



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE *Lilium* cv Pensacola
ABONADO CON LIXIVIADOS DE LOMBRIHUMUS**

TESIS

**QUE COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERA AGRÓNOMA EN FLORICULTURA**

PRESENTA

ARACELI GUILLERMO GUILLERMO

Modalidad: Tesis Individual

ASESOR DE TESIS

Dr. OMAR FRANCO MORA

**CAMPUS UNIVERSITARIO "EL CERRILLO", PIEDRAS BLANCAS,
TOLUCA, MÉX. ENERO 2016**



DEDICATORIAS

A Dios y a la Virgen de Guadalupe, por darme la fortaleza de seguir siempre adelante, y sobre todo por darme la oportunidad de vivir esta gran experiencia.

A mi padre, Leonardo Guillermo Estanislao, por su gran e incondicional apoyo, porque a pesar de todo siempre confi3 en m3, por sus sacrificios para que pudiera concluir la carrera, te amo pap3, eres mi h3roe.

A mi madre Sof3a Guillermo Casio, por su gran amor, cari3o y sobre todo por sus sabios consejos, de coraz3n esto es de y para ustedes, de lo contrario, nada de esto habr3a sido posible.

A mis hermanos Omar, Diana, Cari, Leo, Jose Juan y Andrea; por todos los momentos vividos como hermanos ustedes y mis padres son el motivo de este logro.

A mi amigo, confidente y gran compa3ero de vida F. Alain L. S. porque desde que nuestros caminos se cruzaron, siempre me has apoyado en las buenas y malas, por recordarme siempre que las cosas pasan por algo, por tu inmenso amor. Te amo flaquito.

A mi sobrino Jesus Daniel, por ser un aliento de vida para m3 y la familia.

A mis amigas Delia, Lupita, Areli y en especial a Lul3, porque durante estos 5 a3os de trayectoria pasamos momentos incre3bles, ni3as nunca las voy a olvidar.

AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Ciencias Agrícolas de la UAEMéx, por darme la oportunidad de realizar mis estudios y contribuir para mi formación profesional.

Al Dr. Omar Franco Mora, por su paciencia, dedicación y gran apoyo para la realización de este proyecto de investigación. Infinitas gracias, esto sin usted, no habría sido posible.

A todos los compañeros y maestros que contribuyeron de alguna manera para la realización de este trabajo.

ÍNDICE

| | Pág. |
|--|------|
| DEDICATORIAS..... | i |
| AGRADECIMIENTOS..... | ii |
| ÍNDICE..... | iii |
| ÍNDICE DE CUADROS..... | vi |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | vii |
| RESUMEN..... | viii |
| ABSTRACT..... | xi |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| II. REVISIÓN DE LITERATURA..... | 4 |
| 2.1. Mercado..... | 4 |
| 2.2. Normas de calidad | 5 |
| 2.3. Requerimientos nutricionales..... | 7 |
| 2.3.1. Influencia de los nutrientes en la calidad..... | 9 |
| 2.4. Lombricultura..... | 10 |

| | |
|--|-----------|
| 2.4.1. Abonado con lixiviado de lombrihumus..... | 13 |
| 2.5. El zinc en la fertilización..... | 15 |
| 2.6. Postcosecha..... | 16 |
| III. MATERIALES Y MÉTODOS..... | 18 |
| 3.1. Material vegetativo y establecimiento..... | 18 |
| 3.2 Fertilización y abonado..... | 19 |
| 3.3. Evaluación del crecimiento..... | 23 |
| 3.4. Cosecha..... | 23 |
| 3.5. Postcosecha..... | 24 |
| 3.6. Análisis económico..... | 25 |
| 3.7. Diseño experimental..... | 25 |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 26 |
| 4.1. Crecimiento..... | 26 |
| 4.1.1. Índice de verdor..... | 26 |
| 4.1.2. Altura de la planta..... | 28 |

| | |
|---|-----------|
| 4.2. Características en corte..... | 30 |
| 4.2.1. Número de botones florales..... | 30 |
| 4.3. Postcosecha..... | 31 |
| 4.3.1. Días en florero y sobrevivencia..... | 31 |
| 4.3.2. Absorción de agua..... | 33 |
| 4.3.3. Cinética de peso..... | 35 |
| 4.3.4. Índice de verdor (Unidades SPAD)..... | 36 |
| 4.4. Análisis económico..... | 38 |
| 4.4.1 relación beneficio-costos..... | 39 |
| V. CONCLUSIONES..... | 41 |
| VI. BIBLIOGRAFÍA..... | 42 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | Pág. |
|--|------|
| Cuadro 1. Normas de calidad de <i>Lilium</i> para España..... | 6 |
| Cuadro 2. Requerimientos nutrimentales (en g m ⁻²) de suelo, para tallos de corte en tres cultivares de <i>Lilium</i> | 7 |
| Cuadro 3. Tratamientos de fertilización o abonado en <i>Lilium</i> cv Pensacola... 20 | |
| Cuadro 4. Nutrientes presentes en el fertilizante químico..... | 21 |
| Cuadro 5. Propiedades químicas de los lixiviados de lombrihumus..... | 21 |
| Cuadro 6. Nutriente adicionado por maceta en <i>Lilium</i> cv Pensacola..... | 22 |
| Cuadro 7. Costo generado por los insumos utilizados en el cultivo de <i>Lilium</i> cv Pensacola..... | 38 |
| Cuadro 8. Costo de generado por la fertilización en el cultivo de <i>Lilium</i> cv Pensacola por maceta..... | 39 |
| Cuadro 9. Relación beneficio-costo de 1 000 tallos (500 macetas) del cultivo de <i>Lilium</i> cv Pensacola..... | 39 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | Pág. |
|--|------|
| Figura 1. Índice de verdor en hojas de <i>Lilium</i> cv Pensacola en su crecimiento con tres diferentes fuentes de nutrimentos..... | 27 |
| Figura 2. Altura de planta en <i>Lilium</i> cv Pensacola en su desarrollo con tres diferentes fuentes de fertilización..... | 29 |
| Figura 3. Número de botones florales por tallo de <i>Lilium</i> cv Pensacola fertilizadas con tres fuentes diferentes | 31 |
| Figura 4. Supervivencia de plantas de <i>Lilium</i> Pensacola en su vida postcosecha en solución de agua de la llave..... | 32 |
| Figura 5. Absorción de agua de plantas de <i>Lilium</i> cv Pensacola en su vida postcosecha en solución de agua de la llave, sometidas a tres diferentes fuentes de fertilización..... | 34 |
| Figura 6. Cinética del peso fresco en <i>Lilium</i> cv Pensacola en su vida postcosecha fertilizadas con tres diferentes fuentes..... | 35 |
| Figura 7. Índice de verdor en <i>Lilium</i> cv Pensacola en su vida postcosecha con tres diferentes fuentes de fertilización..... | 37 |

RESUMEN

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE *Lilium* cv Pensacola ABONADO CON LIXIVIADOS DE LOMBRIHUMUS

Araceli Guillermo Guillermo. Ingeniera Agrónoma en Floricultura.

Universidad Autónoma del Estado de México. Facultad de Ciencias Agrícolas.

Asesor: Dr. Omar Franco Mora.

Universidad Autónoma del Estado de México. Facultad de Ciencias Agrícolas.

**Campus Universitario "El Cerrillo", Toluca, México. E-mail:
ofrancom@uaemex.mx**

Dentro de la producción de bulbosas con fines ornamentales, *Lilium* es una de las que está teniendo un gran auge en el comercio debido a su extensa gama de colores y formas. Estas especies son de relativo fácil manejo, y poco exigentes en cuanto a requerimientos ambientales y nutricionales, lo que ha permitido su amplio cultivo en México. Parte de la mejora del cultivo, incluyendo el cuidado al ambiente, implica incrementar la producción con dosis de fertilización adecuadas, sin embargo altas dosis de fertilización, provocan daños al ambiente y sobre todo a la salud de los mismos productores. Particularmente, se considera que el humus de lombriz es uno de los mejores abonos orgánicos que existen, con posibilidades de erradicar estos pormenores. De tal manera, el objetivo de

este trabajo es "Evaluar el desarrollo precosecha y poscosecha de *Lilium* 'Pensacola' abonado con lixiviados de lombriz o con fertilización química". Se definieron tres tratamientos de adición de nutrimentos, la fertilización química se obtuvo de trabajos previos que sugieren la aplicación, cada 20 días, de 40 ml por maceta de una mezcla de 19.2 g L⁻¹ de nitrato de calcio y 19.2 g L⁻¹ de un comercial Nitrofoska (12-12-17). Por otro lado, en el segundo tratamiento, se añadieron 29.2 ml de lixiviados de lombriz, tanto para sustrato como foliar; por último, el tercer tratamiento consistió en que a la dosis de 29.2 ml de lixiviados de lombriz por maceta se le adiciono 50 ml del fertilizante comercial 'Kelik' (zinc 18%) disuelto en 2.5 ml de agua para el sustrato, y 5 ml de "Kelik" en 2.5 ml de agua a las hojas.

La dosis de fertilización química, aunque adicionó menor cantidad de nitrógeno por maceta, generó hojas más verdes que las obtenidas en tallos abonados con lixiviado de lombriz. Sin embargo, el mayor color verde no resultó en mayor altura ni calidad postcosecha. En este sentido, las plantas abonadas con lixiviado de lombriz fueron más altas y vivieron más días en florero. El número de flores por tallo no fue afectado por la fuente de nutrimentos. En los tallos fertilizados químicamente hubo necesidad de realizar dos aplicaciones, una preventiva y otra correctiva, de fungicida para evitar daños económicos por *Botrytis*.

Económicamente, el abonado orgánico fue \$ 0.15 por planta, más barato, lo cual en una superficie de 1 000 tallos genera un ahorro de \$150.

Palabras clave: lixiviado de lombriz, nitrógeno, abono orgánico, desarrollo vegetal, zinc

ABSTRACT

EVALUATION OF QUALITY OF *Lilium* cv Pensacola CROPPED WITH COMPOST TEA

**Araceli Guillermo Guillermo. B. Sc. Flower Science. Facultad de Ciencias
Agrícolas. Universidad Autónoma del Estado de México.**

Academic advisor: Prof. Omar Franco Mora, Ph. D.

