación C.E.R.S. Tucumán- Catamarca. Año 2004. I.S.S.N.0326-9930. Tomo XIX. :54-63.*
- Pivonia, S., Levita, R., Dori, I., Ganot, L., Meir, S., Salim, S., ... & Koltai, H. (2010). Application of mycorrhizae to ornamental horticultural crops: lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) as a test case. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 8(S1), 5-10.
- Posadas, S. F. 2004. Cultivo de plantas ornamentales. En Urrestarazu G. M. (Ed.), *Tratado de cultivo sin suelo* (pp. 822-828). Madrid, España: Aedos, S. A.
- Promuevehidroponia. (2014). La floricultura en México, un desarrollo potencial para la economía – hidroponia.mx. Retrieved May 1, 2017, from <http://hidroponia.mx/la-floricultura-en-mexico-un-desarrollo-potencial-para-la-economia>.
- Puente, M. & Peticari, A. (2006). Promotores del crecimiento vegetal. *Revista CREA*, 36(304), 66-69.

- Redecker, D., Kodner, R., & Graham, L. E. (2000). Glomalean fungi from the Ordovician. *Science*, 289(5486), 1920-1921.
- Rosas S, Rovera M, Correa J. 2006. Phosphate-solubilizing *Pseudomonas putida* can influence the rhizobia–legume symbiosis. *Soil. Biol. Biochem.* 38: 3502–3505.
- Scagel, C.F. (2004). Inoculation with vesicular arbuscular mycorrhizal fungi and rhizobacteria alters nutrient allocation and flowering of harlequin flower. *Hortecchnology* 14: 39-47.
- Shah J. 2009. Plants under attack: systemic signals in defence. *Current Opinion in Plant Biology.* 12:459–464.
- SIAP. (2015). Cierre de la producción agrícola por cultivo. Retrieved May 1, 2017, from http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola_siap_gb/identidad/index.jsp
- Smith S E, D J Read (2008) *Mycorrhizal Symbiosis*. Academic Press. London, UK. 787 p.
- Sohn, B. K.; Kim, K. Y.; Chung, S. J.; Kim, W. S.; Park, S. M.; Kang, J. G.; Rim, S., Y.; Cho, J. S.; Kim, T. H. and Lee, J. H. 2003. Effect of the different timing of AMF inoculation on plant growth and flower quality of *Chrysanthemum*. *Sci. Hort.* 98:173–183.
- Van Doorn W. and E. J. Woltering. 1991. Developments in the use of growth regulators for the maintenance of post-harvest quality in cut flowers and potted plants. *Acta Horticulturae* 289: 195-209.
- Varshney, A., Sharma, M. P., Adholeya, A., Dhawan, V., & Srivastava, P. S. (2002). Enhanced growth of micropropagated bulblets of *Lilium* sp. inoculated with arbuscular mycorrhizal fungi at different P fertility levels in an alfisol. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 77(3), 258-263.
- Velázquez, M. S., Cabello, M. N., Eliades, L. A., Russo, M. L., Allegrucci, N., & Schalamuk, S. (2017). Combinación de hongos movilizadores y

solubilizadores de fósforo con rocas fosfóricas y materiales volcánicos para la promoción del crecimiento de plantas de lechuga (*Lactuca sativa* L.). *Revista Argentina de Microbiología*.

Velázquez, M. S., Cabello, M. N., Eliades, L. A., Russo, M. L., Allegrucci, N., & Schalamuk, S. (2017). Combinación de hongos movilizadores y solubilizadores de fósforo con rocas fosfóricas y materiales volcánicos para la promoción del crecimiento de plantas de lechuga (*Lactuca sativa* L.). *Revista Argentina de Microbiología*.

Verdugo, R. G., Montesinos V. A., Zarate. F., Erices. Y., Gonzales C. A., Barbosa. E. P., Biggi. T. M. A. 2007. producción de flores cortadas V REGIO. Salviat impresores. Santiago, Chile. p 37.

Xiao, C., Chi, R., He, H., Qiu, G., Wang, D., & Zhang, W. (2009). Isolation of phosphate-solubilizing fungi from phosphate mines and their effect on wheat seedling growth. *Applied biochemistry and biotechnology*, 159(2), 330-342.

Yamada K, M Ito, T O Oyama, M Nakada, M Maesaka, S Yamaki (2007) Analysis of sucrose metabolism during petal growth of cut roses. *Postharv. Biol. Technol.* 43:174-177.

APENDICES

Cuadro 7.1. Análisis de varianza para la variable Longitud del tallo.

Fuente	DF	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Modelo	14	607.301	43.378	1.36	0.2076
Error	48	1526.412	31.800		
Total correcto	62	2133.714			

$R^2 = 0.284$

C. V. (%)=4.120

Media= 136.857

Cuadro 7.2. Análisis de varianza para la variable número de botones.

Fuente	DF	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Modelo	14	28.634	2.045	0.89	0.5714
Error	48	109.968	2.291		
Total correcto	62	138.603			

$R^2 = 0.206$

C. V. (%)=17.528

Media= 8.634

Cuadro 7.3. Análisis de varianza para la variable diámetro del botón.

Fuente	DF	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Modelo	10	35.763	3.576	1.45	0.2186
Error	24	59.186	2.466		
Total correcto	34	94.950			

$R^2 = 0.376$

C. V. (%)=4.182

Media= 37.548

Cuadro 7.4. Análisis de varianza para la variable longitud del botón.

Fuente	DF	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Modelo	10	338.021	33.802	0.64	0.7651
Error	24	1266.162	52.756		
Total correcto	34	1604.183			

$R^2= 0.210$

$C. V. (\%)=5.396$

$Media= 134.586$

Cuadro 7.5. Análisis de varianza para la variable diámetro de flor abierta.

Fuente	DF	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Modelo	10	6.328	0.632	3.29	0.0082
Error	24	4.618	0.192		
Total correcto	34	10.947			

$R^2= 0.578$

$C. V. (\%)=2.317$

$Media= 18.926$

Cuadro 7.6. Análisis de varianza para la variable vida de anaquel.

Fuente	DF	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Modelo	10	17.201	1.720	3.36	0.0072
Error	24	12.274	0.511		
Total correcto	34	29.475			

$R^2= 0.583$

$C. V. (\%)=9.076$

$Media= 7.879$