



**Universidad Autónoma del Estado de México**



**Facultad de Ciencias Agrícolas**

"EVALUACIÓN DE DOSIS DE APLICACIÓN DE LIXIVIADO DE HUMUS DE LOMBRIZ DE MANERA FOLIAR, EN EL CULTIVO DE DALIA PARA USOS GASTRONÓMICOS"

## **TRABAJO TERMINAL**

PROPUESTA COMO CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS PARA LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE ESPECIALISTA EN FLORICULTURA

P R E S E N T A :

**KARINA GÓMEZ PATIÑO**

ASESORA:

**DRA. GRACIELA NEOMÍ GRENÓN CASCALES**

Campus Universitario "El Cerrillo"; El Cerrillo Piedras Blancas Toluca, Mex,  
Noviembre del 2016.

## Índice

<b>Índice de cuadros</b> .....	<b>III</b>
<b>Índice de figuras</b> .....	<b>III</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>1</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>2</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>3</b>
<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>5</b>
<i>Objetivo general</i> .....	5
<i>Objetivos específicos</i> .....	5
<b>1.- REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	<b>6</b>
1.1 <i>Dalia</i> .....	6
1.1.1 Antecedentes.....	6
1.1.2 Origen .....	7
1.1.3 Descripción botánica y clasificación taxonómica .....	7
1.1.4 Propagación.....	8
1.1.5 Nutrición .....	9
1.1.6 Requerimientos ambientales.....	10
1.1.6.1 Temperatura .....	10
1.1.6.2 Luz .....	10
1.1.7 Plagas y enfermedades .....	11
1.1.8 Usos de la Dalia .....	11
1.2 <i>Abonos Orgánicos</i> .....	13
1.2.1 Lombrihumus.....	15
1.2.2 Lixiviado de lombrihumus .....	17
1.3. <i>Modo de acción de productos foliares en la planta</i> .....	18
1.4. <i>Nopal Opuntia ficus indica</i> .....	20
1.4.1 Usos del nopal.....	21
1.4.2 Mucilago de nopal.....	22

<b>2.- MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>25</b>
2.1 <i>Ubicación del experimento</i> .....	25
2.2 <i>Diseño experimental</i> .....	25
2.3 <i>Cultivo de Dalia</i> .....	25
2.3.1 <i>Adquisición de material vegetativo</i> .....	25
2.3.2 <i>Preparación de sustrato</i> .....	26
2.3.3 <i>Transplante</i> .....	26
2.3.4 <i>Riego</i> .....	27
2.3.5 <i>Abonado</i> .....	27
2.3.6 <i>Cosecha</i> .....	28
2.3.7 <i>Manejo integral de plagas</i> .....	28
2.4 <i>Toma de datos</i> .....	29
2.5 <i>Análisis químico sustrato y lixiviados</i> .....	29
2.6 <i>Análisis de las raíces tuberosas</i> .....	29
2.7 <i>Análisis estadístico</i> .....	30
<b>3.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>31</b>
3.1 <i>Promedio de temperatura</i> .....	31
3.2 <i>Calidad química del sustrato y del lixiviado</i> .....	31
3.3 <i>Días a floración</i> .....	34
3.3 <i>Análisis Estadístico de la Dalia</i> .....	35
3.4 <i>Análisis Bromatológico de las raíces tuberosas</i> .....	37
<b>4.- CONCLUSIONES .....</b>	<b>39</b>
<b>5.- RECOMENDACIONES .....</b>	<b>40</b>
<b>Literatura Citada .....</b>	<b>41</b>

### **Índice de cuadros**

Cuadro 1: Contenido de nutrientes totales del sustrato.....	32
Cuadro 2: Análisis químico del sustrato.....	33
Cuadro 3: Contenido de nutrientes totales del lixiviado.....	33
Cuadro 4: Análisis químico del lixiviado.....	34
Cuadro 5: Análisis estadístico de la Dalia .....	36
Cuadro 6: Análisis estadístico de la raíz tuberosa de la Dalia.....	37
Cuadro 7: Análisis bromatológicos de la raíz tuberosa de la Dalia.....	38

### **Índice de figuras**

Figura 1: Preparación de sustrato.....	26
Figura 2: Transplante de las plántulas de dalia .....	26
Figura 3: Aplicación de lixiviados .....	27
Figura 4: Poda, secado de parte aérea y subterránea de la dalia .....	28
Figura 5: Manejo integral de plagas .....	29
Figura 6: Determinación de proteína, fibra y grasa .....	30
Figura 7: Promedio de temperaturas semanales.....	31
Figura 8: Flor de Dalia .....	35
Figura 9: Número de ramas totales por tratamiento.....	36

## RESUMEN

El presente trabajo se estableció en el invernadero número tres de la Facultad de Ciencias Agrícolas campus el Cerrillo de la Universidad Autónoma del Estado de México, el cual consta de una cubierta de vidrio, en el área externa del invernadero se estableció la producción de humus de lombriz para la extracción de los lixiviados en el periodo primavera-verano 2016. Se presentó una temperatura de 17 a 24°C, el cual oscila dentro del rango óptimo. El objetivo fue evaluar dosis de aplicación de lixiviado de humus de lombriz de manera foliar en el cultivo de Dalia con fines gastronómicos, para ello se compararon cuatro tratamientos: T1 la planta se abonó con 15 ml de lixiviado, T2 se le aplicó 20 ml, T3 25 ml y por último T4 quien fue el testigo. Para evaluar el efecto de las dosis de aplicación se tomó en cuenta el número de hojas, número de ramas, longitud del tallo, número de flores y botones, la biomasa aérea y subterránea así como el contenido de nutrientes que aporta.

Únicamente se encontraron diferencias significativas en el número de ramas, en T1 con un promedio de 17.90 ramas por plantas, mientras que T4 fue el que obtuvo menor número de ramas con 10.65 en promedio. Las variables evaluadas en el análisis bromatológico fueron 12 y no se inclinan por algún tratamiento en especial, aun así, los niveles de nutrientes encontrados manifiestan un aporte importante de fibra, minerales, azúcar y grasa.

Los resultados presentados responden a una variedad para maceta que por naturaleza son pequeñas y como resultado las raíces tuberosas fueron pequeñas en comparación del tamaño que pueden alcanzar con la variedad correcta, por ello se recomienda emplear variedades de flor de corte para una mayor producción de raíz tuberosa con la aplicación de 15 a 20 ml por semana.

**Palabras clave:** Dalia, raíz tuberosa, lixiviado, lombrihumus.

## **SUMMARY**

The place work of investigation was developed in greenhouse number three of the Faculty of Agricultural Sciences Campus Cerrillo at the Universidad Autónoma del Estado de México, which consists of a glass cover, in the outer area of the greenhouse production of humus implanted worm for extraction of leachates in the period spring-summer 2016. At temperature of 17 to 24 ° C, which ranges in the optimal range is presented. The aim was to evaluate application rate of leaching of humus in foliar way in growing Dahlia with gastronomic purposes, to do four treatments were compared: T1 plant was credited with 15 ml of leachate, T2 was applied 20 ml, 25 ml T3 and T4 finally who was the witness. To evaluate the effect of application rate took the number of leaves, number of branches, stem length, number of flowers and buds, aboveground and belowground biomass and nutrient content that brings into account.

Only significant differences in the number of branches in T1 averaging 17.90 branches plants met while T4 which was obtained with fewer branches on average 10.65. The variables evaluated in compositional analysis were 12 and not inclined for some special treatment, yet the levels of nutrients found show a significant contribution of fiber, minerals, sugar and fat.

The results presented respond to a for variety flowerpots that by nature are small and as a result the tuberous roots were small in comparison to the size that can be achieved with the right variety, so we recommend using varieties of cut flower for increased production of root tuberous with the application of 15 to 20 ml per week.

**Keywords:** Dahlia, tuberous root, leached, lombrihumus.

## INTRODUCCIÓN

Al consumo de flores se le denomina florifagia. En últimas fechas ha tomado fuerza entre la población, puesto que el consumidor se ha dado a la tarea de buscar nuevas alternativas de alimentos los cuales deben ser seguros, nutritivos y poseer características sensoriales de calidad, cabe señalar que las flores comestibles contribuyen al mejoramiento de la estética de los alimentos además, aportan sustancias biológicamente activas como vitaminas A, C, riboflavina, niacina, minerales como calcio, fósforo, hierro y potasio beneficiando la salud de quien las consume, sin embargo, no todas las flores pueden consumirse como alimento hay otro grupo de flores que pueden resultar tóxicas e incluso su ingesta puede ser mortal, para que estas sean consideradas como tales deben cumplir ciertas características entre las que se encuentran: la composición química, la forma de cultivo, libres de pesticidas, herbicidas y fertilizantes además de ser inocuas microbiológicamente. Esta actividad no es reciente ya que, en muchas partes del mundo el consumo de flores comestibles continúa como una tradición. Hay reportes dónde se menciona que culturas como la china y la romana ya consumían flores y México no es la excepción (Lara *et al.*, 2013).

Los usos que se le dan a las flores cuando se incluyen en la gastronomía son múltiples, ejemplo de ello son los pétalos de rosas (*Rosa* spp.) recién cortados que pueden resultar excelentes para presentar un postre o en su efecto para guarnecer algún tipo de carne. Su agradable aroma, su belleza y su sabor dulce las convierten en un atractivo ingrediente. Otras flores que se han utilizado incluyen a los crisantemos (*Chrysanthemum* spp.) y dalias (*Dahlia* sp.) usadas en China regularmente en sopas secas, esta última especie es el tema central del presente trabajo de investigación, sin embargo, su consumo se dirige a su raíz tuberosa, cocinada principalmente como la papa o en fresco como la jícama.

En Mesoamérica prehispánica, las dalias silvestres eran conocidas comúnmente con el nombre de "acocoxóchitl", "acocotli", o "cohuanenepilii", que significa tallos huecos con agua, fue una planta muy arraigada a nuestra cultura y tradiciones

desde tiempos precolombinos, ya que poseía una gran cantidad de usos: ornamental, alimenticia, medicinal, ceremonial y ahora se sabe que también tiene propiedades forrajeras. Los nativos utilizaban esta planta como un remedio contra la tos crónica, como tónico diurético, diaforético (para sudar las fiebres) y contra los cólicos. En la actualidad los indígenas mixtecos de Oaxaca siguen consumiendo los tubérculos frescos de dalias para obtener carbohidratos y gracias a la Asociación Mexicana de la Dalia va ganando terreno a lo largo de la república mexicana, sobre todo en la zona centro.

Lo que concierne al presente trabajo de investigación es el evaluar diferentes dosis de aplicación de lixiviado de humus de lombriz de manera foliar que mejore la producción, así mismo determinar el tratamiento que aporte mayores nutrientes al consumidor, para poder retomar el consumo de la dalia tal como lo hicieron nuestros antepasados.

El uso de abonos no sólo responde a la crisis ambiental que generó la revolución verde y los hábitos de consumo desmedido de una población creciente, sino a la necesidad de consumir productos de calidad libres de residuos de agroquímicos. Dentro de las diferentes opciones que existen en la actualidad, tales como guano, composta, harina de rocas, bocashi y fermentos, se eligió el uso de lixiviados de humus de lombriz para complementar la nutrición de la planta de dalia de manera foliar.



## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Evaluar dosis de aplicación de lixiviado de humus de lombriz de manera foliar en el cultivo de Dalia con fines gastronómicos.

### **Objetivos específicos**

- Determinar el contenido nutricional del sustrato y del lixiviado de lombrihumus.
- Evaluar la eficiencia del lixiviado de lombrihumus por medio del crecimiento de las raíces tuberosas.
- Identificar la concentración de lixiviados de lombrihumus que mejora la producción de Dalia.
- Realizar análisis bromatológicos de las raíces tuberosas de la Dalia con fines gastronómicos.

## **1.- REVISIÓN DE LITERATURA**

### **1.1 Dalia**

#### **1.1.1 Antecedentes**

El cultivo de esta flor se remonta a la época de esplendor del imperio azteca cuando su belleza cautivó tanto a los gobernantes mexicas, los cuales, utilizaron sus tubérculos como una fuente de alimento e iniciaron los procesos de domesticación de la planta (Treviño *et al.*, 2007) tal como lo atestiguan varios petroglifos de la zona de Xochimilco y el códice De la Cruz-Badiano, en el que aparece una planta denominada cohuanenepilli, esto permite suponer que las dalias mexicanas fueron empleadas como ornamento y domesticadas mucho antes de la llegada de los españoles y del propio Hernández (1514-1587) a la Nueva España en 1571, (Bye y Linares, 2008) posteriormente fue introducida exitosamente en Europa a finales del siglo XVIII a través de España. En 1789, Don Vicente Cervantes, primer catedrático de botánica, Director del Jardín Botánico Virreinal de la Ciudad de México y miembro de la Real Expedición Española, envió semillas de varias flores mexicanas al abate Antonio José Cavanilles y Palop, quien fungía como profesor y director del Jardín Botánico Real de Madrid, éste personaje recibió y cultivó las semillas; con las plantas que crecieron elaboró las primeras descripciones botánicas de algunas de ellas, incluyendo el género Dahlia, en honor a Andreas Dahl, botánico sueco discípulo de Linneo. Así fue como se publicó Dahlia pinnata como la primera especie del género (Mera y Bye, 2006).

Debido a la importancia mundial adquirida y al considerar que en México se encuentra la diversidad biológica del género (centro de origen), en 1963, se declaró a la dalia como símbolo de la floricultura nacional y a partir del 2008 se estableció que el 4 de agosto de cada año sea reconocido como el "Día nacional de la dalia" (Mera, 2008).

### 1.1.2 Origen

El género *Dahlia* es de origen Mesoamericano está formado por 35 especies todas nativas de México, de las cuales, sólo cuatro especies constituyen la base genética actual de la dalia cultivada, por lo que la biodiversidad del género está concentrada en nuestro territorio (Jiménez, 2015), a pesar de ello en México se conoce muy poco acerca de su cultivo y mejoramiento mientras que se ha extendido por casi todos los países del mundo (Treviño *et al.*, 2007).

Pertenece a la familia Asteraceae, el cual es un taxón ampliamente distribuido (Valdés, 2010), formado por aproximadamente 1300 géneros, sus dos principales especies son *Dahlia pinnata* Cav. y *D. coccinea* Cav. En México se encuentra la mayor concentración de especies, 31 de las 34 existentes son nativas de nuestro territorio (Mera y Bye, 2006) las más conocidas son *D.coccinea*, *D. merckii*, *D. pinnata*, *D. imperialis* y *D. variabilis* (Jiménez, 2015), estas especies constituyen la base genética con la que se ha desarrollado la dalia cultivada (Mera y Bye, 2006).

### 1.1.3 Descripción botánica y clasificación taxonómica

La mayoría de las dalias son plantas herbáceas o arbustivas, a veces epífitas o trepadoras. Las herbáceas son anuales, pues su follaje desaparece en el invierno, pero sus raíces tuberosas quedan enterradas, de donde brotan nuevas plantas en la siguiente estación de lluvias. Las arbustivas son perennes y en lo general tienen raíces tuberosas muy desarrolladas. Los tallos son huecos (de ahí su nombre en Náhuatl "Acocoxóchitl") o compactos y, las hojas son opuestas o verticiladas (se originan alrededor de un mismo punto y se distribuyen en diferentes direcciones), simples a tres veces compuestas. Su inflorescencia es una composición de dos tipos de flores pequeñas, que en conjunto se denominan cabezuelas: flores líguladas (en forma de lengua) ubicadas al exterior, cuya apariencia es similar a la de un pétalo (blancas, moradas, amarillas o rojas); y las tubulares o flores de disco (amarillas o moradas), que semejan un plato, ambas están dispuestas sobre una base común llamada receptáculo. Los frutos son secos de una sola semilla e indehiscentes "aquenios" de forma oblanceolada mientras que las hojas parecen

ser más diversas entre las especies, que las mismas flores (Mera y Bye, 2006). El tamaño de la planta va de los 30 hasta los 120 centímetros, depende de la variedad.

Clasificación taxonómica:

- Reino: Plantae
- División: Magnoliophyta
- Clase: Magnoliopsida
- Orden: Asterales
- Familia: Asteraceae
- Género: Dahlia

#### **1.1.4 Propagación**

Existen dos métodos reproductivos para propagar especies vegetales, sexual y asexual, sin embargo, la reproducción asexual es el método por excelencia en la floricultura, debido al proceso de hibridación, las semillas de dalia no producen los caracteres de la planta de la cual se derivan, por esta razón este método no es usado comercialmente (Acosta, 1999), es por ello que las semillas se usan exclusivamente para la obtención de nuevos cultivares.

El método de propagación más común en dalia es por división de raíces tuberosas, una vez colectadas se almacenan en invierno, posteriormente se ponen en un lugar cálido y cubren con turba para estimular la brotación de yemas, enseguida se procede a dividir la masa radicular (Acosta, 1999). Esta forma de propagación resulta el más utilizado, debido a la estabilidad del material obtenido y a que las plantas provenientes de los tubérculos presentan una floración más temprana que las obtenidas por otros métodos (Jiménez, 2015).

La propagación por esquejes se realiza cuando los brotes de la planta madre alcanza de 15 a 20 cm, se procede a cortarlos en la base (de preferencia debajo del nudo), con un cuchillo bien afilado e hacen cortes limpios y eliminan las hojas del nudo inferior. Si los brotes son de tallos huecos no se debe considerar debido

a que es difícil que enraícen. Una vez preparado el esqueje se impregna aproximadamente 2 cm de la base con reguladores de crecimiento para favorecer el enraizamiento (Mejía *et al.*, 2007).

Con el paso del tiempo la tecnología se desarrolla apresuradamente para facilitar o mejorar tareas, tal es el caso de la reproducción de la dalia, a través del cultivo *in vitro*, ésta técnica permite utilizar cualquier órgano o tejido como explante, es importante considerar la edad fisiológica del órgano, época de obtención, tamaño y condiciones de obtención (Garzón, 2007). El primer trabajo de cultivo *in vitro* de dalias, fue realizado por Morel y Martin, quienes cultivaron meristemos apicales con la finalidad de eliminar el virus del mosaico de dalias (Valdés, 2010).

### **1.1.5 Nutrición**

Los requerimientos nutricionales de la planta dependen de la finalidad con la que se produzca, es decir, si va a ser para maceta o para flor de corte, Vidalie (2001) reportó que para tener una buena producción de flor de corte se deben aplicar 100 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Óxido fosfórico)/ha. The National Dahlia Society (2004; Garzón, 2007) indica que para su crecimiento y desarrollo, en menor cantidad requiere de calcio, magnesio y azufre, así como hierro, zinc, cloro, boro y manganeso, en cantidades muy pequeñas por lo que se les llama elementos trazas.

Sin embargo, en este caso específico se requiere saber la cantidad de nutrientes para aumentar la producción del sistema radicular para su aprovechamiento en la gastronomía, de acuerdo con Laguna y Archundia (2004) no se cuenta con información orientada hacia aspectos agronómicos y fisiológicos en la producción de raíces tuberosas de esta especie, dicho manejo agronómico incluye estudios de fertilización, densidad de plantación y relación fuente-demanda. En este sentido, existen estudios sobre la fertilización fosfatada que indican al fósforo como un elemento químico que estimula el crecimiento de las plántulas y la formación de la raíz de especies con fines ornamentales donde se cosecha la parte subterránea (Arenas *et al.*, 2011).

### **1.1.6 Requerimientos ambientales**

La dalia es una planta rústica en cuanto a suelos, aunque prefiere los suelos francos, con un perfecto drenaje y con un pH entre 6 y 8; que posea un elevado contenido en materia orgánica y nutrientes (Espinoza *et al.*, 2009), dichas características son óptimas para obtener una gran cantidad de raíces tuberosas (Mejía *et al.*, 2007).

De acuerdo con Jiménez (2015), se cultivan en zonas soleadas, aunque también se puede encontrar en semisombra. La amplia superficie que ofrecen las características de sus hojas, así como la débil constitución de sus tallos, exigen que sea cultivada en áreas debidamente protegidas de la acción abrasiva de los vientos, que pueden elevar hasta niveles inconvenientes la transpiración y producir además, serios daños mecánicos a la plantación.

#### **1.1.6.1 Temperatura**

La temperatura promedio óptima para el crecimiento vegetativo es de 15.5°C, sin embargo, puede crecer aunque más lentamente a 10°C; en cuanto al sustrato se refiere, lo ideal es de 12.5 a 15°C, mientras que las raíces no soportan las heladas, es por ello que se recomienda su almacenamiento con una temperatura que oscile entre 1.5 a 10°C (López, 1991).

#### **1.1.6.2 Luz**

La longitud del día tiene una influencia directa en la floración y la formación de tubérculos, la dalia en general es un planta de fotoperiodo largo, el fotoperiodo de 14 horas es óptimo para la brotación en la producción forzada de dalia, adelantan el desarrollo de la floración, y si los días son muy cortos frecuentemente no abren las flores (Acosta 1999). El peso y número de raíces fibrosas se incrementa al aumentar la longitud del día y el peso del tubérculo se incrementa bajo ambas condiciones.

De igual forma, la longitud del día es un factor que regula la iniciación floral, los días largos promueven la formación de flores liguladas, mientras que los días cortos inhiben su formación (Acosta, 1999).

### **1.1.7 Plagas y enfermedades**

Mejía *et al.* (2007) asegura que las plagas no significan un problema serio en este cultivo, basta inspeccionarlo todas las semanas para observar qué insectos se presentan y con base en ello decidir qué acciones tomar, puesto que la dalia puede hospedar poblaciones de pulgones (*Myzus persicae*), mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci*) y trips (*Frankliniella occidentalis*) los cuales, además de generar reacciones negativas, son vectores de hongos fitopatógenos que son causantes de enfermedades en la pre y pos cosecha; el daño que ocasiona no sólo se refiere a las pérdidas de producción económica, sino también a las perdidas en la producción biológica (Agrios, 2005).

Las enfermedades a las que está expuesta son marchitez por *Fusarium sp.*, bacteriosis por *Agrobacterium tumefaciens*, *Erwinia chrysanthemi*, virus del mosaico del pepino o Cucumber Mosaic Cucumovirus (CMV) y virus del mosaico de la dalia o Dahlia Mosaic caulimovirus (DMV) (The National Dahlia Society, 2004; Garzón, 2007).