**Universidad Autónoma del Estado de México. Facultad de Ciencias Agrícolas.
Campus Universitario "El Cerrillo", Toluca, México. E-mail:
ofrancom@uaemex.mx**

Among bulbs plant species, the genus *Lilium* is becoming more important due to its great number of colors and shapes. Those species are relative easy to crop and with low nutritional and environmental demands; thus, in Mexico in highly cultivated. Enhancement of crop management includes environmental friendly techniques; also generating good fertilization doses for higher yield. However, higher fertilization doses provoke environmental and human damages. Specifically, compost tea from worm humus is a good organic source of nutrients and its use might reduce previous damages. Thus, objective of present work was to "Evaluate preharvest and postharvest development of *Lilium*

'Pensacola' fertilized with worm compost tea". Three fertilization treatments were used: Chemical fertilization was obtained from previous works suggesting application, every 20 days, of 40 ml per pot of a mix of 19.2 g L⁻¹ of calcium nitrate and 19.2 g L⁻¹ of a commercial "Nitrofoska". On the other hand, in the second treatment, 29.2 ml of worm humus tea was added, both, to substrate and foliar; finally, third treatment consisted of that dose of worm compost tea plus 29.2 ml per pot of 50 ml of the commercial "Kelik" in 2.5 ml in the substrate, and 5 ml of "Kelik" in 2.5 ml of water to the leaves. Although commercial fertilizer presented lower amount of nitrogen per pot, those plants treated with that fertilizer showed higher greenness index than those plants treated with worm compost tea. Nevertheless, worm compost tea improves plant height and vase life. Number of flowers was not affected for the source of nutrients. Additionally, in the plants treated with chemical fertilizer, it was necessary to apply chemical fungicides to reduce the attack of *Botrytis*. The cost of compost tea was \$0.15 lower than the chemical fertilizer per pot. Thus, in a 1000 plant production, the producer would save \$150.0.

Key words: compost tea, nitrogen, organic fertilizer, plant development, zinc

I. INTRODUCCIÓN

El interés económico que ha alcanzado la producción de flor de corte en el mundo la ha convertido en un negocio competitivo. México basa su potencial florícola en las ventajas climáticas y su cercanía con Estados Unidos. Su producción se limita a ciertas regiones, entre ellas el Estado de México, cuyo potencial florícola radica en las características de los recursos naturales así como en las condiciones sociales. Estas cualidades han favorecido la participación de las unidades de producción familiar en el mercado nacional y la ampliación de la oferta de empleo local y regional.

Dentro de la producción de bulbosas con fines ornamentales, *Lilium* presenta un importante auge en el comercio debido a su extensa gama de colores y formas, lo cual, junto con su aspecto de flor exótica, le proporciona una gran vistosidad tanto a los ramos florales como a los centros de mesa y composiciones de flores. Esta especie es de relativo fácil manejo, y poco exigente en cuanto a requerimientos ambientales y nutricionales, lo que ha permitido su amplio cultivo en México, además de ser muy cotizada en el mercado internacional de flores de corte. Parte de la mejora del cultivo, incluyendo el cuidado al ambiente,

implica incrementar la producción y calidad con dosis de fertilización adecuadas.

La floricultura que se ha desarrollado en el estado de México ha implicado contaminación y degradación del ambiente puesto que el uso de agroquímicos incrementa cada vez más en las zonas de producción. El aire que se respira y el agua que se extrae de mantos acuíferos contienen altos contenidos de productos químicos, los suelos poco a poco se han ido degradando, mientras que el de los bosques ha sido saqueado, ya que existe una clara tendencia en los productores en cambiar el suelo de origen por el de los bosques, sin importar el daño que ocasionan. Recientemente se ha descrito en la literatura científica la aparición de molestias y enfermedades relacionadas con las actividades florícolas en el sur del estado de México.

Es indudable que para mantener la economía regional, la producción debe seguir siendo eficiente. Pero es necesario utilizar alternativas que disminuyan el impacto sobre el deterioro del agua, suelo y aire. Particularmente, se considera que el humus de lombriz es el mejor abono orgánico que existe, con posibilidades de ser producido en forma masiva. Los lixiviados de lombrihumus

están formados principalmente por carbono, oxígeno, nitrógeno e hidrógeno; encontrándose una gran cantidad de microorganismos benéficos, hormonas y macro y micro nutrientes, dependiendo las proporciones y de las características químicas del sustrato que sirvió como alimento a las lombrices. Por otro lado, la adición de micronutrientes ha sido claramente indicada como benéfica en la producción de ornamentales de calidad. Así, la adición de zinc en *Lilium* ha aumentado el tamaño de tallo y el color verde de las hojas.

Una de las metas de la agricultura actual es el empleo de fuentes de nutrientes que sean menos dañinos con el ambiente y que permitan obtener la misma calidad de producción. En este tenor, el presente trabajo tuvo como objetivo “Evaluar el desarrollo precosecha y poscosecha de *Lilium* ‘Pensacola’ abonado con lixiviados de lombriz o con fertilización química”.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

El género *Lilium* pertenece a la familia de las Liliáceas, la cual se distribuye por todo el planeta. Son plantas geófitas, formadas por un bulbo escamoso, constituido por hojas modificadas que se entornan a un disco basal. Estas hojas están modificadas de manera que almacenan sustancias de reserva, las cuales son necesarias para el desarrollo de la planta, antes de la emergencia del sistema radical. Dicho sistema está compuesto por raíces carnosas que nacen del disco basal y raíces adventicias del tallo ubicadas en la porción superior del bulbo, cuya función es absorber nutrimentos y agua (De Hertogh y Le Nard, 1993; Bañon *et al.*, 1993).

2.1 Mercado

En México, la floricultura tiene alta importancia económica y social. Es una actividad con alta tasa de retorno de capital y su producción se concentra principalmente en cinco estados: México, Puebla, Morelos, Distrito Federal y Michoacán. Según estimaciones del Consejo Mexicano de la Flor, en el año 2003, la superficie nacional para dicha producción fue de 15 mil hectáreas. De las cuales, 63.81% fue cultivada a cielo abierto; 4.58% en invernadero y 31.61% en

semi-invernadero. El Estado de México aporta 60% de las ganancias nacionales en la producción de especies ornamentales; en el año 2013, se sembraron 192 hectáreas, dejando una derrama económica de \$290,380.37 (SAGARPA; 2015; SIAP, 2015). Así, en este estado, los floricultores programan solamente para el corte del 14 de febrero, 442 hectáreas destinadas al cultivo de rosa (*Rosa* spp.), gerbera (*Gerbera jamesonii*), lili (*Lilium* spp.) y tulipán (*Tulipa* spp.); de estas últimas, 38 correspondieron al género *Lilium* teniendo una producción estimada de 5.25 millones de tallos (Betancourt-Olvera *et al.*, 2005). Con este dato se ejemplifica el hecho de que *Lilium* es una de las especies más explotadas; en 2014 su valor de producción nacional fue aproximadamente de 300 millones de pesos (SAGARPA; 2015; SIAP, 2015).

2.2. Normas de calidad

En el mercado de las flores, un factor fundamental es la calidad que está regida por la apariencia, lo cual contempla el tratamiento de vernalización, calibre del bulbo, luz, y temperatura durante el desarrollo del cultivo, nutrición, riego, entre otros. Todos estos factores repercuten en la vista de la planta, en la longitud, particularmente en el grosor y firmeza del tallo (Bañon *et al.*, 1993), número de hojas, intensidad de su color, número de botones florales, el tamaño y color de los pétalos de la flor (Verdugo *et al.*, 2006), y la vida del producto en

florero, la cual está determinada por la apertura de las yemas florales y la longevidad de las mismas (Ranwalla y Miller, 2002). Dentro de la calidad también se considera que el tallo y la flor no se encuentren afectados por plagas, enfermedades o manchas causadas por agroquímicos. Esta exigencia hace que los floricultores mejoren las técnicas de producción para competir con países avanzados en el área.

En países como España se tienen normas de calidad para *Lilium*, una de ellas es propuesta por la Consejería de Agricultura de Andalucía (Cuadro 1), teniendo en cuenta, que estos parámetros están totalmente condicionados por factores como oferta y demanda, y época del cultivo.

Cuadro 1. Normas de calidad de *Lilium* para España.

| Calidad | Longitud del tallo (cm) | Nº Flores/tallo | Punto de Corte |
|-------------|-------------------------|-----------------|--|
| Súper extra | >100 | 9 | Con color y sin eclosionar las dos primeras flores inferiores. |
| Extra | 100-90 | 7 | Con color y sin eclosionar las dos primeras flores inferiores. |
| Primera | 90-80 | 5 | Con color y sin eclosionar las dos primeras flores inferiores. |
| Segunda | 80-70 | 4 | Con color y sin eclosionar las dos primeras flores inferiores. |

Fuente: Bañon *et al.*, 1993.

Se debe de considerar que la genética es un factor fundamental en la calidad, el tipo de variedad utilizada permitirá o no el alcance de la calidad deseada.

Lo fundamental para un cultivar es que la relación del número de flores por tallo y la longitud del tallo se encuentre dentro de los límites establecidos por dicha variedad (Bañon *et al.*, 1993).

2.3. Requerimientos nutricionales

Es importante conocer las necesidades nutrimentales en los diferentes cultivares de *Lilium* para corte, ya que dependiendo del mismo, será necesario especificar el tratamiento de fertilización; esto ha sido corroborado por varios investigadores (Ortega-Blu *et al.*, 2006). En el Cuadro 2 se muestran las necesidades nutrimentales de tres cultivares de *Lilium*.

Cuadro 2. Requerimientos nutrimentales (en g m⁻²) de suelo, para tres cultivares de *Lilium*.

| Cultivar | N | P | K | Ca | Mg | Zn | Fe | Cu | Mn | B |
|------------|------|-----|------|-----|-----|-------|-------|------|-------|-------|
| Navona (A) | 9.8 | 1.1 | 18.9 | 2.2 | 0.9 | 18.8 | 1030 | 6.1 | 47.3 | 17.9 |
| Fangio (L) | 12.5 | 1.6 | 26 | 3.8 | 1.5 | 19.5 | 697.2 | 3.6 | 29.7 | 19.7 |
| Miami (O) | 11.9 | 1.9 | 22.4 | 5.3 | 2.1 | 234.8 | 12144 | 83.9 | 487.2 | 278.4 |

Fuente: Ortega-Blu *et al.* 2006.

Miller (1993) y Dole y Wilkins (2005) indicaron que las reservas del bulbo son suficientes para soportar su crecimiento; por ello se indica que *Lilium* es un

cultivo poco exigente en cuanto a nutrimentos. Sin embargo, investigaciones recientes resaltan la importancia de aportar suficiente cantidad de nutrimentos al sustrato; además la aplicación foliar de macro y micronutrimentos tiene gran relevancia para mejorar la calidad de flores de corte (Betancourt-Olvera *et al.*, 2005; Ortega-Blu *et al.*, 2006; Franco *et al.*, 2007; Rodríguez-Landero *et al.*, 2012).

El N en los bulbos es insuficiente para cubrir completamente el período de crecimiento y asegurar un rendimiento máximo de 3 bulbos hijos. Por tanto, la fertilización nitrogenada se considera determinante en la producción de flores y bulbos (De Hertogh y Le Nard, 1993; Pinochet, 1999). En particular, el momento de aplicación es crítico debido a razones económicas y ambientales (Gastal y Lemaire, 2002) y se debe definir con base en las tasas de crecimiento y absorción de N del cultivo.

El calcio es un nutrimento principal y esencial para las plantas, debido a que tiene un papel fundamental en la estabilidad de la membrana, estabilización de la pared celular y la integridad de las células. La deficiencia se atribuye a que en el mejoramiento genético de los cultivos ornamentales los híbridos presentan una mayor acumulación de biomasa, altas tasas de crecimiento (Beattie y White, 1993) y mayor necesidad de nutrientes, lo que promueve una mayor demanda

nutrimental (Bass *et al.*, 2000; Engelbrecht, 2004). Esto explica por qué en las mismas condiciones de crecimiento algunos cultivares de la misma especie desarrollan su ciclo en forma óptima, en tanto que otros presentan deficiencias, si no reciben fertilizaciones complementarias (Baligar *et al.*, 2001).

El suministro adecuado de nutrientes, así como el requerimiento por el cultivo, son factores a considerar para ajustar la composición y precisar el control de la solución nutritiva para alcanzar el máximo potencial genético de desarrollo (Álvarez-Sánchez *et al.*, 2008).

2.3.1. Influencia de los nutrientes en la calidad de *Lilium*

La nutrición de plantas ornamentales es uno de los principales factores que determinan su producción y calidad. En general, cuando la planta carece de nutrientes o el suministro de éstos es insuficiente, las plantas pueden desarrollar poca altura, presentar menor número de botones florales o ser menos atractivas dentro de los parámetros de calidad de la flor, incluso aumenta la susceptibilidad a plagas y enfermedades (Bañón *et al.*, 1993).

Lilium es una de las especies de importancia económica dentro de la producción de flores de corte, sin embargo algunos cultivares han presentado problemas de

calidad como quemaduras en hojas, casos severos de flacidez del tallo y corta vida en florero, dichos efectos son ocasionados por la deficiencia de Ca^{2+} (Álvarez-Sanchez *et al.*, 2008).

En *Lilium* 'Merostar' la concentración de N:P:K 10:10:15 favoreció el crecimiento y rendimiento de la planta, generó mayor altura de planta, área foliar, peso fresco y seco de las plantas, número de flores por planta, diámetro del tallo, días a floración, tamaño y peso (Ferdosi *et al.*, 2014).

2.4. Lombricultura

En busca de la sustentabilidad en los sistemas de producción primaria (agricultura, ganadería, forestería, pesca) se ha tratado de sustituir por diferentes vías el uso de agroquímicos por productos orgánicos considerando que son productos naturales, algunos son los derivados de la lombricultura (Hernández, 2002). En este marco de referencia, en nuestro país, se cuenta con la Norma Oficial Mexicana (NMX-FF-109-SCFI-2007) para uno de los subproductos obtenidos a través de la lombricultura, denominado humus de lombriz, que regula su designación y clasificación del producto (definición, clasificación, granulometría, pureza, humedad, presencia de semillas viables, contaminantes, madurez), especificaciones (sensoriales, calidad, fisicoquímicas,

microbiológicas), muestreo y toma de muestras, métodos de prueba (pH, conductividad eléctrica, humedad, cenizas, carbono orgánico, nitrógeno total, relación carbono-nitrógeno, capacidad de intercambio catiónico, densidad aparente), envase y embalaje, etiquetado y aprobación de productor de lombrihumus (Casco *et al.*, 2005).

Uno de los subproductos de la lombricultura denominado, “lixiviado de humus de lombriz” está excluido en esta norma, y no se tiene un referente que especifique la calidad que debe cumplir este subproducto líquido. Actualmente de la lombricultura se han generado varios subproductos como abonos, tal es el caso del “té de humus” (Casco *et al.*, 2005). Así, al no existir normatividad en estos subproductos no se han homologado estas terminologías o definiciones en los diferentes países donde se realiza la lombricultura y se utilizan estos subproductos en presentación líquida, y más aún, no se tiene normatividad en su caracterización fisicoquímica y bacteriológica, que permita definirlos como bioabonos (Casco *et al.*, 2005).

Las lombricompostas se deben regar constantemente, ya que las lombrices requieren que el sustrato mantenga una humedad del 70 al 80% para facilitar su locomoción y el consumo del sustrato. Así, el líquido que escurre de las camas

después del riego se conoce como lixiviado. Durante el proceso de percolación a través de la materia orgánica, el agua arrastra nutrientes, microorganismos benéficos y los ácidos húmicos (AH), lo cual genera un producto líquido usado como abono y orgánico, por lo tanto, este producto es ideal para la aplicación en cualquier tipo de cultivos. Los lixiviados contienen entre 1.0-2.5% de sólidos totales de los cuales entre el 20-45% es materia orgánica y el resto son minerales (fósforo, potasio, calcio, magnesio y sodio) en cantidades variables. Además contienen pequeñas cantidades de nitrógeno. Los AH y ácidos fúlvicos (AF) sumados representan a los AH totales (AHT) que presentan una concentración entre 0.61-0.66 mg/L del lixiviado (Gomez, *et al.*, 2011). Además del efecto benéfico de los nutrientes en la célula, a los ácidos húmicos se les atribuyen efectos sobre las células vegetales, semejantes a los inducidos por las auxinas (Muñoz da Silva *et al.*, 2000).

Rothman *et al.* (2006) menciona que uno de los mecanismos por los cuales las auxinas y ácidos húmicos pueden estimular el crecimiento de las plantas, consiste en inducir un incremento en la cantidad de la HATPeasa de la membrana plasmática, lo cual acidifica la pared celular, debilitándola, seguido por la elongación celular.

2.4.1. Abonado con lixiviado de lombrihumus

Salazar (2011) reporta que el lixiviado de lombriz puede aplicarse en todo tipo de cultivos como granos básicos, hortalizas, flores, forestales, entre otros, destacando que su uso permite a los productores, cubrir necesidades nutricionales de sus cultivos, sin utilizar productos nocivos para el ambiente y las personas. Su aplicación directa a las plantas ha sido benéfica limitando la aparición de enfermedades foliares, aumentando la producción y mejorando las características en hojas y frutos, tales como la fresa (*Fragaria × ananassa* Duch) y algunas frutillas; sin embargo, los efectos de su aplicación al sustrato no han sido suficientemente investigados (Hirzel *et al.*, 2012).

Pilanal y Kaplan (2003), reportaron que el contenido de N-P-K en las hojas de plantas de fresa no se vieron afectados por la forma en la que ácidos húmicos fueron aplicados, es decir, sólido o líquido, pero además las altas tasas de concentración, inhiben la absorción de nutrimentos. El efecto de los lixiviados sobre las concentraciones de N y P en las plantas de maíz (*Zea mays*) era pequeño e incluso negativo para K después de 70 días (García-Gómez *et al.*, 2008).

La aplicación de lixiviado de lombríhumus mejoró la calidad de pasto solamente cuando fue aplicado con alguna composta, no así cuando se aplicó en un suelo con fertilización química (Hirzel *et al.*, 2012). Por otro lado, la aplicación de 50 ml por planta, tanto a la raíz como al follaje, de una mezcla del lixiviado de tres tipos de composta al 0.8% aumentó el crecimiento de plantas de maíz y soya (*Glycine max*), en esta última especie también aumentó el número de nódulos por planta (Kim *et al.*, 2015). Singh *et al.* (2010) indicaron que la aplicación foliar de lixiviados vermicompost mejoró área foliar (10.1-18.9%) y rendimiento de fruta (9.8 a 13.9%) en fresa. La aplicación foliar del mismo reduce albinismo (12.1 a 5.7%), malformación de frutas (11.2 a 8.5%) y moho gris (5.1 a 2.6%) mejorando así el rendimiento de frutos comercializables (26.5% más) con frutas de mejor calidad y dio lugar a un mayor rendimiento de fruta comercializable (12.6 y 17.8% mayores, respectivamente) en comparación con el control.

Así mismo, encontraron buenos resultados en semillas de yute (*Chorchorus olitorius* L.) ya que el remojo de semillas en lixiviados de lombriz mejoró el crecimiento radicular. Esto posiblemente sugiere que las lombrices excretan sustancias que contienen hormonas o ingredientes bioquímicamente activos que son capaces de estimular el crecimiento de raíces (Ayanlaja *et al.*, 2001).

2.5. El Zinc en la fertilización

Según Bertsch (1995), el zinc es uno de los 16 nutrimentos esenciales para el crecimiento y reproducción de las plantas, es clasificado como un micro nutrimento ya que la planta lo requiere en pequeña cantidad como catalizador del metabolismo, pero además es esencial, pues el suministro limitado o pobre reduce el rendimiento y la utilización por el cultivo de otros elementos como el nitrógeno, aplicado con los fertilizantes.

El zinc alcanza la raíz por el mecanismo conocido como difusión, caracterizado por la baja movilidad del nutrimento en el suelo, el cual es absorbido en la forma de Zn^{+2} , predominantemente cuando el pH de la solución del suelo varía entre 5 y 7. Por lo tanto el proceso de absorción es significativamente afectado por un pH inferior a 4.5-5. Presenta el elemento movilidad deficiente en floema (Savithri y Sree, 1990; Vázquez y Fancelli, 2006). Adicionalmente, se reconoce también que altos niveles de P en el medio (suelo o sustrato), pueden provocar la deficiencia de Zn inducida, principalmente por la ocurrencia de la insolubilización del Zn en la superficie de las raíces, configurándose un proceso de inhibición no competitiva (Vázquez y Fancelli, 2006).