### **1.1.8 Usos de la Dalia**

La Dalia fue una planta muy arraigada a nuestra cultura y tradiciones desde tiempos precolombinos ya que poseía una gran cantidad de usos: ornamental, alimenticia, medicinal, ceremonial y ahora se sabe que también tiene propiedades forrajeras. Los nativos utilizaban esta planta contra la tos crónica, como tónico diurético, diaforético (sustancia que ayuda a controlar la temperatura), y contra los cólicos. En la actualidad indígenas mixtecos de Oaxaca siguen consumiendo os tubérculos frescos de dalias para obtener carbohidratos (Mera y Bye, 2006).

La dalia es una especie desaprovechada medicinalmente, no obstante que puede ser de gran utilidad para resolver algunos problemas de salud de manera eficiente y económica (Mendoza, 2015). Las investigaciones que se están efectuando actualmente demuestran que las raíces tuberosas de la dalia son ricas en inulina, polisacárido formado por moléculas de fructosa, dicha inulina funciona como prebiótico ya que ayuda al crecimiento de la flora intestinal benéfica, además es tolerada por los diabéticos gracias a que no precisa de la hormona insulina para su metabolismo, ofreciendo importantes beneficios a la salud. Otro de los beneficios de las dalias son sus altos niveles de fibra, útil para la digestión, que previenen enfermedades del colon y ciertos trastornos metabólicos. Actualmente, en Europa, se considera incluir este carbohidrato en la dieta infantil, debido a que evita que los niños aumenten de peso (Mejía *et al.*, 2011).

Nuevas investigaciones realizadas en la Universidad Autónoma Chapingo han revelado que los pigmentos de las flores de la dalia tienen propiedades antioxidantes que contrarrestan los efectos de la contaminación. Las flores se pueden utilizar en diferentes platillos ya que los pétalos, contienen una gran cantidad de antocianinas, que combaten los radicales libres, responsables de los procesos de senescencia celular (Asociación Mexicana de la Dalia, 2013).

En adición a la inulina se encuentra eriodictiol, diastasa, fitina y ácido benzoico, componentes químicos que son medicinalmente activos (Biblioteca digital de la medicina tradicional mexicana, 2014).

En 1996, la Asociación Mexicana de la Dalia o Acocoxochitl, se propuso promover como un recurso alimentario, la utilización de las lígulas y raíces tuberosas de las dalias y contribuir así al rubro de la alimentación, con el invaluable apoyo de SNICS, SINAREFI y SAGARPA, se iniciaron una serie de investigaciones y experimentos a fin de elaborar un recetario que consta de variados platillos, enriquecidos con la impresionante gama de colores, formas y tamaños de las flores de dalias y de sus tubérculos. Las formas de consumo incluyen: agua fresca, tacos de guisado, salsas, bocadillos, guiso para mixiote, pescado



empapelado, ceviche de pescado, aguacates rellenos, sopas, pastas, tortitas, ensaladas, purés, gelatinas, nieve, helado, panecillos rústicos, camotes dulces, palanquetas, pétalos cristalizados, atoles y té entre otras (Mejía *et al.*, 2011).

Se ha reportado la propiedad antimicótica de *Dahlia pinnata* contra *Fusarium oxysporum* y actividad antibacteriana contra algunas bacterias patógenas. El extracto de la raíz fresca inhibe el crecimiento de *Escherichia coli* y *Enterobacter aerogenes*. Los extractos de los tallos frescos son eficaces contra *E. aerogenes* mientras que el extracto de hojas y flores frescas inhibe el crecimiento de *Agrobacterium tumefaciens*. En el caso de las partes de la planta seca, el extracto de hojas fue eficaz contra *E. aerogenes*. Extractos de flores secas exhiben actividad antimicrobiana contra *E. coli* y *A. tumefaciens*. En general las plantas pertenecientes a la familia Asteraceae han demostrado que poseen alta actividad antibacteriana y antifúngica (Sharad *et al.*, 2011).

De acuerdo con Fernández (2012), se ha comprobado que las raíces de las dalias pueden absorber cantidades significativas de metales pesados en suelos contaminados, por lo que se debe tener cuidado cuando esta planta sea cultivada en suelos donde se sospeche de la presencia de metales pesados, toda vez que las raíces cosechadas podrían tener contenidos de metales pesados. Se puede considerar un buen método de biorremediación que ayudan a recuperar zonas contaminadas.

No se puede dejar de lado el uso más común y demandado en la actualidad, el ornamental, debido a la gran gama de colores, formas y adaptabilidad existen numerosas plantas en jardines públicos y privados a nivel mundial, se puede encontrar como planta de jardín, en maceta o como flor de corte; también se utiliza en la floristería como flor de relleno en arreglos florales.

## **1.2 Abonos Orgánicos**

En las últimas décadas, los productores redujeron la aplicación de abonos orgánicos a causa del inicio de una agricultura intensiva (López *et al.*, 2001), hasta

un punto en el que la aplicación de los inorgánicos se convirtió en un problema ambiental en gran parte del mundo (Butler *et al.*, 2007). No obstante, el costo de los fertilizantes minerales obliga a la búsqueda y evaluación de alternativas para el manejo de la nutrición vegetal; dentro de los más destacados y de mayor acceso para los agricultores, está el reciclado de nutrimentos a partir de fuentes como el compostaje, el uso de estiércol de origen animal, los residuos de cosecha y otras fuentes propias de los sistemas productivos constituyen las materias primas del proceso (Terry y Ramos, 2014).

Es importante mencionar que los residuos de cosecha, son una de las fuentes más importantes para su uso en el compostaje, debido a los volúmenes de producción que se generan. Anualmente se produce una cantidad considerable de residuos de cosechas, pero sólo una cierta parte de esta producción es aprovechada directamente para la alimentación, tanto humana como animal, lo cual deja como resultado una gran cantidad de mal llamados desechos, los cuales se convierten en una fuente potencial de contaminación ambiental. En algunos casos, su manejo inadecuado y la falta de conciencia ambiental termina por generar problemas de contaminación (Villalba *et al.*, 2011).

El aprovechamiento de estos residuos orgánicos cobra cada día mayor interés como medio eficiente de reciclaje racional de nutrimentos, que ayuda al crecimiento de las plantas y devuelven al suelo elementos extraídos durante el ciclo del cultivo.

Se entiende como abono orgánico al material resultante de la descomposición natural de la materia orgánica por acción de los microorganismos presentes en el medio, los cuales digieren los materiales, transformándolos en otros benéficos que aportan nutrimentos al suelo y, por tanto a las plantas que crecen en él (Ramos y Terry, 2014). La calidad del abono está relacionada con los materiales que la originan y con el proceso de elaboración, esta variación será tanto en contenido de nutrientes como de microorganismos (Sañudo *et al.*, 2008), de igual forma el tipo de abono que se generó dependerá de los materiales que se tengan disponibles,

así como la técnica que se realice; se pueden elaborar fermentados, harinas de rocas, abonos verdes, caldos minerales o lombrihumus como en este caso.

### **1.2.1 Lombrihumus**

El humus de lombriz se obtiene por la conocida técnica de la lombricultura que permite aprovechar y transformar los residuos sólidos orgánicos derivados de las actividades agrícolas, ganaderas, agroindustriales y urbanas, es decir, es el resultado de las transformaciones bioquímicas y microbiológicas que sufren los residuos sólidos orgánicos durante el proceso de ingestión y digestión de las lombrices de tierra, así como de los microorganismos asociados existentes en el tracto digestivo de estas (Vilches *et al.*, 2008).

Ésta técnica se diferencia del compostaje convencional porque el material orgánico, que puede o no ser compostado previamente, es procesado por el sistema digestivo de las lombrices, las cuales producen excreciones conocidas como deyecciones las lombrices fragmentan los desperdicios orgánicos, estimulan la actividad microbiana e incrementan las tasas de mineralización, convirtiéndolos rápidamente en sustancias similares al humus, con una estructura más fina que la de la composta, pero presenta una mayor y más diversa actividad microbiana (Gómez *et al.*, 2011).

Debe destacarse que el cultivo de lombrices es capaz de transformar en corto tiempo y a bajo costo grandes cantidades de residuos biodegradables, el abono producido por éstas se ha incrementado en su uso, por ser una fuente de nutrientes de lenta liberación en el suelo, lo que supone un considerable ahorro en la economía por uso de fertilizantes agrícolas y mano de obra, para garantizar el equilibrio necesario en las fases de fuerte demanda de la planta (Gómez *et al.*, 2011).

Una de las principales características del humus de lombriz es que durante el procesamiento muchos de los nutrientes son cambiados a formas más disponibles para la asimilación por parte de las plantas, tales como el nitrógeno en forma

nítrica o amoniaca, fósforo intercambiable, potasio soluble, calcio y magnesio, su acción quelante contribuye a disminuir los riesgos de carencias y favorece la disponibilidad de algunos micronutrientes (Fe, Cu y Zn), eleva la CIC de los suelos al formar complejos arcilla-húmicos; por otra parte aumenta la fuerza de cohesión en suelos arenosos y la disminuye en arcillosos, mejora la capacidad de retención de agua, estimula el desarrollo de plantas, mejora y regula la velocidad de infiltración del agua, disminuyendo la erosión producida por la escorrentía y eleva la capacidad tampón de los suelos y es una importante fuente de carbono para los microorganismos del suelo (Gómez *et al.*, 2011).

Los excrementos de la lombriz, según Castaños (2009), tienen cinco veces más nitrógeno, siete veces más fósforo, cinco veces más potasio y dos veces más calcio que el material orgánico del que se alimentaron. Las lombrices pueden procesar cualquier tipo de material orgánico, pero su actividad es más efectiva si se alimentan de residuos de consistencia suave o cuando está a medio descomponer. De igual forma, la eficiencia depende del tipo de lombriz que se emplee.

*Eisenia fetida* y *E. andrei* son dos especies de lombrices estrechamente relacionadas y muy utilizadas para el reciclaje de residuos orgánicos mediante vermicompostaje, y también en estudios de ecotoxicología, fisiología y genética. Este uso tan extendido se debe a que son ubicuas con una distribución cosmopolita, con ciclos de vida cortos, un rango amplio de tolerancia tanto a la temperatura como a la humedad y un manejo relativamente sencillo (Domínguez, 2004). *Eisenia fetida* se corresponde con la forma rayada y presenta el área entre los segmentos sin pigmentación o de color amarillo o pálido; de ahí, su nombre común de lombriz rayada o lombriz tigre. En contraste, *E. andrei*, la lombriz roja común, tiene la forma de color rojo uniforme. No se diferencian significativamente, aunque la tasa de crecimiento y producción de capullos es algo más alta en *E. andrei* que en *E. fetida* (Pérez y Domínguez, 2010). Este último punto es decisivo en la elección de lombrices para utilizarse en el lombricario, puesto que, al

augmentar constantemente la población de lombrices, la producción de humus de lombriz es constante y acelerada, puntos esenciales en una cadena productiva.