Schütte (1966) y Tandon (1991) añaden que incluso se puede producir la muerte de las plantas en condiciones de extrema deficiencia.

La aplicación tanto al sustrato como al follaje benefició el crecimiento de la planta, la producción y características florales de gladiolo (*Gladiolus* spp.) (Saeed *et al.*, 2013). Este efecto se confirmó en frijol mungo (*Vigna radiata*) ya que la adición de Zn alargó el tamaño de la espiga en relación al control (Samreen *et al.*, 2013).

2.6. Postcosecha.

La longevidad de las flores cortadas de *Lilium* es una característica de calidad muy importante que depende del estado de cosecha, condiciones ambientales durante el cultivo, uso de soluciones preservativas y condiciones de almacenaje. Para *Lilium* en general, la vida de florero varía entre cinco y catorce días dependiendo del cultivar y del manejo de post cosecha, y está, generalmente, termina con la marchitez y posterior abscisión de los pétalos (Elgar *et al.*, 1999).

Lilium es una planta climatérica, por lo cual se han empleado diversas técnicas para prolongar su vida. Entre ellas se tiene la aplicación de diversas sustancias inhibitoras del etileno o comúnmente llamadas soluciones preservativas las

cuales están compuestas de azúcares y principalmente germicidas (Rodríguez y Acosta, 2012). Dichas soluciones tienen como principal función, mantener la libre circulación de los lípidos desde la base del tallo hasta la flor, proporcionar sustratos energéticos y asegurar su transferencia a los pétalos y disminuir la sensibilidad a los efectos del etileno (Antonio, 2011).

Durante el almacenamiento, las flores están sujetas a procesos físico-químicos y cambios bioquímicos que afectan su estructura final y por consiguiente las características cualitativas del producto (Torres, 2009). Diversos trabajos han señalado la importancia de utilizar biorreguladores en el incremento de la vida en florero o en maceta de *Lilium*; la aplicación de Promalin (Ácido giberelico 4 + 7) y bencil adenina (BA), 1-Metilciclopropeno (1-MCP) (inhibidor del etileno), CaO y putrescina, entre otros, han tenido éxito en aumentar los días de abscisión de tépalos y/o a disminuir la clorosis foliar (Clelikel *et al.*, 2002; FrancoMora, *et al.*, 2007; Ramos y Franco, 2007; Jiménez, 2008).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma del Estado de México, localizada en el Campus Universitario, “El Cerrillo”. El cultivo se desarrolló en un invernadero tipo cubierta de vidrio con bancales de cemento.

3.1. Material vegetativo y establecimiento

Se trabajó con 300 bulbos de *Lilium* cv Pensacola, calibre 16/18, provenientes de la empresa Bulbos de Holanda, ubicada en Salazar, Lerma, Méx. Como contenedor se utilizaron bolsas de plástico de 30 x 30 cm, las cuales tenían como sustrato agrolita; se colocaron dos bulbos por maceta. Fueron establecidos el día 19 de mayo de 2014 en el invernadero 1; en dos bancales, los cuales se dividieron con una película plástica y de esta manera se evitó interferencia entre los tratamientos debido a las fertilizaciones foliares.

3.2. Fertilización y abonado

Se definieron tres tratamientos de adición de nutrimentos (Cuadro 3). La dosis de fertilización química se basó en estudios previos del laboratorio de horticultura de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la UAEMEX (Franco *et al.*, 2009; Rodríguez-Landero *et al.*, 2012), la cual se aplicó con los fertilizantes comerciales nitrofoska y nitrato de calcio (Cuadro 4). Dicha dosis fue comparada con el abonado con lixiviados de lombrihumus y como un tercer tratamiento, al abonado con lixiviados de lombrihumus se le aplicó zinc. La dosis de lombrihumus se tomó de una conjetura empírica de un productor de Villa Guerrero.

Los lixiviados de lombrihumus fueron adquiridos de una empresa familiar, ubicada en Pueblo Nuevo Tlalmimilolpan, Lerma. Estos fueron analizados químicamente, en el Laboratorio de Suelos, del Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Fitomejoramiento, de la Facultad de Ciencias Agrícolas (Cuadro 5).

Se realizó la primera aplicación de nutrimentos al sustrato a los 20 ddp y con un intervalo de cinco días se hizo la aplicación foliar, continuando cada 15 así hasta el término del cultivo.

Cuadro 3. Tratamientos de fertilización o abonado en *Lilium* cv Pensacola.

| Fertilización química | Lombrihumus | Lombrihumus más Zn |
|--|--|--|
| Sustrato: 19.2 g L ⁻¹ de nitrofoska + 19.2 g L ⁻¹ de nitrato de calcio, a una dosis de 40 ml por maceta. | Sustrato: 29.2 ml de lombrihumus por maceta. Foliar: Aplicación directa. | Sustrato: 29.2 ml lombrihumus por maceta + 50 ml de una solución de kelik (zinc) en 2.5 L de agua. Foliar: 5 ml de kelik (zinc) disueltos en 2.5 litros de agua. 29.2 ml de lombrihumus. |

Cuadro 4. Nutrimientos presentes en el fertilizante químico.

| Nutrimiento (%) | Nitrofoska x ¹ | Nitrofoska x ¹ | Nitrato de calcio ¹ | Kelite (zinc) ¹ |
|--|---------------------------|---------------------------|--------------------------------|----------------------------|
| Nitrógeno | 12.0 | 25.0 | 15.5 | - |
| Fósforo (P ₂ O ₅) | 12.0 | 10.0 | - | - |
| Potasio (K ₂ O) | 17.0 | 17.5 | - | - |
| Magnesio (MgO) | 2 | 0.003 | - | - |
| Azufre (SO ₃) | 6 | - | - | - |
| Calcio (CaO) | 5 | - | 19.0 | - |
| Hierro | - | 0.004 | - | - |
| Sodio | - | - | - | - |
| Zinc | 0.04 | 0.01 | - | 18 |
| Carbono orgánico | - | - | - | - |

Fuente: ¹indicaciones en el empaque; Facultad de Ciencias Agrícolas, UAEM. Toluca, México.

Cuadro 5. Propiedades químicas de los lixiviados de lombrihumus.

| Propiedad | Resultado |
|--|-----------|
| pH | 6.93 |
| CIC (Cmol/100 gss) | 66.3 |
| Materia orgánica total (%) | 54.04 |
| Materia orgánica húmeda (%) | 13.3 |
| Conductividad eléctrica | 10.6 |
| Nitrógeno (%) | 2.62 |
| Fósforo (Ppm) | 478.2 |
| Potasio (Ppm) | 263.6 |
| Carbono/Nitrógeno (%) | 11.9 |
| Calcio (Ppm) | 802.7 |
| Magnesio (Ppm) | 1110.6 |
| Sodio (Ppm) | 86.4 |
| Densidad aparente (g/cm ³) | 0.6 |
| Humedad (%) | 69.98 |

Fuente: Laboratorio de Suelos de la FCAGri.

El riego se realizó cada tercer día por las mañanas, pero cuando las temperaturas sobrepasaron los 45 °C, el riego se hizo diariamente. Para el control de enfermedades se realizó una aplicación preventiva y otra correctiva de un fungicida, para contrarrestar *Fusarium* sp, que se presentó en el tratamiento químico.

Con base en los nutrientes similares para los tratamientos, en el Cuadro 6 se indican las cantidades aplicadas por maceta de dichos nutrientes.

Cuadro 6. Nutriente adicionado por maceta en *Lilium* cv Pensacola.

| Elemento (g) | Fertilización química | | Lombrihumus | | Lombrihumus más zinc | |
|-----------------|--------------------------|----------|-------------|---------|-------------------------|---------|
| | Soluble | Foliar | Soluble | Foliar | Soluble | Foliar |
| Nitrógeno | 0.2112 | 0.2192 | 0.76504 | 0.76504 | 0.76504 | 0.76504 |
| Fósforo | 0.09216 | 0.048 | 0.146 | 0.146 | 0.146 | 0.146 |
| Potasio | 0.13056 | 0.084 | 0.07592 | 0.07592 | 0.07592 | 0.07592 |
| Zinc | 0.0000768 | 0.000192 | - | - | 0.18 | 0.018 |

3.3. Evaluación del crecimiento

Se monitoreó el cultivo durante 65 días, determinando las siguientes variables:

Altura de planta: cada 15 días después de plantación (ddp) hasta el corte. Se tomaron 10 plantas al azar de cada tratamiento, se midió desde la parte basal hasta el ápice de la planta.

Índice de verdor: De las plantas tomadas al azar se marcaron 5 hojas, en las cuales se midió el índice de verdor, indicado en unidades SPAD, cada 20 días.

Días a emisión de botón. Esta variable se tomó cuando el 80% de las plantas emergieron.

3.4. Cosecha

La cosecha se realizó cuando los botones florales centrales denotaron el color característico de la variedad (rojo). Así, se determinó:

Días a cosecha: Esta variable se tomó cuando el 80% de las flores fueron cosechadas.

Número de flores por tallo: Se contó el número de botones florales en 10 plantas de cada tratamiento.

3.5. Postcosecha

Por cada tratamiento, se colocaron 5 floreros con 1 litro de agua, cuatro tallos por florero y se evaluó:

Absorción de agua. Para la absorción de agua se midió la cantidad de agua que se consume en cada frasco, 5 repeticiones, de manera continua cada 24 horas.

Ganancia de peso. Cada tercer día se tomó el peso de cada tallo. Cinco repeticiones, cuatro tallos por repetición.

Índice de verdor: Cada tercer día de acuerdo a lo indicado en 3.3. Cinco repeticiones, cuatro tallos por repetición.

Días en florero. Se fijó el último día en florero cuando el primer **tétalo** comenzó su senescencia.

Porcentaje de sobrevivencia: Al momento de entrar en senescencia, cada flor fue eliminada del florero y el resto de los tallos se tomaron como sobrevivientes. El resultado se reporta en porcentaje; cinco repeticiones.