La lombriz *Eisenia andrei* pertenece a las lombrices composteadoras que pueden permanecer en cautiverio y ser manejadas por el hombre. Se caracteriza por tener alta reproducción, tolerar altas y bajas temperaturas; ingiere diariamente una cantidad equivalente a su peso (1 gr en estado adulto), de la cual expele en forma de humus el 60% y el 40% restante lo utiliza para su sustento (Bandala, 2015).

### **1.2. 2 Lixiviado de lombrihumus**

Como ya se mencionó el lombrihumus es el resultado de la biotransformación de materia orgánica (de origen animal y vegetal) a través del tubo digestivo de la lombriz, obteniendo un abono orgánico por excelencia la cual se utiliza como fertilizante natural y enmienda orgánica (Loza, 2011). Mientras que el lixiviado de lombrihumus es la fracción líquida que se obtiene del proceso, también se le conoce como lixivios de composta, extractos de composta y té de composta y presenta como ventaja una densidad más uniforme (Uribe *et al.*, 2012).

Los lixivios de composta se producen directamente de las camas; es el líquido filtrado del agua por la irrigación constante de las camas donde se encuentran las lombrices la cual se infiltra, corre y es recolectada en contenedores. El mismo que contiene los desechos de la lombriz como purines (Bandala, 2015).

Se caracterizan por una coloración negruzca o tono marrón; la tonalidad del color puede variar dependiendo de la concentración de agua, es un líquido denso, rico en elementos nutritivos y contiene microorganismos benéficos. Los lixivios han sido considerados, tradicionalmente, como un abono líquido orgánico, aunado a ello, están siendo utilizados para el control de plagas y enfermedades tanto en aspersión foliar como aplicado al sustrato, es decir, si se aplica de manera foliar reduce la actividad de insectos chupadores y crea un medio ideal para la proliferación de organismos benéficos, bacterias y hongos que impiden el

desarrollo de enfermedades por la gran abundancia y diversidad de microorganismos benéficos (Calzada, 2006).

Por lo que conduce de manera directa a la disminución de impactos ambientales y sociales generados, en especial, en el componente de disposición final, lo cual es competencia de la gestión y manejo ambiental (Uribe *et al.*, 2012).

### **1.3. Modo de acción de productos foliares en la planta**

La fertilización foliar es la nutrición a través de las hojas, se utiliza como un complemento a la aplicación de nutrientes al suelo; esta práctica es reportada en la literatura en 1844, aunque su uso se inicia desde la época Babilónica. Bajo este sistema de nutrición la hoja juega un papel importante en el aprovechamiento de los nutrimentos, algunos componentes de ésta participan en la absorción de los iones, corrige las deficiencias nutrimentales de las plantas, favorece el buen desarrollo de los cultivos y mejora el rendimiento y la calidad del producto (Trinidad y Aguilar, 2000).

La aplicación de productos foliares es una herramienta importante para el manejo sostenible y productivo de los cultivos. La optimización de los tratamientos foliares no es posible sin una sólida comprensión de los principios físicos, químicos, biológicos y ambientales que rigen tanto la absorción como la utilización de los nutrientes aplicados mediante aspersiones. Es una estrategia de nutrición de cultivos ampliamente utilizada y de creciente importancia a nivel mundial. Utilizándolos de manera adecuada, los productos foliares pueden ser más amigables con el medio ambiente por su acción inmediata y orientada al objetivo, ya que los nutrientes pueden ser aplicados directamente a los tejidos vegetales durante las etapas críticas del crecimiento de las plantas, son más eficaces que la nutrición al suelo, aunque a veces la respuesta de las plantas a estos tratamientos puede ser variable y muchos de los factores implicados en la eficacia de los productos foliares se desconocen a día de hoy (Fernández *et al.*, 2015).

La hoja tiene una función específica, ser la fábrica de los carbohidratos, pero por sus características anatómicas presenta condiciones ventajosas para una incorporación inmediata de los nutrimentos a los fotosintatos y la translocación de éstos a los lugares de la planta de mayor demanda. La hoja es el órgano de la planta más importante para el aprovechamiento de los nutrimentos aplicados por aspersión, sin embargo, parece ser, que un nutrimento también puede penetrar a través del tallo, si éste no presenta una suberización o lignificación muy fuerte; tal es el caso de las ramas jóvenes o el tallo de las plantas en las primeras etapas de desarrollo. Las partes más importantes de una hoja del haz al envés es la cutícula, epidermis superior, parénquima de empalizada, parénquima esponjoso, tejido vascular (integrado por células perimetrales, xilema, floema y fibras esclerenquimatosas), epidermis inferior y cutícula inferior. Las hojas no son órganos especializados para la absorción de los nutrimentos como lo son las raíces, sin embargo, los estudios han demostrado que los nutrimentos en solución sí son absorbidos (Trinidad y Aguilar, 2000).

De acuerdo con Fernández *et al.* (2015), a grandes rasgos los procesos mediante los cuales una solución de nutrientes que se aplica al follaje de un cultivo es asimilada por las plantas incluyen: contacto con la hoja y adsorción a la superficie de la misma, penetración cuticular/estomática/a través de otras estructuras epidérmicas, absorción celular y penetración en los compartimentos celulares metabólicamente activos en la hoja, y finalmente, en su caso, la translocación y la utilización de los nutrientes absorbidos por la planta.

El proceso de absorción de nutrimentos comienza con la aspersión de gotas muy finas sobre la superficie de la hoja de una solución acuosa que lleva un nutrimento o nutrimentos en cantidades convenientes; por último, los factores que influyen en la fertilización foliar pueden clasificarse en tres grupos: aquellos que corresponden a la planta, el ambiente y la formulación foliar. Dentro de los aspectos de la planta se analiza la función de la cutícula, los estomas y ectodesmos en la absorción foliar. En el ambiente: la temperatura, luz, humedad relativa y hora de aplicación.

En la formulación foliar se analiza el pH de la solución, surfactantes y adherentes, presencia de sustancias activadoras, concentración de la solución, nutrimentos y el ion acompañante en la aspersion.

#### **1.4. Nopal *Opuntia ficus indica***

*Opuntia* spp., popularmente conocido en México como nopal, es una planta que pertenece a las cactáceas, que por sus características, es idónea para el desarrollo de las zonas áridas y semiáridas. Presenta el metabolismo del ácido crasuláceo (MAC) es decir, las estomas captan el CO<sub>2</sub> que va a ser utilizado para la síntesis de carbohidratos durante la noche, así permite que la pérdida de agua sea menor debido a que ocurre en las horas más frescas del día. Por otra parte, gracias a su ecofisiología: reproducción asincrónica y adaptaciones estructurales (baja densidad estomatal y cutícula gruesa), la planta es capaz de sobrevivir largos periodos de sequía (Ballinas, 2015).

El género *Opuntia ficus indica* es la especie más común y es cultivada en distintas partes del planeta, se encuentra distribuido desde la provincia de Alberta, en Canadá, hasta la Patagonia en Argentina; se encuentra principalmente en las zonas desérticas del sur de Estados Unidos de América, de México y de América del Sur. El nopal tunero fue llevado por los colonizadores españoles a Europa y de ahí se introdujo a diferentes partes del mundo; ahora se le encuentra en condición cultivada y silvestre en España, Portugal, Italia, Chile, Estados Unidos de América, Brasil, Argentina, Israel, Sudáfrica, Argelia, Jordania, entre otros países (Granados y Castañeda, 2003), incluso es considerado como plaga en Australia. Mientras que en México es una cactácea con una gran importancia agronómica a nivel nacional, ya que existen 3 millones de hectáreas de nopal nativo y alrededor de 233,000 ha de nopal cultivado; de las cuales 150,000 ha son destinadas al consumo humano (como frutos) con una producción de 139,193 toneladas anuales (Aguirre *et al.*, 2011).



### **1.4.1 Usos del nopal**

La historia de México está íntimamente ligada al nopal, incluso es parte del escudo nacional; se encuentra presente en la alimentación del mexicano como el frijol y el maíz, y es tan simbólico como el tequila o el pulque. Se conocen múltiples aplicaciones en la medicina tradicional, y dentro de sus múltiples usos se incluye ser aditivo de pinturas, por sus propiedades como aglomerante.

De los usos más importantes que en los últimos años se ha atribuido al nopal, es como suplemento alimentario, para el control de la diabetes o como auxiliar en el control de peso.

El nopal es un alimento tradicional en la dieta del mexicano frecuentemente consumido como vegetal en ensaladas, y el fruto (tuna) es consumido como fruta fresca. La ingesta diaria por mexicano de este cactus es de 10 a 17 g/persona/día. El nopal deshidratado en polvo es una buena fuente de fibra dietética, tanto soluble como insoluble. La fibra soluble está compuesta por mucilagos, gomas, pectina y hemicelulosa. En contraste, la fibra insoluble está compuesta de celulosa, lignina y una mayor fracción de la hemicelulosa (Ballinas, 2015).

El uso del nopal también se ha extendido como forraje, es decir se emplea para alimentar al ganado, sobre todo en la parte norte de nuestro país donde las condiciones son semiáridas, dicho alimento cumple con la función de proveer fibra, que se traduce a energía digerible y por la cantidad de humedad que aporta.

De igual forma el nopal tiene funciones en la salud, puesto que, es la planta más comúnmente usada para el control de la glucosa, ya que tiene un alto contenido de fibra soluble y pectinas, que pueden afectar favorablemente la absorción de glucosa a nivel intestinal, por lo cual se le considera un hipoglucemiante. La parte medicinal son los cladodios tiernitos, a los cuales se les he retirado las espinas; estos son posteriormente lavados y cortados, para finalmente licuarlos con agua y consumirlos antes del desayuno. El resultado es una disminución de los niveles de glucosa postprandial (Ballinas, 2015). Existen también numerosos reportes sobre

la presencia de compuestos fenólicos en el nopal y sus frutos (tuna), que han mostrado tener capacidades antioxidantes, anticarcinogénicas y antivirales, entre otras propiedades. En especial del fruto (tuna), se conocen variedades con una gran diversidad de colores, debido a la presencia de carotenoides y polifenoles, que pueden tener un efecto positivo sobre la salud (Feungang *et al.*, 2006).

Existen empresas que se dedican a producir diversos productos procesados del nopal, tales como, mermeladas, licores, en escabeche, salmuera y aceite. Asimismo es fuente de obtención de celulosa y pectinas la cual es altamente utilizada como gelante y coagulante en varios alimentos, drogas y cosméticos, el mucilago, savia o baba de nopal tiene propiedades adherente, impermeabilizantes y floculantes (limpia el agua turbia) (Gallegos y Méndez, 2000).

*Opuntia spp* también se utiliza en programas de reforestación o conservación de suelo, por su capacidad de crecimiento, adaptabilidad y supervivencia en suelos pobres inapropiados para otros cultivos.

#### **1.4.2 Mucilago de nopal**

El mucilago es un compuesto de polisacáridos estructurales que se presenta tanto en los cladodios como en la piel y pulpa de la fruta, aunque en muy diversas proporciones. Es un carbohidrato complejo. Entre los monómeros contenidos en la cadena se encuentran: Larabinosa, D-galactosa, L-ramnosa, D-Xilosa y ácido galacturónico, la proporción de estos varía de acuerdo a diversos factores como variedad, edad, condiciones ambientales y estructura empleada para la extracción (Abraján, 2008).

La epidermis del nopal tiene dos capas, una de células verdes, llamada clorenquimia y otra capa interna que está formada por un cilindro de células blancas, conocida como parénquima, dentro de estos tejidos existen células mucilaginosas que almacenan mucílago. De acuerdo con el grado de madurez del nopal, se puede desarrollar aplicaciones como aditivos naturales para la industria alimentaria a partir de su mucílago; tales como: espesantes, reemplazantes de

grasas, estabilizadores de emulsiones, películas comestibles y recubrimientos para alargar la vida de anaquel y mejorar la calidad de alimentos frescos, congelados y procesados (Aguirre *et al.*, 2011).

Este mucílago constituye un hidrocoloide que podría integrar la oferta de una gran gama de agentes espesantes de amplio uso en la industria de alimentos y farmacéutica, además de que tiene una gran capacidad de absorción de agua (Abraján, 2008).

Una de las ventajas del mucílago es la de actuar como barrera ante la oxidación, ya que evita el contacto de las enzimas con el oxígeno ambiental, por lo que se extiende la vida de anaquel (Ornelas, 2011).

Diego Rivera y Javier Guerrero emplearon en su técnica, para elaborar los Urales de la Secretaría de Educación Pública, la baba de nopal lo que ha permitido que los murales se conserven mejor con el paso de los años. El mucílago de nopal de algunas especies es tan pegajoso que las personas de algunas comunidades lo emplean como pegamento. En México se ha utilizado con cal para aumentar sus propiedades adhesivas y mejora su repelencia al agua, se usa similar al uso del yeso en paredes de adobe y ladrillo como barrera al agua, esta característica permite su uso como impermeabilizante natural, el cual, el Centro de Educación Ambiental del municipio de Toluca ha promovido en las localidades del municipio por su bajo costo, uso eficiente y por ser de origen natural.

El uso del mucílago de nopal se encuentra en auge en la industria alimenticia, sobre todo en la conservación de frutas y verduras, de acuerdo con González (2011) los cambios que ocurren durante la maduración son, en parte, consecuencia de la respiración vegetal, la respiración es un aspecto del metabolismo basal de gran importancia para estudiar los fenómenos postcosecha. Las películas o recubrimientos comestibles se componen principalmente de hidrocoloides, lípidos, proteínas o la mezcla de ambos y su objetivo es proveer una barrera a la transferencia de masa y/o un medio para contener ingredientes

del alimento o aditivos como nutrientes, sabores, antimicrobianos y antioxidantes, además de mejorar el manejo del alimento.

Sumado a los usos del mucilago de nopal descritos anteriormente, Valdés *et al.*, (2015) realizó un estudio donde determinó que el mucilago de nopal aplicado directamente al suelo ayuda en su capacidad enzimática en suelos tanto arenosos como arcillosos. Como este estudio, existen más y van en aumento al descubrir las propiedades del mucilago, así como el presente trabajo en el que se utilizó como adherente en lixiviados de humus de lombriz para aplicar de manera foliar.

## **2.- MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.1 Ubicación del experimento**

El presente trabajo se estableció en el invernadero número tres de la Facultad de Ciencias Agrícolas campus el Cerrillo de la Universidad Autónoma del Estado de México, el cual consta de una cubierta de vidrio, mientras que el área externa del invernadero se estableció la producción de humus de lombriz para la extracción de los lixiviados.

La facultad se encuentra ubicada en el Cerrillo Piedras Blancas, 18 km al norte de la ciudad de Toluca, a 2600 m.s.n.m., geográficamente localizada a 19°26' de latitud norte y a 99°43' de longitud oeste. El clima predominante de la zona es Cw, templado con lluvias en verano, con una temperatura anual de 12.6°C, precipitaciones medias anuales de 878.4 mm y presencia de heladas (García, 1998).

### **2.2 Diseño experimental**

El diseño experimental que se propuso para el trabajo fue un diseño completamente aleatorizado, el cual contó con cuatro tratamientos, cuatro repeticiones y 10 plantas por tratamiento en cada repetición. El experimento consistió en 160 plantas en total, una vez sorteado los tratamientos y etiquetados las macetas se colocaron en 2 bancales. Los resultados se analizaron mediante un análisis de varianza y se expresaron en medias con su respectivo error estándar. Cuando existieron diferencias entre medias se aplicó la prueba de Tukey. Para realizar estos análisis se utilizó el paquete estadístico de SAS (2000).

### **2.3 Cultivo de Dalia**

#### **2.3.1 Adquisición de material vegetativo**

El material vegetativo empleado se adquirió en la empresa Plántulas de Tétela, S. de R. L. de C. V. situada en Cuernavaca, Morelos. Dicha empresa se eligió por la calidad en la que entrega el material vegetativo, libre de plagas y enfermedades,

germinada de manera orgánica y el tamaño uniforme de las plántulas. Se compró una charola de 200 cavidades de *Dalia x hybrida* con cuatro semanas de germinada.

### 2.3.2 Preparación de sustrato

La preparación de la mezcla se realizó de manera manual dentro del invernadero para rellenar las macetas de 8 pulgadas que se emplearon para el establecimiento del experimento. La elaboración fue volumen/volumen, donde las concentraciones fueron 30% de tierra de milpa obtenida en la Facultad de Ciencias Agrícolas, 30% de humus de lombriz producido en el área exterior del invernadero número tres, 30% de agrolita y 10% de cisco.

**Figura 1: Preparación de sustrato**



**Fuente:** Elaboración propia con base en el trabajo de campo, 20016.

### 2.3.3 Transplante

Cuando las plantas cumplieron cuatro semanas de germinadas y fueron entregadas se procedió al trasplante en macetas de 8" previamente etiquetadas, rellenas y a capacidad de campo. Dicha actividad se llevó a cabo el 29 de febrero del 2016, por la mañana, antes de que la temperatura se elevara dentro del invernadero para evitar menor estrés a las plántulas.

**Figura 2: Transplante de las plántulas de dalia**



**Fuente:** Elaboración propia con base en el trabajo de campo, 20016.

### 2.3.4 Riego

El sustrato fue monitoreado diario para ver las exigencias del recurso hídrico, las plantas se regaron cada tercer día de manera manual y directo a la base de estas con aproximadamente 350 ml de agua de acuerdo a la demanda de las Dalias.

### 2.3.5 Abonado

El experimento consistió en adicionar diferentes dosis de lixiviados de lombrihumus a las plantas cada semana, durante 16 semanas la aplicación se realizó de manera individual por medio de un atomizador; al tratamiento 1 (T1) se le aplicaron 15 ml, al tratamiento 2 (T2) 20 ml, tratamiento 3 (T3) 25 ml y el tratamiento 4 (T4) fue el tratamiento testigo y no se le aplicó nada. La primera aplicación se realizó a los 17 días de establecido el experimento para darle oportunidad a la plántula a adaptarse.

**Figura 3: Aplicación de lixiviados**



**Fuente:** Elaboración propia con base en el trabajo de campo, 20016.

Cabe mencionar que el lixiviado empleado fue producto de una cama anexa al invernadero donde se encuentran las lombrices, con una longitud de 4 m de largo por 1 m de ancho, a la cual se le agregó cada semana 4 carretillas de estiércol de caballo semicompostado y 300 L. de agua aproximadamente para alimentar a las lombrices y generar el lixiviado.

Una vez obtenido el lixiviado, se procedió a prepararlo para la correspondiente aplicación. La mezcla para generar 20 L. de lixiviado listo para su uso consistió en 6.25 L. de lixiviado, 12.5 L. de agua y 1.25 L. de mucilago de nopal como

adherente. Para elaborar el mucilago de nopal se necesitaron 6 raquetas de nopal sin espinas a los cuales se les elimino la capa superficial, para dejar al descubierto la capa parenquimatosa, se cortó en trozos pequeños y se dejó remojar durante 3 días en 6 litros de agua, pasado el tiempo se escurrió con ayuda de una manta de cielo y se colocó en un recipiente con 4 L. de agua por 5 días.

### 2.3.6 Cosecha

Como parte del proceso para la producción de raíces tuberosas de la dalia con fines gastronómicos, a los 120 días, el 28 de junio, se podó la parte aérea para darle oportunidad a la parte subterránea de desarrollarse, mientras que la parte aérea se dispuso para los análisis físicos correspondientes tales como medidas, peso fresco y seco; 68 días después las raíces tuberosas fueron recolectadas para proceder con la toma de datos y los análisis de laboratorio.

**Figura 4: Poda, secado de parte aérea y subterránea de la dalia**



Fuente: Elaboración propia con base en el trabajo de campo, 20016.

### 2.3.7 Manejo integral de plagas

A lo largo del trabajo experimental se presentaron poblaciones de mosquita blanca y trips, las cuales fueron controladas por medio de aplicaciones de agua jabonosa, de igual forma se colocaron de trampas de color amarillo y lila para mosquita blanca y trips respectivamente, la trampa color amarillo resultó ser atractiva para ambas plagas, sin embargo, la trampa color lila completo la función de las trampas. El método elegido corresponde a un manejo integral de plagas que consiste en controlar las plagas y evitar daños o pérdidas en el cultivo.



**Figura 5: Manejo integral de plagas**



Fuente: Elaboración propia con base en el trabajo de campo, 20016.

## **2.4 Toma de datos**

Desde el inicio del trabajo experimental se monitoreó la temperatura diaria del sustrato por la mañana. En cuanto a las variables evaluadas de la Dalia fueron días a floración, número de botones florales, longitud del tallo, número de hojas, número de ramas, peso fresco y seco tanto de la parte aérea como el área subterránea.

## **2.5 Análisis químico sustrato y lixiviados**

Los análisis se llevaron a cabo en el laboratorio de suelos del Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Fitomejoramiento (CIEAF) de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la UAEMex, y como referencia se utilizó el Instructivo para Análisis de Suelo editado por la UAEMex (2001), el cual fue modificado y adaptado por el M. en CARN Isaías Valencia Becerril para estos fines. Las variables determinadas tanto para el sustrato como para los lixiviados fueron el porcentaje de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, sodio, pH, conductividad eléctrica y capacidad de intercambio catiónico, aunado a ello se determinó el porcentaje de materia orgánica y carbono únicamente en el sustrato.

## **2.6 Análisis de las raíces tuberosas**

El análisis de las raíces tuberosas se dividieron en dos, físico donde se tomó tanto el peso fresco como el seco para determinar biomasa subterránea, y

bromatológico, es decir, se determinó el contenido nutricional de las raíces tuberosas, los parámetros evaluados fueron el porcentaje de proteína, grasa, fibra, carbohidratos, calorías, azúcar, fierro, calcio, magnesio, sodio y potasio. El análisis físico se realizó en el invernadero donde se estableció el experimento, mientras que las variables restantes, los análisis bromatológicos, se realizaron en el laboratorio de agua del Instituto Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal del Estado de México (ICAMEX), de acuerdo a la metodología que se trabaja en el laboratorio.