3.6. Análisis económico

Se realizó una comparación beneficio-costos, para así determinar las utilidades de la producción y su rentabilidad.

3.7. Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con el mismo número de repeticiones; los datos fueron analizados mediante un análisis de varianza.

Al momento de que F resultó significativo, las medias se compararon con la prueba de Tukey al 0.05.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Crecimiento

4.1.1. Índice de verdor

En la evaluación efectuada a los 30 ddp, no se observó diferencias significativas entre tratamientos para el índice de verdor, el cual fluctuó de 50 a 54 unidades SPAD (US). Sin embargo, a los 50 y 55 ddp, el índice de verdor de las hojas de los tallos fertilizados químicamente presentaron valores mayores que las hojas de aquellos tallos abonados con lixiviados de lombrihumus y lixiviados de lombrihumus + zinc (Figura 1).

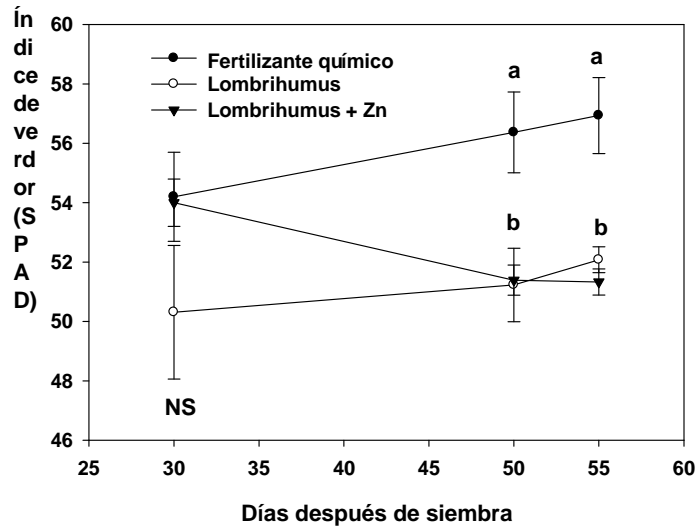


Figura 1. Índice de verdor en hojas de *Lilium* cv Pensacola en su crecimiento con tres diferentes fuentes de nutrimentos. Los datos son la media de 10 repeticiones \pm E. E., una planta por repetición, 5 hojas por planta. Literales diferentes indica diferencia estadística con Tukey al 0.05. NS, no significativo.

Generalmente se ha indicado que el nitrógeno es el elemento más asociado a la coloración verde de las hojas. En maíz (*Zea mays* L.) se indicó que el color verde de las hojas fue mayor al adicionar 240 libras de N por acre que cuando se adicionó la mitad de nitrógeno (Soval-Villa *et al.*, 2002; Silva, 2015). Sin embargo, Reyes (2015) no encontró diferencias en el índice de verdor de *Lilium* 'Acapulco' fertilizada con 20 o 10 ml de una solución modificada de Steiner. Al fraccionar la cantidad de nitrógeno, tanto urea, como nitrato de calcio, tampoco se encontró diferencia significativa en el índice de verdor de las hojas de *Lilium* 'Menorca' (Julio, 2009; Sánchez, 2009).

Para este trabajo, aunque las plantas abonadas con lombrihumus presumiblemente contenían más nitrógeno, la menor cantidad de potasio incluida en el lombrihumus, en relación a la fertilización química, pudo ser el factor que genera el menor índice de verdor observado. Eathon (1952) indicó que una deficiencia de potasio puede confundirse con un bajo contenido de nitrógeno ya que puede resultar en plantas cloróticas. Es importante aclarar que en este trabajo de manera visual no se observó clorosis en ningún tratamiento ya que los valores SPAD se mantuvieron en los indicados en diversos trabajos (Julio, 2009; Sánchez, 2009).

4.1.2. Altura de la planta

La altura inicial, hasta los primeros 40 DDP (Figura 2), no fue afectada por la fuente de nutrimentos; sin embargo al acercarse la fecha del corte y en el corte mismo, al menos un tratamiento con abono orgánico superó la altura generada en las plantas fertilizadas químicamente. Al corte, las plantas tratadas con lombrihumus superaron con aproximadamente 10 cm de altura a las fertilizadas químicamente; el zinc no tuvo efecto en esta variable.

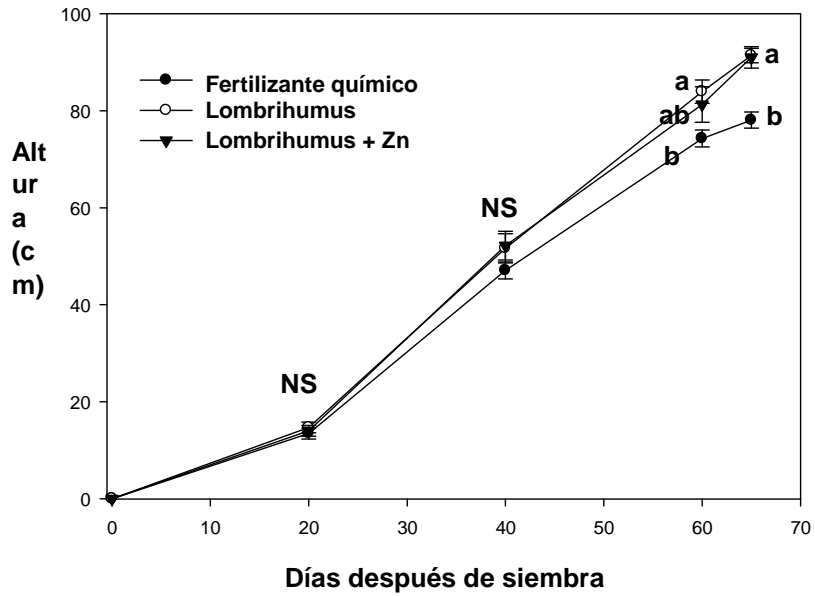


Figura 2. Altura de planta en *Lilium* cv Pensacola en su desarrollo con tres diferentes fuentes de fertilización. Los datos son la media de 10 repeticiones \pm E. E., una planta por repetición. Literales diferentes indica diferencia estadística con Tukey al 0.05. NS, no significativo.

La primera explicación a este resultado es que la mayor cantidad de N y P contenida en el abono orgánico fue la razón del mayor tamaño de las plantas. La cantidad adecuada de N es crucial para la producción de cultivos altamente eficiente (Yuan *et al.*, 2016). Sin embargo, la adición de lombrihumus también ha sido señalada como una alternativa viable de producción. Ruiz (2013), encontró resultados que lixiviados de lombrihumus aumentó la altura de planta en *Begonia tuberosa* L. variedad Fortune; de la misma manera lo comprobó Milpa (2012) con Iris de Holanda (*Iris xiphium*).

4.2. Características en corte

4.2.1. Número de botones florales

No existió diferencia estadística en el número de flores por tallo, en promedio, se tuvo 5 flores por tallo (Figura 3). Jiménez (2008) indicó que el número de flores por tallo es un factor asociado a la genética y calibre del bulbo, sin embargo el número de estas puede reducirse por diversos tipos de estrés que pueda tener la planta. Agregó que el efecto negativo de algunos tipos de estrés en el número de flores por planta, puede reducirse con la aplicación de giberelinas. Resultados contrastantes se observaron en *Lilium* 'Menorca', ya que el número de flores por tallo fue el mismo al espaciar la aplicación de urea (Sánchez, 2009); mientras que con el nitrato de calcio con espaciamiento de cada 15 días se obtuvo una flor menos que el espaciamiento cada 7 días (Valentín, 2009).

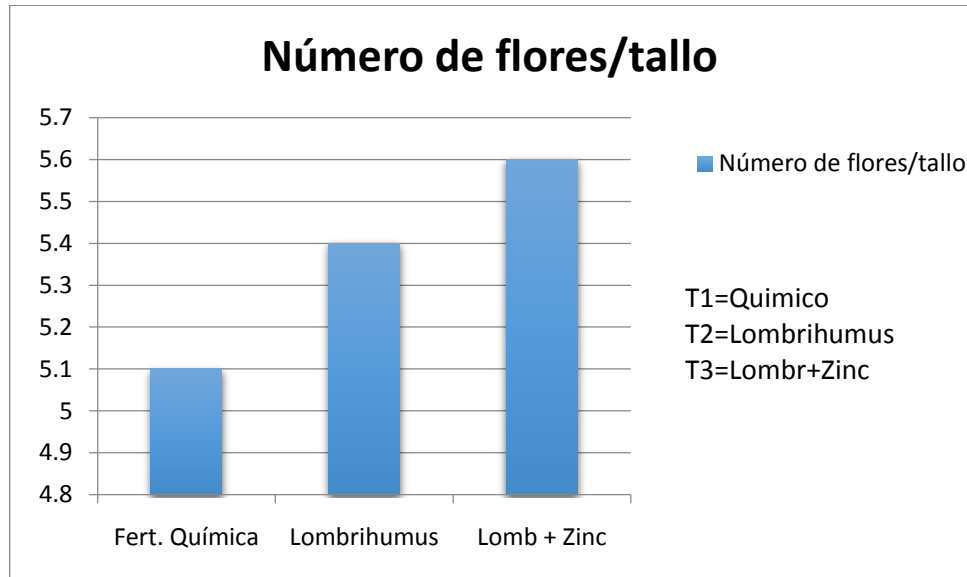


Figura 3. Número de botones florales por tallo de *Lilium* cv Pensacola fertilizadas con tres fuentes diferentes. Los datos son la media de 10 repeticiones, una planta por repetición. No existió diferencia significativa.

4.3. POSCOSECHA

4.3.1. Días en florero y sobrevivencia

La vida de anaquel de *Lilium* 'Pensacola' varió entre 9 y 14 días (Figura 4). Se observó claramente una mayor longevidad y sobrevivencia en los tallos abonados con lombrihumus; entre ellos no hubo diferencia por la aplicación de Zn. Elgar *et al.*, (1999) indica que la vida de florero en *Lilium* sp. varía entre cinco y 14 días dependiendo el cultivar y del manejo poscosecha, ésta generalmente termina con la marchitez y abscisión de los pétalos.

Además, los tallos abonados con lombrihumus hasta los 10 días en florero se mantenían con 100% de plantas con flores abiertas, mientras que en la misma fecha, los tallos fertilizados químicamente ya no estaban en condiciones de mostrarse en florero. A pesar de que durante el crecimiento de la planta, los valores SPAD fueron más altos para los tallos fertilizados químicamente, esta situación no se reflejó en un mejor acondicionamiento de los tallos para su vida en florero.

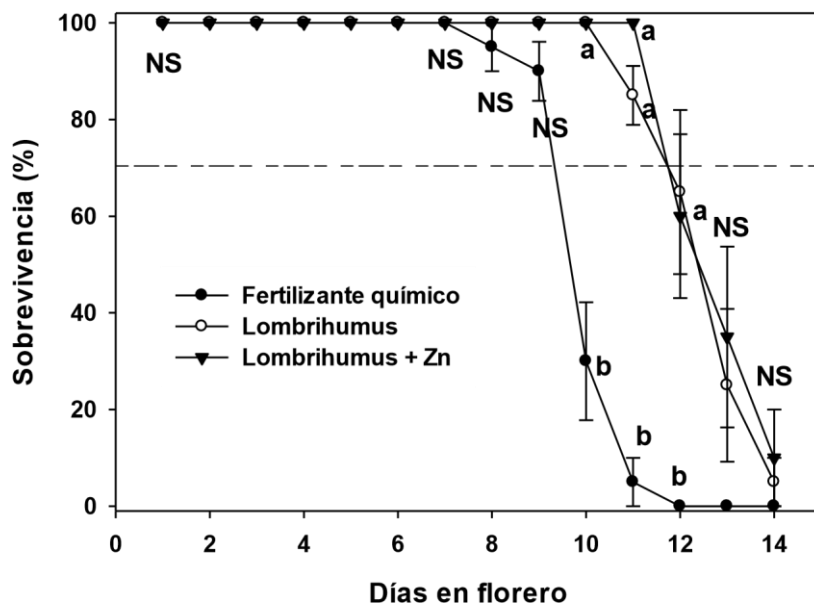


Figura 4. Sobrevivencia de plantas de *Lilium* 'Pensacola' en su vida postcosecha en solución de agua de la llave; durante su desarrollo vegetal, las plantas se sometieron a tres diferentes fuentes de fertilización. Los datos son la media de 5 repeticiones \pm E. E., cuatro plantas por repetición. Literales diferentes indica diferencia estadística con Tukey al 0.05. NS, no significativo.

La vida postcosecha de *Lilium* 'Menorca' fue indistinta con dos diferentes intervalos de aplicación ya sea con urea o con nitrato de calcio. Sin embargo, Rodríguez-Landero *et al.*, (2012) mencionó que la aplicación de Ca y B incrementó la vida en florero de *Lilium*. En este sentido, el contenido de Ca en el lixiviado de lombrihumus ha sido indicado y podría explicar, al menos en parte, la mayor vida postcosecha de los tallos abonados con dicho material.

4.3.2. Absorción de agua

A partir del tercer día en florero, la cinética de absorción de agua fue mayor en los tallos abonados con lixiviado de lombrihumus (Figura 5) en relación a los tallos fertilizados químicamente.

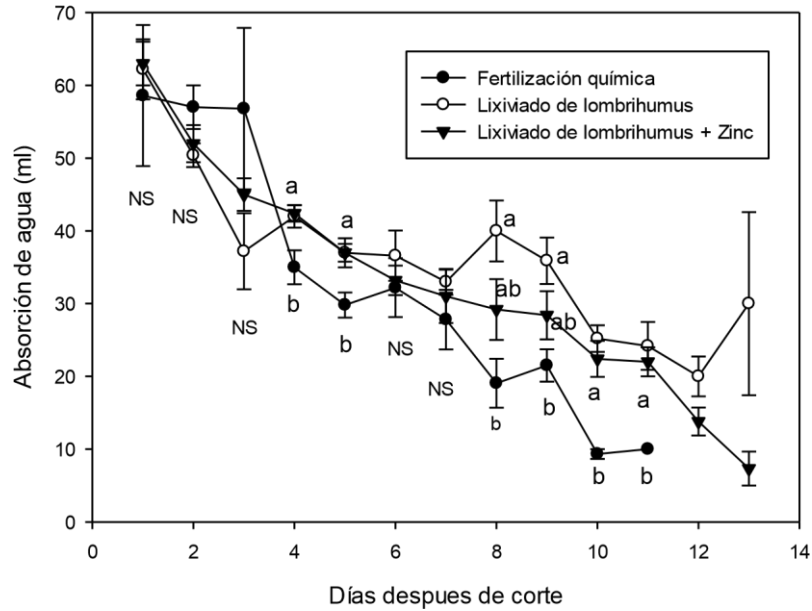


Figura 5. Absorción de agua de plantas de *Lilium* 'Pensacola' en su vida postcosecha en solución de agua de la llave, sometidas a tres diferentes fuentes de fertilización. Los datos son la media de 5 repeticiones \pm E., cuatro plantas por repetición. Literales diferentes indica diferencia estadística con Tukey al 005. NS, no significativo.

Se ha indicado que la capacidad de un tallo para absorber agua durante los primeros días en vida de anaquel es un índice de su potencial de almacenamiento (O'Donoghue *et al.*, 2002). En este trabajo, a los días 4, 5, 10 y 11, los tallos abonados con lixiviado de lombriz presentaron una mayor capacidad de absorción que los tallos fertilizados químicamente. Lo cual puede relacionarse con su mayor vida postcosecha como lo indicaron diversos autores. Por otro lado, a los 8 y 9 días en florero, la absorción de los tallos abonados con lixiviado de lombriz, sin Zn, también superaron a los tallos fertilizados químicamente.

De esta manera también se confirmó la idea de que la cantidad de Zn aplicada no influyó la vida postcosecha de *Lilium*.

4.3.3. Cinética de peso

El comportamiento del peso fresco fue similar para los tres tratamientos, teniendo un aumento del primer hasta el quinto día DDC (Figura 6), después fue disminuyendo. Sin embargo, fue claro que los tallos abonados orgánicamente alcanzaron mayor peso y se mantuvieron mayor tiempo por encima del peso inicial del tallo los tallos fertilizados orgánicamente.

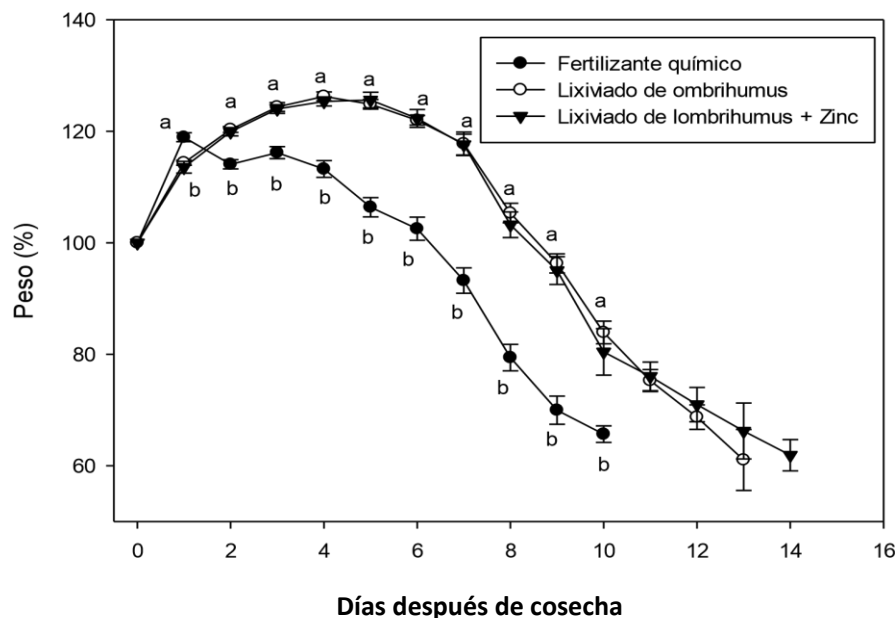


Figura 6. Cinética del peso fresco en *Lilium* 'Pensacola' en su vida postcosecha fertilizadas con tres diferentes fuentes. Los datos son la media de 5 repeticiones \pm E., cuatro plantas por repetición. Literales diferentes indica diferencia estadística con Tukey al 005. NS, no significativo.

Torres (2009) reportó mayor absorción de agua en los primeros días DDC, pero no encontró aumento en el peso fresco de tallos de *Lilium*. En este trabajo se observa una clara relación entre mayor absorción de agua y mayor ganancia de peso. Como ya se indicó, una de las explicaciones a la mayor vida en florero de los tallos abonados con lixiviado de lombríhumus es la mayor cantidad de N y P que se encontraba en dicho abono en comparación al fertilizante químico. Así, en diferentes productos agropecuarios, la pérdida de peso es un indicativo del grado de senescencia (Franco, 2005) y en este caso se confirma la mayor vida postcosecha de los tallos abonados con lixiviado de lombriz.

4.3.4. Índice de verdor (Unidades SPAD)

De manera similar a la etapa de crecimiento, las hojas de los tallos fertilizados químicamente, presentaron un mayor color verde que las de las hojas abonadas con lixiviado de lombríhumus (Figura 7). Las lecturas SPAD muestran un claro descenso durante la vida en florero, pero esta pérdida de color es mayor en los tallos abonados con lixiviado de lombríhumus. Puede apreciarse, que al final de la vida postcosecha la pérdida de color verde de las hojas, es aún mayor en las plantas abonadas con lixiviado de lombríhumus sin Zn, que cuando se aplicó dicho nutrimento.