**Figura 6: Determinación de proteína, fibra y grasa**



**Fuente:** Elaboración propia con base en el trabajo de campo, 20016.

## 2.7 Análisis estadístico

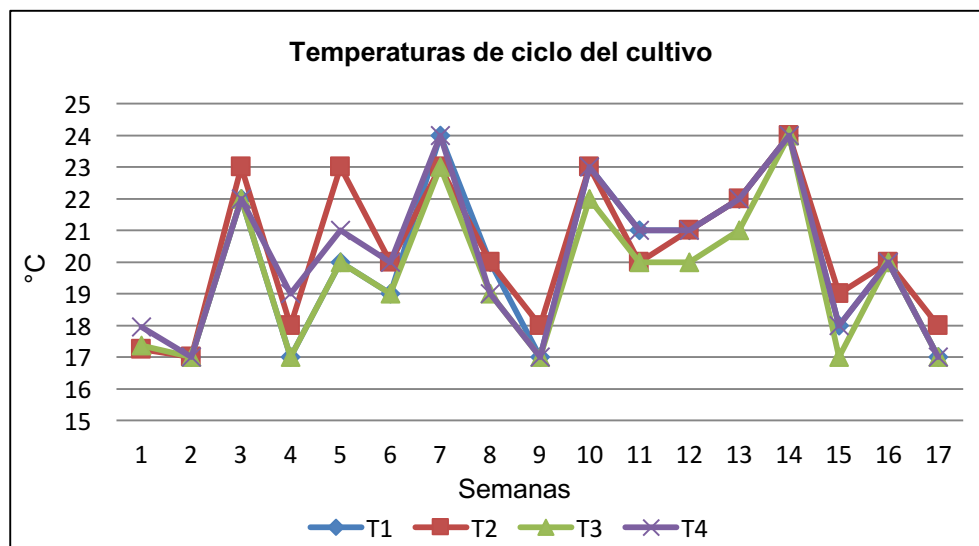
Los datos de las variables evaluadas se procesaron en el programa SAS (Sistema de Análisis estadístico, versión 9.0) y se obtuvieron los resultados del análisis de varianza para cada variable. A dichas variables con diferencia significativa se les aplicó la prueba de Tukey.

### 3.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 Promedio de temperatura

Durante las 17 semanas que duró el experimento se tomó la temperatura diaria de manera aleatoria al sustrato de los cuatro tratamientos. En la figura 7 se presentan los promedios semanales, cabe señalar que la temperatura se tomó por la mañana. De acuerdo con la guía para cultivo de dalia elaborado por Plántulas de Tétela (2014) el rango óptimo para su desarrollo es de 15 a 26°C, puede tolerar de 10° hasta 32°C, este último punto no fue necesario considerar, a pesar de las variaciones de temperatura que se presentaron sobre todo en la semana 2, 4, 9 y 15, se presentó una temperatura de 17 a 24°C, el cual oscila dentro del rango óptimo para el desarrollo de la Dalia.

Figura 7: Promedio de temperaturas semanales



Fuente: Elaboración propia con base en el trabajo de campo, 2016.

#### 3.2 Calidad química del sustrato y del lixiviado

El uso de sustratos en contenedores presenta ventajas sobre el cultivo tradicional en suelo, debido a que las características fisicoquímicas del sustrato utilizado, tales como la disponibilidad de nutrientes y condiciones de aireación y retención

de agua, pueden ser controladas para mejorar el rendimiento y calidad de los cultivos (Vázquez *et al.*, 2014).

El sustrato ideal no existe, de acuerdo con Pastor (1999), el sustrato adecuado dependerá del caso en concreto que se vaya a trabajar, es decir, germinar, enraizar o de crecimiento, así como del material vegetal que se vaya a ocupar, su variedad y edad. Sin embargo, debe existir un equilibrio en las características físicas, químicas y biológicas de éste bajo la regla de oro de "retención de agua-aireación". Dicho lo anterior, se determinaron las características químicas del sustrato empleado en el laboratorio de suelos del Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Fitomejoramiento (CIEAF) de acuerdo con la metodología del Instructivo para Análisis de Suelo editado por la UAEMex (2001) el cual fue modificado y adaptado por el M. en CARN Isaías Valencia Becerril para dichos fines.

Las características químicas que se determinaron fueron contenido de nutrimentos, capacidad de intercambio catiónico (CIC), conductividad eléctrica (CE), pH, relación C/N y materia orgánica. En el cuadro 1 se muestra el contenido de nutrientes presentes en el sustrato, donde se puede observar que el sustrato al adicionarle 30% de lombrihumus enriqueció notablemente el contenido de nutrientes esenciales para el óptimo desarrollo de las plantas.

**Cuadro 1: Contenido de nutrientes totales del sustrato**

N	P	K	CO	Ca	Mg	Na
0.505	1336.5	143.94	1.70	81.3	40.4	9.87

N=Nitrógeno; P=Fósforo; K=Potasio; CO=Carbón orgánico; Ca=Calcio; Mg=Magnesio; Na=Sodio

**Fuente:** Elaboración propia con base a análisis de laboratorio, 2016.

En el cuadro 2 se presentan el resto de los resultados químicos, de acuerdo con Martínez (2014), el pH del sustrato debe encontrarse en el rango de 5.8 a 6.2, el pH del sustrato resultó de 6.8 ligeramente elevado al óptimo, sin embargo, se encuentra en la categoría de ácido. Por otro lado, la relación C/N se utiliza como indicador del origen, grado de madurez y la estabilidad de la materia orgánica

(2.9%), de acuerdo a esta característica el sustrato se encuentra maduro y estable (Borges *et al.*, 2016). La capacidad de intercambio catiónico (CIC) es la capacidad de un sustrato de absorber e intercambiar iones entre los coloides cargados negativa y positivamente en el medio, el cual se relaciona con la disponibilidad de los nutrientes (Burés, 1997), su valor óptimo dependerá de la fertirrigación si es permanente el valor de CIC no tiene efecto; si es intermitente el valor debe ser medio o alto ( $>20 \text{ meq } 100\text{g}^{-1}$ ) (Abad *et al.*, 2004). La conductividad eléctrica (CE) se determina por la cantidad de iones, una concentración alta ocasionará potencial hídrico bajo el cual puede causar pérdida de agua por la planta, por eso el contenido debe tener contenido bajo en sales ( $\leq 2 \text{ dS m}^{-1}$ ) (Boudin *et al.*, 2002), y como podemos observar tenemos alta cantidad de sales en el sustrato empleado.

**Cuadro 2: Análisis químico del sustrato**

pH	MO	C/N	CIC	CE
6.8	2.9	3.4	35.9	6.64

pH= Potencial de Hidrógeno; MO=Materia Orgánica; C/N=Relación Carbono-Nitrogéno; CIC= Capacidad de Intercambio Catiónico; CE=Conductividad Eléctrica.

**Fuente:** Elaboración propia con base a análisis de laboratorio, 2016.

Acorde con Jiménez (2015), la dalia es una planta rústica que el exceso de fertilización nitrogenada debilita los tallos, desarrolla mucho las hojas y perjudica la conservación de las flores. El fósforo y el potasio dan rigidez al tallo, acentúan en el color de la flor y activan la madurez de los tubérculos. El potasio vigoriza las extremidades y reanima la formación de reserva en los tubérculos. Se ha comprobado también que el sulfato de magnesio tiene particular incidencia en la floración.

**Cuadro 3: Contenido de nutrientes totales del lixiviado**

N	P	K	Ca	Mg	Na
0.025	7857.7	997.5	44.55	113.8	93.3

N=Nitrógeno; P=Fósforo; K=Potasio; Ca=Calcio; Mg=Magnesio; Na=Sodio

**Fuente:** Elaboración propia con base a análisis de laboratorio, 2016.

Los niveles de nutrientes contenidos en el lixiviado de humus de lombriz mezclado, es decir, con la adición de agua y mucilago de nopal, que se aplicó de manera foliar a las dalias se presentan en el Cuadro 3, dónde el porcentaje de nitrógeno es de 0.025, que se contrapone al contenido de fósforo 7857.7 ppm que representa una alta concentración de este nutriente, seguido por el potasio con 997.5 ppm complementan los nutrientes a los que tuvo acceso el cultivo. Con respecto al calcio y magnesio los niveles resultaron bajos de acuerdo con los resultados presentado por Bandala (2015) y el contenido de sodio es ligeramente alto.

Normalmente en los informes científicos sobre fertilización foliar no se hace referencia al pH de la solución nutritiva aplicada al follaje, una omisión crítica, dado que es una de las características químicas más importantes en los productos foliares por tener influencia en la absorción del elemento en la hoja. El pH presente es básico lo que podría tener problemas para la penetración de los nutrientes con carga negativa al dejar la cutícula cargada negativamente (Fernández *et al.*, 2015).

**Cuadro 4: Análisis químico del lixiviado**

pH	CE
9.4	1.98

pH= Potencial de Hidrógeno;  
CE=Conductividad Eléctrica.

**Fuente:** Elaboración propia con base a análisis de laboratorio, 2016.

### **3.3 Días a floración**

Para esta variable se consideró la apertura total del botón floral y el día en el que sucedió este hecho, el cual fue a los 42 días después del trasplante en el tratamiento dos (T2R2), la flor fue de color amarillo sencilla con un diámetro de 4 cm de acuerdo a Martínez (2014) la floración macetas de 7" comienza a las 8 o 10 semanas, en este caso se adelantó y ello se refleja en el tamaño de su flor. A los 46 días el tratamiento 1 (T1R2) comenzó la floración con una flor color rojo intenso con 6.5 cm de diámetro de tipo decorativa. En el tratamiento 3 (T3R3) se alcanzó

a los 47 días con un diámetro de 7 cm de color naranja de forma doble. El último tratamiento en iniciar floración fue el testigo (T4R1) con una flor amarilla de 4.5 cm de diámetro de tipo decorativa. Conforme el tiempo fue pasado el tamaño de las flores fue aumentando presentado diferentes formas y colores.

**Figura 8: Flor de Dalia**



**Fuente:** Elaboración propia con base en el trabajo de campo, 20016.

### **3.3 Análisis Estadístico de la Dalia**

En el siguiente cuadro (Cuadro 5), se observa el resultado de los análisis de varianza y la prueba de comparación de medias, evaluados mediante el programa estadísticos SAS, cabe señalar que las variables evaluadas tales como número de hojas, número de ramas, longitud del tallo, número de flores y botones, así como la biomasa aérea y subterránea, responden a los objetivos particulares, para determinar la eficiencia del lixiviado así como identificar la concentración de lixiviado que mejora la producción. Sin embargo, únicamente se obtuvieron diferencias significativas en el número de ramas, en T1 con un promedio de 17.90 ramas por plantas, mientras que el testigo (T4) fue el que obtuvo menor número de ramas con 10.65 en promedio.