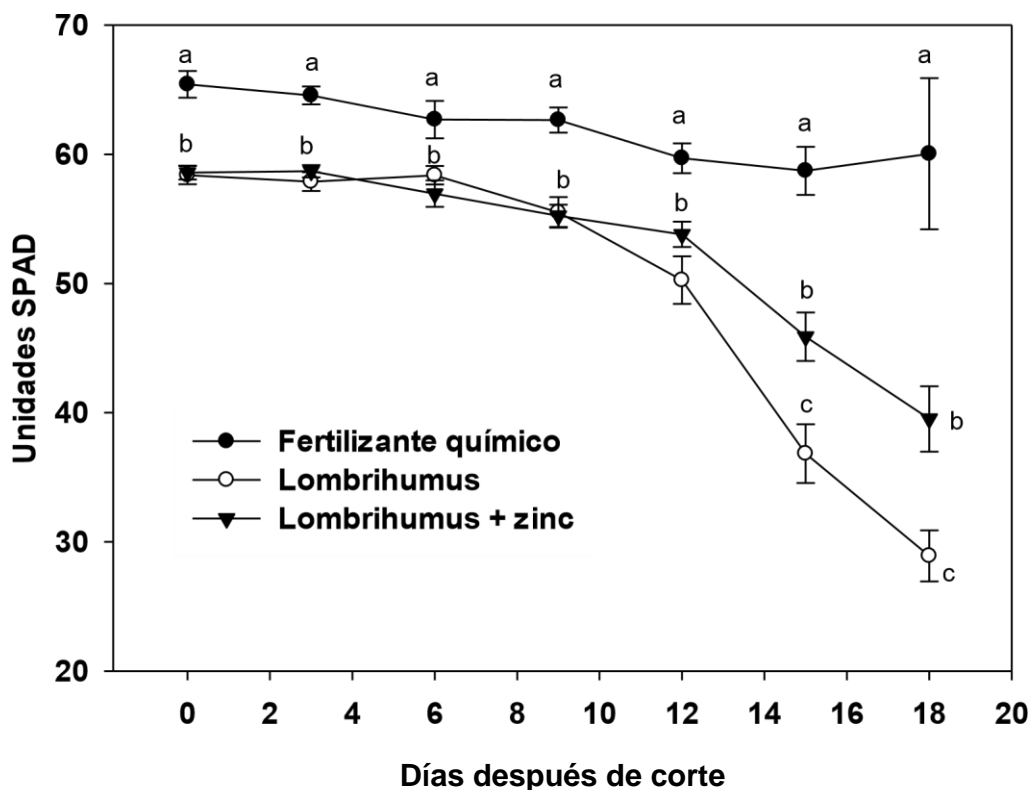


Figura 7. Índice de verdor en *Lilium* cv Pensacola en su vida postcosecha con tres diferentes fuentes de fertilización. Los datos son la media de 10 repeticiones \pm E. E., una planta por repetición, 5 hojas por planta. Literales diferentes indica diferencia estadística con Tukey al 0.05. NS, no significativo.

El color verde de las hojas de este trabajo es mayor a aquellos reportados por Procopio (2011), quien a pesar de darle un tratamiento con trehalosa y sacarosa en la solución de agua para vida de florero, los valores no pasaron de las 56 unidades SPAD, a diferencia de este experimento que el valor significativo llegó a 60 Unidades SPAD, con la fertilización química.

4.4. Análisis económico

El costo de los insumos de fertilización y/o abono se presenta en el cuadro 7, a precios actuales (2015). Con dichos datos, se observa que el costo de los tres tipos de fertilización es similar (Cuadro 8). Sin embargo, debe mencionarse que en los tallos fertilizados químicamente se presentó inicios de *Botrytis* spp. De tal manera que se tuvo la necesidad de aplicar dos veces el fungicida Folpan ®, el cual incrementó ligeramente el costo de producción, pero sobre todo implica un riesgo fitosanitario a la producción del cultivo.

Cuadro 7. Costo generado por algunos insumos utilizados en el cultivo de *Lilium* cv Pensacola.

| INSUMO | FERTILIZACIÓN QUÍMICA | LIXIVIADOS DE LOMBRIHUMUS | LIXIVIADOS + ZINC |
|---|-----------------------|---------------------------|-------------------|
| | COSTO (\$) | | |
| Nitrofoska azul (1 kg) | 34 | ----- | ----- |
| Nitrofoska foliar PS (1 kg) | 120 | ----- | ----- |
| Nitrato de calcio (1 kg) | 45 | ----- | ----- |
| Fungicida | 136 | ----- | ----- |
| Lixiviados de lombrihumus (garrafón de 20 litros) | ----- | 600 | 600 |
| Kelite (zinc) (1 lt) | ----- | ----- | 84 |
| Total | 335 | 600 | 684 |

Cuadro 8. Costo de generado por la fertilización en el cultivo de *Lilium* 'Pensacola' por maceta.

| | Fertilización Química | Lixiviados Lombrihumus | de Lixiviados + Zinc |
|--------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------|
| | \$ | | |
| Costo total/maceta | 5.60 | 5.30 | 5.72 |

Estos datos sugieren finalmente que la aplicación de abonos orgánicos no incrementa notablemente el costo del cultivo y si es factible tener una calidad similar a la de las plantas fertilizadas químicamente.

4.4.1 Relación beneficio-costo

Mientras que la relación beneficio-costo (Cuadro 9) nos muestra los datos para el cálculo de la rentabilidad.

Cuadro 9. Relación beneficio-costo de 1 000 tallos (500 macetas) del cultivo de *Lilium* cv Pensacola.

| Tratamiento | \$ por maceta | | | | | Total |
|--------------------------|---------------|-----------|--------------------|------------------|---------------------|-------|
| | Fertilización | Fungicida | Mano de obra | Materia prima | Material vegetal | |
| Fertilización Química | 5.60 | .54 | 1.98 | .85 | 4.33 | 13.3 |
| Lixiviados | 5.30 | - | 1.98 | .85 | 4.33 | 12.46 |
| Lixivoados + Zinc | 5.72 | - | 1.98 | .85 | 4.33 | 12.88 |

Tratamiento químico (8 000-6 650)= 1 350

Lombrihumus (8 000-6230)= 1 770

Lombrihumus + Zinc (8 000-6 640)= 1 560

Por lo tanto la relación beneficio-costos nos indica que por cada peso invertido en el tratamiento Químico se gana 35 centavos, mientras que para el tratamiento con Lombrihumus se invierte un peso y se ganan 77 centavos, y por último para el tratamiento de Lombrihumus con + Zinc se obtienen 56 centavos por cada peso.

V. CONCLUSIONES

La dosis de fertilización química, aunque adicionó menor cantidad de nitrógeno por maceta, generó hojas más verdes que aquellas de plantas abonadas con lixiviado de lombriz. Sin embargo, el mayor color verde no resultó en mayor altura ni calidad postcosecha. En este sentido, las plantas abonadas con lixiviado de lombriz fueron más altas y vivieron más días en florero. El número de flores por tallo no fue afectado por la fuente de nutrimentos. En los tallos fertilizados químicamente hubo necesidad de realizar dos aplicaciones, una preventiva y otra correctiva, de fungicida para evitar daños económicos por *Botrytis*. Económicamente, el abonado orgánico fue \$ 0.15 por planta, más barato, lo cual en una superficie de 1000 tallos genera un ahorro de \$150. Además de que la relación beneficio-costo mostro mejor rentabilidad en el abonado con lixiviados de lombrhumus.

VI. BIBLIOGRAFIA

Álvarez-Sánchez, M. E., Maldonado, T. R., García, M. R., Almaguer, V. G., Rupit,

A. J., Zavala, E. F. 2008. Suministro de calcio en el desarrollo y nutrición de *Lilium* Asiático. *Agrociencia*, vol. 42, núm. 8 pp. 881-889.

Antonio, B. A. 2011. Efecto del 1-MCP en los azúcares totales de *Lilium* 'Bright

Diamond' fertilizados con boro y calcio. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Agrícolas de la Uaemex. 46 p.

Ayanlaja, S. A., Owa, S. O., Adigun, M. O., Senjobi, B. A., Olaleye, A. O. 2011.

Leachate from Earthworm Castings Breaks Seed Dormancy and

Preferentially Promotes Radicle Growth in Jute. *Hortscience* 36:143-14.

Baligar, V. C., N. K. Fageria, and Z. L. He. 2001. Nutrient use efficiency in plants.

Communications in Soil Sci. and Plant Analysis 32:921-950.

Bañón, A. S., González B., G.A., Fernández H., J. A., Cifuentes R. D. 1993.

Gerbera, Lilium, Tulipán, y Rosa. Mundi-Prensa. Madrid, España. 250 p.

- Bass, R., N. Marissen, and A. Dik. 2000. Cut rose quality as affected by calcium supply and translocation. *Acta Horticulturae* 518:45- 54.
- Beattie, D. J., and J. W. White. 1993. *Lilium*. Hybrids and species. In: De Hertogh, A., and M. Le Nard (eds). *The Physiology of Flower Bulbs*. Elsevier Science Publishers B. V. Amsterdam, The Netherlands. pp: 423-454.
- Betancourt-Olvera, M., Rodríguez-Mendoza, M. N., Sandoval-Villa, M., & Gaytán-Acuña, E. A. 2005. Fertilización foliar una herramienta en el desarrollo del cultivo de *lilium* cv. Stargazer. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 11(2): 371-378.
- Bertsch, H. F. 1995. *La fertilidad de los suelos y su manejo*. 1ra Ed. San José, Costa Rica. ACCS, 157 p.
- Casco, C. A., Iglesias, M. C. 2005. Producción de biofertilizantes líquidos a base de lombricompuesto. Universidad Nacional del Nordeste, Argentina.
Disponible en: <http://www.unne.edu.ar/Web/cyt/com2005/5-Agrarias/A063.pdf>
- Cleikel, F. G., L. L. Dodge and M. S. Reid. 2002. Efficacy of 1-MCP (1methylciclopropene) and promalin for extended life of oriental lilies (*Lilium* x 'Mona Lisa' and 'Stargazer'). *Scientia Horticulturae*. 93:1479-1555.

- De Hertogh, A., Le Nard M. 1993. The physiology of flower bulbs. Elsevier: Amsterdam, Netherlands. 812 p.
- Dole, M. and Wilkins, H. 2005. Floriculture: principles and species. Second Edition Prentice-Hall, Inc. Upper Saddle River, USA. 1022 p.
- Eathon, S. B. 1952. Effects of Potassium deficiency on growth and metabolism of sunflower plants. Botanical gazete. 114: 165-180.
- Elgar, H., Woolf, A., and Bielecki, R. 1999. Ethylene production by three lili species and their response to ethylene exposure. Postharvest Biology and Technology 16:257-267.
- Engelbrecht, G.M. 2004. The effect of nitrogen, phosphorus and potassium fertilization on the growth, yield and quality of Lachenalia. Ph. D. thesis. University of the Free State Bloemfontein. Bloemfontein, South Africa.
- Ferdosi, H. F. M., Jilani, A. H. S., Khan, M. A., Younis, A. 2014. Effect of NPK on growth and yield attributes of Oriental lily 'Merostar'.
- Franco, M. O. 2005. Polyamine and ethylene relationship during pollination and fruit development and ripening in Japanese pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai). Doctoral thesis.

Franco-Mora, O., J. H. Jiménez-M, N. Ramos M, J. R. R. Tovar-R, D. J. Pérez L.

2007. Efecto de la aplicación precosecha de calcio y putresina en el contenido de clorofila foliar durante la floración de *Lilium* spp. 53ava. Reunión de la Sociedad Interamericana para la Horticultura Tropical.

Morelia, Michoacán, México (CD).

Franco, M. O., Torres, M. E., Morales, R. E. J., Pérez, L. D. J. 2007. Vida en florero de *Lilium* x 'Brindisi' y 'Menorca' fertilizado con nitrato y oxido de calcio. Ciencias Agrícolas Informa. 18: 4-12.

García-Gómez R. C., Luc Dendooven y Gutiérrez-Miceli F. A., 2008.

Vermicomposting Leachate (Worm Tea) as liquid fertilizaer for Maize (*Zea mays* L.) Forage Production. Asian Journal of Plant Sciences 7: 360-367.

Gastal, F. and Lemaire, G. 2002. N uptake and distribution in crops: an agronomical and ecophysiological perspective. J. Exp. Bot. 73-370, 789-799.

Gómez RS, Ángeles ML, Becerra J. 2011. Alternativas para el reciclaje de excretas animales. Uso de humus de lombriz y otros derivados de la lombricultura. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal, INIFAP-SAGARPA. Publicación Técnica No. 14, Colón, Querétaro. Pág. 164.

- Hernández, M. E. 2002. Begoniaceae de Tabasco, México: Riqueza florística y propagación. Tesis de Licenciatura. pp. 4-15.
- Hirzel, J., F. Cerda, P. Millas, A. France. 2012. Compost tea effects on production and extraction of nitrogen in Ryegrass cultivated on soil amended with commercial compost. *Compost Science & Utilization*. 20: 97-104.
- Jimenez, M. J. H. 2008. Aplicación de giberelinas, calcio y autopolinización en *Lilium* spp. Tesis de Licenciatura. Ingeniero Agrohídrico. UAIA/BUAP. Tezuitlán, Puebla. 52 p.
- Julio, G. V. 2009. Desarrollo de *Lilium* Cv Navona tratada con óxido de Calcio. Tesis de Licenciatura. Ingeniero Agrónomo Industrial. FCA/UAEMEX, Toluca, Méx. 50 p.
- Miller, W. 1993. *Lilium longiflorum*. In: The physiology of flower bulbs. De Hertogh, A and M. Le Nard (eds). Elsevier. Amsterdam. Holland. pp. 391-422.
- Milpa, M. S. 2012. Evaluación de tres variedades de iris de Holanda manejando: diferentes concentraciones de humus de lombriz, sus lixiviados, en maceta y bajo cubierta plástica. Tesis de Maestría en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Facultad de Ciencias Agrícolas, UAEMéx. 66 p.

Miller W. B. 2014. Postharvest of *Lilium*: experiment to industria adaptation. *In*.

Abstracts of the Third International Symposium on the Genus *Lilium*. April

1-3, 2014, Zhangzhou, China p 28.

Muñoz da Silva, R., Jablonski, A., Siewerdt, L., Silveira, P. 2000.

Desenvolvimento das raízes do azevém cultivado em solução nutritiva complete, adicionada de substâncias húmicas, sob condições de Casa de Vegetação1. *Rev. bras. zootec.* 29:1623-1631.

O'Donoghue, E. M.; Somerfield, S. D.; Heyes, J. A. 2002. Vase solutions

containing sucrose result in changes to cell walls of sandersonia

(*Sandersonia aurantica*) flowers. *Postharvest Biology and Technology* 26: 285-294.

Ortega-Blu, R., Correa-Benguria, M., Olate-Muñoz, E. 2006. Determinación de

las curvas de acumulación de nutrientes en tres cultivares de *Lilium* spp. para flor de corte. *Agrociencia* 40:77-88.

Pilanal, N. and M. Kaplan, 2003. Investigation of effects on nutrient uptake of

humic acid applications of different forms to strawberry plant. *J. Plant Nutr.*, 26(4): 835-843.

Pinochet, D. 1999. Fertilización de plantas bulbosas. *In*: Cultivo y Manejo de

Plantas Bulbosas Ornamentales. Seemann, P., y N. Andrade (eds). Valdivia,

- Chile, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. Instituto de Producción y Sanidad Vegetal. pp: 123-127.
- Procopio, H. G. 2011. Empleo de sacarosa y trehalosa en la solución de florero en *Lilium* 'Nueva Escocia'. Tesis de Licenciatura de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la UAEMéx. 40 p.
- Ramos, M. N. y O. Franco M. 2007. Efecto de la putrescina en la autoincompatibilidad y la vida postcosecha en *Lilium* spp. Memoria de Jóvenes investigadores. Benemérita Universidad de Puebla. Puebla, México (CD).
- Ranwala, A. and W. Miller. 2002. Effects of gibberellin treatments on flower and leaf quality of cut hybrid Lilies. *Acta Horticulturae*. 570: 205-210.
- Reyes A. R. 2015. Aplicación foliar de Mg y Zn para aumentar la calidad de corte en dos cultivares de *Lilium* sp. Tesis M. C. MCARN. UAEMéx, Toluca, México. (En prensa).
- Rodríguez-Landero, A. C., Franco-Mora O., E. J. Morales R., D. J. Pérez L. y Á Castañeda V. 2012. Efecto del 1-MCP en la vida postcosecha de *Lilium* spp. fertilizado foliarmente con calcio y boro. *Revista Mexicana de ciencias Agrícolas*. 3: 1623-1628.

- Rodríguez, F. A. R., Acosta, J. M. 2012. Evaluación de dos fertilizantes en la calidad de corte y vida postcosecha de *Lilium* cv. Busseto. Tesis de Licenciatura de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la UAEMéx. 43 p.
- Rothman, A. M. S., Dondo, G. P., Dondo, T., Betina, B., Montiel, M. J. 2006. Evaluación del uso de extracto de lombrihumus en el cultivo de espinaca (*Spinacia oleraceae* L.) a campo*. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Revista Científica Agropecuaria 10: 101-107.
- Ruiz, O. A. 2013. Evaluación de diferentes frecuencias de aplicación de lixiviados de humus de lombriz adicionando azidol orgánico como adherente en el cultivo de *Begonia Tuberosa* L. variedad Fortune. Tesis de Licenciatura de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la UAEMéx. 54 p.
- Saeed, T., Hassan, I., Jilani, G., & Akhtar, A. N. (2013). Zinc augments the growth and floral attributes of gladiolus, and alleviates oxidative stress in cut flowers. *Scientia Horticulturae* 164, 124-129. doi: 10.1016/j.scienta.2013.09.017
- Salazar, E. 2011. Productores de Dipilto Producen y comercializan Lombrihumus Generan ingresos y cuidan el medio ambiente. Revista Laderas. Revista centroamericana. Disponible en:

funica.org.ni/index/images/pdf/lombrihumus.pdf

Samreen, T., Humaira, Hamid Ullah Shah, H. U., Ullah, S., Javid, M. (2013). Zinc effect on growth rate, chlorophyll, protein and mineral contents of hydroponically grown mungbeans plant (*Vigna radiata*). *Arabian Journal of Chemistry*. doi: . 10.1016/j.arabjc.2013.07.005

Sanchez, H. J. A. 2009. Influencia de dos intervalos de fertilización con urea en la vida de florero de *Lilium* 'Menorca'. Tesis de Licenciatura de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la UAEMéx. 48 p.

Savithri., P. y U. S. Sree Ramulu.1990. Effect of continuous application of micronutrient to each of 15 crops on the available micronutrients status of soils and yields of crops. 14 th International Congress of Soil Science. Transaction. Kyoto. 35 – 40 p.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), (2012). Garantizada la disponibilidad de flores para cubrir la demanda nacional. Comunicado de prensa Num.098/12. México, D.F., 14 de febrero de 2012.

Schütte, K. 1966. La biología de los elementos traza. Su papel en la nutrición. Ed. Revolucionaria. La Habana. 290 p.

- Silva, G. 2015. Corn leaf greenness affected by nitrogen rate, row spacing and population density. Michiga state university extension. Disponible en: http://msue.anr.msu.edu/news/corn_leaf_greenness_affected_by_nitrogen_rate_row_spacing_and_population_de.pdf
- Soval-Villa, M. 2002. Tomato leaf chorophyll meter readings as affected by variety, nitrogen form, and nighttime nutrient solutons strength. Journal of Plant Nutrition. 25: 2129-2142.
- Tandon, H. L. 1991. Secondary and micronutrients in agriculture. Guide- book-cum-Directory. 2nd edition. Fertilizer and Consultation Organization. New Delhi. India . 122 p.
- Torres, M. E. 2009. Vida en florero de Liliium “Brindísi” y “Menorca” fertilizado con nitrato y óxido de calcio. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, México. 61 p.
- Van Meeteren, U., W. van Ieperen, J. Nijse, K. Keijzer, T. Scheenen and H. van As. 2001. Processes an xylem anatomical properties involved in rehydration dynamics of cut flowers. Acta Horticulturae 543: 207-215.
- Vázquez, M y A. Fancelli. 2006. Micronutrientes en la fisiología de las plantas. Editora Vázquez, M. Micronutrientes en la Agricultura. Diagnóstico y fertilización en la Argentina. La experiencia brasilera. 1^a edición. 11-22 p.

Verdugo, G., M. Biggi, A. Montesinos, C. Soriano y G. Chaín. 2006. Manual de postcosecha de flores cortadas. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso-Fundación para la Innovación Agraria. Chile. 74 p.

Yuan, Z., Ata-Ul-Karim, S. T., Cao, Q. Lu, Z. Cao, W., Zhu, Y., Liu, X. 2016. Indicators for diagnosing nitrogen status of rice base don chlorophyll meter readings. Field Crops Research 185:12-20.