**Cuadro 5: Análisis estadístico de la Dalia**

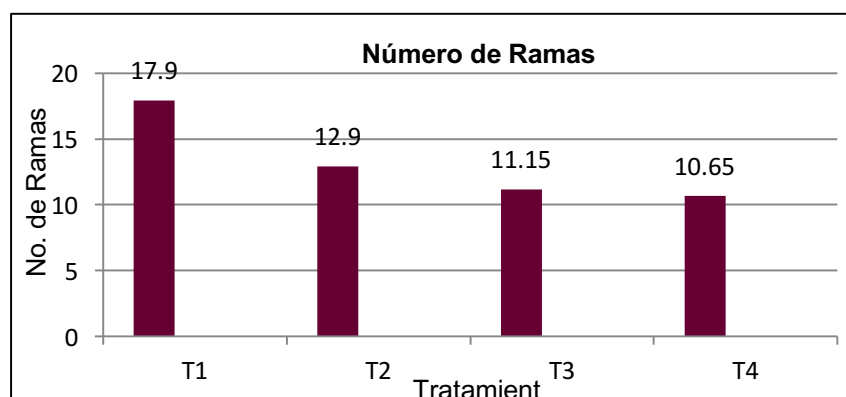
	NH	NR	LT	NFB	WF	WS	BioA
Tratamiento							
1	114.10 a	17.90 a	49.80 a	10.20 a	73.50 a	8.37 a	65.13 a
2	113.55 a	12.90 b	49.55 a	8.0 a	70.50 a	8.36 a	62.14 a
3	113.20 a	11.15 b	48.45 a	7.15 a	68.60 a	8.09 a	60.51 a
4	110.75 a	10.65 b	45.85 a	6.15 a	63.75 a	7.84 a	55.91 a
Trat	0.03 ns	10.05***	8.87 ns	2.48 ns	0.77 ns	0.36 ns	0.80 ns
CV	32.61	35.50	17.90	62.18	30.14	23.01	31.69
Error	76	76	76	76	76	76	76

NH=Número de hojas; NR=Número de ramas; LT=Longitud del tallo; NF=Número de flores y botones; WF=Peso fresco; WS=Peso seco; BioA=Biomasa aérea; CV=Coefficiente de variación; 1=15 ml; 2=20 ml; 3=25 ml; 4=0 ml.

**Fuente:** Elaboración propia con base a trabajo de campo y análisis estadísticos, 2016.

En la figura 9, se muestra el número de ramas totales en las plantas de dalia que se contabilizaron por tratamiento. El T1 se le aplicó 15 ml de lixiviado semanalmente, las plantas de este tratamiento se caracterizaron por desarrollar mayor número de ramas, las cuales fueron disminuyendo conforme aumentó la concentración de lixiviado; el tratamiento 2 el cual se le aplicó 20 ml de lixiviado presenta un promedio de 12.9 ramas, mientras que el T3 (con 25 ml de lixiviado) 11.15 y por último el testigo (T4) con 10.65. A pesar de que el T1 obtuvo mayor número de ramas, no se encontraron diferencias significativas en las variables evaluadas restantes, inclusive en la biomasa aérea.

**Figura 9: Número de ramas totales por tratamiento**



**Fuente:** Elaboración propia con base a trabajo de campo y análisis estadísticos, 2016.



En cuanto a la biomasa subterránea, tampoco se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, de acuerdo con Serapio (2013) las raíces requieren de los carbohidratos generados en las hojas en la fotosíntesis, en tanto que la parte aérea requiere de nutrientes y agua captados por las raíces, por lo cual dependen uno de la otra, y en el caso específico de este experimento se proporcionaron las mismas condiciones a cada uno de los tratamientos con la adición de diferentes dosis de lixiviado de humus de lombriz, sin embargo, la variación de este no generó diferencia significativas en los tratamientos en ninguna de las variables evaluadas.

**Cuadro 6: Análisis estadístico de la raíz tuberosa de la Dalia**

	WF	WS	BioS
Tratamiento			
1	29.46 a	5.26 a	25.57 a
2	26.38 a	6.19 a	22.79 a
3	25.22 a	3.80 a	19.95 a
4	21.57 a	3.59 a	19.46 a

WF=Peso fresco; WS=Peso seco; BioS=Biomasa subterránea; 1=15 ml; 2=20 ml; 3=25 ml; 4=0 ml.

**Fuente:** Elaboración propia con base a trabajo de campo y análisis estadísticos, 2016.

### 3.4 Análisis Bromatológico de las raíces tuberosas

Los análisis que integran este apartado se realizaron con la finalidad de conocer el contenido nutricional de la raíz tuberosa de la dalia, ya que el propósito es el uso con fines gastronómicos. Los análisis se realizaron en el laboratorio de aguas del Instituto Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal del Estado de México (ICAMEX) siguiendo la metodología ya establecida.

En el cuadro 7, se muestran los resultados de los análisis bromatológicos, las variables evaluadas fueron 12 y no se inclinan por algún tratamiento en especial. Una de las variables evaluadas determinó que la raíz tuberosa de la dalia no aporta sodio, mientras que la proteína es mayor en el T3 con 6.55, puesto que a este tratamiento se le adicionó 25 ml de lixiviado de humus de lombriz el cual contenía 0.025% de nitrógeno, mientras que el sustrato adicionalmente contenía

0.505%, cabe señalar que el nitrógeno es de los elementos que absorbe la planta en mayor cantidad. En cuanto al contenido de grasas el T2 es el que tiene mayor aporte con 0.85%, seguido por el testigo (T4) con 0.83%, de igual forma en el contenido de fibra el testigo obtuvo el mejor resultado al aportar 4.76%, seguido por el T3 con 4.6%.

En cuanto a los carbohidratos se refiere, el contenido es muy variable entre tratamientos el máximo lo tiene el T2 con 86.26%, mientras que el más bajo lo tiene el T3 con 80.92%, para el caso de los calorías se repite, el máximo contenido lo tiene el T2 con 371.49 kcal/100g y el T3 356.45 kcal/100g. El testigo (T4) aporta mayor contenido de azúcar con 65.34%, seguido por el T2 (62.66%), T1 (59.11%) y finalmente T3 (57.46%).

Aunado a ello se determinó el porcentaje de fierro, calcio, magnesio y potasio donde el resultado fue variable en cada parámetro como se muestra en el cuadro 7, a excepción del magnesio donde T1, T2 y T3 obtuvieron 0.15% y el testigo (T4) aporta 0.27%, y el caso del calcio el T1 y T4 no aportan, mientras que T2 y T3 tan sólo aportarán el 0.03%.

**Cuadro 7: Análisis bromatológicos de la raíz tuberosa de la Dalia**

Parámetros	T1	T2	T3	T4
Proteína%	5.34	4.7	6.55	4.9
Grasas%	0.7	0.85	0.73	0.83
Fibra%	4.35	3.72	4.6	4.76
Carbohidratos%	82.69	86.26	80.92	83.65
Calorías kcal/100g	358.42	371.49	356.45	361.67
Azúcar%	59.11	62.66	57.46	65.34
Fierro %	2.08	1.97	2.23	2.12
Calcio %	0	0.03	0.03	0
Magnesio %	0.15	0.15	0.15	0.27
Sodio %	0	0	0	0
Potasio %	2.23	1.8	2.19	1.95

**Fuente:** Elaboración propia con base a análisis de laboratorio del ICAMEX, 2016.

#### **4.- CONCLUSIONES**

La aplicación de lixiviados de humus de lombriz de manera foliar empleando mucilago de nopal como adherente es una alternativa viable para la producción de dalia orgánica con fines gastronómicos. Se puede emplear en la dosis mínima manipulada en el presente trabajo de investigación, 15 ml semanalmente, puesto que no se encontraron diferencias significativas en el empleo de mayores dosis de lixiviado.

El T1 destacó entre los tratamientos con una diferencia significativa en el número de ramas (17.90), cabe señalar que fue en la única variable en la que se encontraron diferencias significativas, sin embargo, en el número de flores y botones así como en el peso fresco de la raíz tuberosa obtuvo mejores resultados con 10.20 y 29.46 gr en promedio por planta respectivamente. Estas últimas variables son de relevancia puesto que es la parte de la dalia a consumir.

Los niveles de nutrientes encontrados en las muestras de la raíz tuberosa, manifiestan un aporte importante de fibra, minerales, azúcar y grasa, el consumo brinda beneficios a la salud con la prevención de enfermedades crónicas degenerativas por sus propiedades medicinales antes mencionadas y su contenido nutricional brinda la opción de ser incluido en la dieta diaria de los consumidores, que gracias a sus características físicas permiten ser manipuladas y empleadas en diversidad de platillos.

El cultivo de la dalia se considera rústico, no es muy exigente en cuanto a condiciones edafoclimáticas y nutrientes, al aportar los nutrientes necesarios, así como un sustrato de calidad que permita el buen drenaje con moderada retención de humedad y una temperatura idónea, entre 15 a 26°C, se asegura una óptima producción.

## **5.- RECOMENDACIONES**

Es recomendable el uso de abonos orgánicos en la preparación del sustrato en cualquiera de sus modalidades, ya sea lombrihumus, composta, abonos fermentados o harinas de rocas, pues sus propiedades sugieren una mejor producción puesto que no altera las propiedades físicas y químicas del suelo, brindan una reserva nutrimental al suelo y la cosecha no representa riesgos a la salud y la producción es abundante, como se demostró con el uso de lombrihumus.

Se recomienda el uso de abonos foliares para complementar la nutrición del cultivo, ya que permite una rápida absorción y translocación de los nutrientes a donde la planta lo necesita. En este sentido se aconseja el uso de mucilago de nopal como adherente para facilitar dicha tarea.

Se sugiere la aplicación de lixiviados de humus de lombriz con mucilago de nopal como adherente en la producción de dalia con fines gastronómicos, en una dosis de 15 a 20 ml. Estadísticamente obtuvo mejores resultados la aplicación semanal de 15 ml, sin embargo, de acuerdo a lo observado en campo la aplicación de 20 ml acelera el proceso de floración y las plantas son visiblemente más estéticas.

De igual forma, para la producción de dalia con fines gastronómicos se sugiere emplear variedades de flor de corte, que permiten una mejor cosecha de raíz tuberosa con mayor tamaño y peso. Los resultados presentados responden a una variedad para maceta que por naturaleza son pequeñas y como resultado las raíces tuberosas fueron pequeñas en comparación del tamaño que pueden alcanzar con la variedad correcta.

## Literatura Citada

- Abad B., M., P. Noguera M., y C. B. Carrión. 2004. Los sustratos en los cultivos sin suelo. In: Urrestarazu, M. G. (ed). Tratado de Cultivo sin Suelo. Mundi-Prensa. Madrid, España. pp: 113-158.
- Abraján Villaseñor M. A. 2008. Efecto del método de extracción en las características químicas y físicas del mucílago del nopal (*Opuntia ficus-indica*) y estudio de su aplicación como recubrimiento comestible (Tesis doctoral). Universidad Politécnica de Valencia. Valencia.
- Acosta Bautista E. 1999. Estudio preliminar sobre caracterización y germinación de semillas de *Dahlia rudis* Sor. a temperaturas bajas (Tesis de Licenciatura). Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, México.
- Agrios G. N. 2005. Plant Pathology. Quinta edición. Academic Press. New York. P. 803.
- Aguirre Cárdenas M. García Delgado P. González González R. Jofre Garfias A. L. Legorreta Siañez A. V. y Buenrostro Zagal J. F. 2011. Desarrollo y evaluación de una película comestible obtenida del mucílago del nopal (*Opuntia ficus indica*) utilizada para reducir la tasa de respiración de nopal verdura. VIII Congreso Iberoamericano de Ingeniería de Alimentos. Lima, Perú. 1-5. pp.
- Arenas Julio Y. R. Delgado Martínez R, Morales Rosales E. J. Laguna Cerda A. Franco Mora O. Urbina Sánchez E. 2011. Rendimiento de raíces tuberosas de *Dahlia variabilis* Wild (Desf) bajo diferentes prácticas de manejo agronómico. OYTON. 80: 107-112.
- Asociación Mexicana de la Dalia o Acocoxochitl, A.C. 2013. La dalia y sus propiedades integrales. Disponible en: [http://daliaoacocoxochitl.com.mx/blog\\_30344\\_La-dalia-y-sus-propiedades-integrales-.html](http://daliaoacocoxochitl.com.mx/blog_30344_La-dalia-y-sus-propiedades-integrales-.html). Fecha de consulta: Septiembre, 2016.
- Ballinas Casarrubias M. de L. Torres Ponce R. L. Morales Corral D. Nevárez Moorillón G. V. 2015. El nopal: planta del semidesierto con aplicaciones en farmacia, alimentos

y nutrición animal. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, num. Junio-Agosto, pp. 1129-1142.

Bandala Acosta I. 2015. Evaluación de la diferente dosis de aplicación de lixiviado de humus de lombriz adicionando mucilago de nopal como adherente en el cultivo de *Lavandula angustifolia* Var. Lady dol (Tesis de pregrado). Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México.

Baudoin, W., A. Nisen, M. Grafiadellis, H. Verlodt, R. Jiménez, O. De Villele, y A. Monteiro, 2002. El cultivo protegido en el clima mediterráneo. Medios y Técnicas de Producción. Suelo y Sustratos. FAO. Roma. pp: 143-182.

Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana. 2014. Atlas de la medicina tradicional mexicana (Dalia). Universidad Nacional Autónoma de México. Disponible en: <http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/monografia.php?l=3&t&id=7386>. Fecha de consulta: Septiembre, 2016.

Borges Gómez L. Villanueva Couoh E. Gayosso Rodríguez S. Estrada Botello M. A. Garruña Hernández R. 2016. Sustratos para producción de flores. Agrociencia, num. Julio-Agosto, pp. 617-631.

Burés, S. 1997. Sustratos. Agrotécnicas S. L. Madrid, España. 340 p.

Butler D. M. Ranells N. M. Franklin D. H. Poore M. H. y Green J. T. 2007. Ground cover impacts on nitrogen export from matured riparian pasture. Journal of Environmental Quality. 36: 155-162.

Bye R. y Linares. 2008. La Dalia, flor nacional de México. CONABIO. Biodiversitas 76: 13-15.

Calzada Pérez W. Rodríguez Núñez Y. 2006. Influencia del humus de lombriz foliar sobre el cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) y el comportamiento de la

planta ante el ataque de plagas y enfermedades. Fitosanidad, num. Septiembre, pp. 247.

Castaños C. M. 2009. Manual agroecológico para productores y extensionistas rurales. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Estado de México. Pp. 640.

Espinosa Flores A. Mejía Muñoz J. M. Colinas León M. T. Rodríguez Elizalde M. A. Urbanczyk Pyc A.E. Beltrán Bernal M. A. 2009. Catálogo nacional de especies y variedades comerciales de plantas y flores producidas en México. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. 350 pp.

Fernández V. Sotiropoulos T. Brown P. 2015. Fertilización Foliar; principios científicos y práctica de campo. IFA. Paris, Francia.

Feugang J. M. Konarski P. Zou D. Stintzing F. C. y Zou C. 2006. Nutritional and medicinal use of cactus pear (*Opuntia spp.*) cladodes and fruits. Front. Biosci. 11:2574-2589.

Gallegos Vázquez C. y Méndez Gallegos. 2000. La tuna. Criterios y técnicas para su producción comercial. Texcoco Estado de México.

García E. 1998. Carta de climas de la república mexicana. México. Comisión nacional para el estudio de la biodiversidad.

Garzón Solís C. 2007. Desarrollo fenológico de la dalia campanulata (*Dahlia campanulata* Saar) una nueva especie para la horticultura ornamental (Tesis de pregrado). Universidad Autónoma Chapingo, Bermejillo, Durango.

Gómez Piedras J. J. Ramírez Castañeda F. Flórez Roncancio V. 2011. Evaluación del fertilizante orgánico líquido de lombriz San Rafael en el cultivo de *Rosa cv. Classy*. Revista Facultad Nacional de Agronomía - Medellín, num. Julio, pp. 6147-6157.

Granados Sánchez D. y Castañeda Pérez A. D. 2003. El nopal. Historia, fisiología, genética e importancia frutícola. Editorial Trillas. México, D. F. 227 p.

- Jiménez Mariña L. 2015. "El cultivo de la dalia". Cultivos Tropicales, num. enero-marzo, pp. 107-115.
- Jiménez Ruíz E. F. 2014. Desarrollo de un metodología para elaborar miel a base de raíces tuberosas de tres especies de Dalia (*Dhalia spp.*) (Tesis de pregrado). Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, México.
- Lara Cortés E. Osorio Díaz P. Jiménez Aparicio A. Bautista Baños S. 2013. Contenido nutricional, propiedades funcionales y conservación de flores comestibles. Revisión. Archivos Latinoamericanos De Nutrición, Órgano Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición. Vol. 63 num. 3.
- Laguna C. A. y Archundia G. E. 2004. Evaluación de la productividad de raíces tuberosas de dalia para la obtención de inulina. Coloquio de Investigación, Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México, 58 p.
- López M. de L. 1991. Cultivo de Dalia (*Dahlia spp.*). Pp. 6-27.
- López Martínez J. D. Díaz Estrada E. Martínez Rubin E. y Valdez Cepeda R. 2001. Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento de maíz. Terra. 19: 293-299.
- Loza Murguía M. Sainz H. Mamani F. Gabriel P. 2011. Efecto de la Lombriz Roja Californiana (*Eisenia foetida*) durante el composteo y vermicomposteo en predios de la Estación Experimental de la Unidad Académica Campesina Carmen Pampa. Journal of the Selva Andina Research Society, num. . pp. 24-39.
- Martínez Martínez F. 2014. Guía para el cultivo de dalia. Plántulas de Tetela.
- Mejía Muñoz. J. M. Espinosa F. A. MERA. O. L. Laguna C.A. Bye Boettler R. y Treviño De Castro G. 2007. Propagación de dalia en México. Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas. Tlalnepantla, Estado de México, México.



- Mejía Muñoz J. M. Reyes Santiago J. Treviño de Castro G. Flores Espinosa C. Espinosa Flores A. Sosa Montes E. Cervantes Martínez T. Cetina Alcalá V. M. Tress Villaraux L. Cuadrielo Aguilar J. I. Solís Magallanes A. Rodríguez M. Martínez L. De la Peña García C. Rodríguez Elizalde M. A. Sánchez Fuentes A. D. Castro Gurria O. A. Granada Carreto L. 2011. La dalia nuestra flor nacional, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México. 150 pp.
- Mendoza Castelán G. 2015. La inulina de la dalia *Dahlia sp*( y otras plantas medicinales. XIV Congreso nacional y VII internacional de horticultura ornamental. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México.
- Mera O. L. y Bye Boettler R. 2006. La Dahlia una belleza originaria de México. Revista Digital Universitaria, DGSCA-UNAM, México. 5: 1-11.
- Ornelas Nuñez J. L. 2011. Mejoramiento del método de extracción del mucilago de nopal *Opuntia ficus indica* y evaluación de sus propiedades de viscosidad (Tesis de pregrado). Morelia, Michoacán.
- Pastor Sáez J. N. 1999. Utilización de sustratos en viveros. Terra Latinoamericana, num. julio-septiembre, pp. 231-235.
- Pérez Losada M. Domínguez J. 2010. *Eisenia fetida* (savigny, 1826) y *Eisenia andrei* Bouché, 1972 son dos especies diferentes de lombrices de tierra. Acta Zoológica Mexicana (nueva serie), num. pp. 321-331.
- Sañudo Torres R. R. Félix Herrán J. A. Martínez Ruiz R. Rojo Martínez G. E. Olalde Portugal V. 2008. Importancia de los abonos orgánicos. Ra Ximhai, num. enero-abril, pp. 57-67.
- Sharad B. Avinash B. Bohra A. 2011. Screening of *Dahlia pinnata* for its antimicrobial activity. Journal of research in Biology. 1: 51-55.

- Serapio D. 2013. Evaluación del crecimiento y desarrollo de plántulas de Violeta Imperial (*Cyclamen persicum* Miller) en diferentes proporciones de bokashi y composta (Tesis de pregrado). Universidad Autónoma de México. México.
- Serrato Cuevas R. Landeros Flore V. 2001. Instructivo para análisis de suelos, CIEAF. Universidad Autónoma del estado de México.
- Tejada de Hernández I. 1985. Manual de laboratorio para análisis de ingredientes utilizados en la alimentación animal. Patronato de Apoyo a la Investigación y Experimentación Pecuaria en México.
- Terry Alfonso E. y Ramos Agüero D. 2014. Generalidades de los abonos orgánicos: importancia del bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. Cultivos Tropicales, num. Octubre-Diciembre, pp. 52-59.
- Treviño De Castro G. Mera O. L. M. Bye. Boettler. R, Mejía, M. J .M. y Laguna, C.A. 2007. Historia de dalia (*Acocoxóchitl*), la flor nacional de México. Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas. Tlalnepantla, Estado de México, México.
- Trinidad Santos A. y Diana Aguilar M. 2000. Fertilización foliar, un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México.
- Uribe S. Jesús K. y Uribe M. 2012. Evaluación de lixiviados de compostas y vermicompostas de residuos agropecuarios como mecanismos de fertilización y control de enfermedades en cultivos tropicales. Universidad Politécnica de Tabasco.
- Valdés Velarde E. Quintero Lizaola R. García Favela B. Rojas Acosta M. Muñoz Bojorges J. C. Pérez Nieto J. 2015. Comportamiento de la actividad enzimática del suelo al aplicar mucílago de nopal (*Opuntia spp.*). Terra Latinoamericana, num. . pp. 161-167.

- Valdés Velázquez A. I., 2010. Regeneración in vitro de *Dahlia brevis* Sorensen y *Dahlia tenuicaulis* Sorensen, especies endémicas de México. Universidad Nacional Autónoma de México. 203 pp.
- Vázquez-Benítez N. Villegas-Torres O. Acosta-Durán C. Vence L. B. Acosta-Peñaloza D. 2014. "Vermicomposta como componente de sustrato en el cultivo de *Ageratum houstonianum* Mill. y *Petunia hybrida* E.Vilm. en contenedor". Bioagro, num. Mayo-Agosto, pp. 107-114.
- Vidalie H. 2001. Producción de flores y plantas ornamentales. Ed. Mundi Prensa, México, 269 p.
- Vilches León E. E. Díaz Álvarez M. E. Mulet del Pozo Y. 2008. Determinación de algunas propiedades físico-mecánicas, químicas y biológicas del humus de lombriz en condiciones de la vaquería de la finca Guayabal, San José de las Lajas, La Habana, Cuba. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, num. Octubre-diciembre. pp. 27-30.
- Villalba D. K. Holguín V. A. Acuña, J. A. y Varón R. P. Calidad bromatológica y organoléptica de ensilajes de residuos orgánicos del sistema de producción cafémusáceas. Revista Colombiana de Ciencia Animal, 2011, vol. 4, no. 1, pp. 48-49.