

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**  
**UNIDAD LAGUNA**  
**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



**Micorrizas y vermicompost como biofertilizantes en la respuesta del Girasol  
(*Helianthus annuus* L.), con fines de corte ornamental, en campo.**

Por

**LUCÍA GONZÁLEZ MARROQUÍN**

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA  
OBTENER EL TÍTULO DE

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

TORREÓN, COAHUILA

DICIEMBRE DE 2019

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**  
**UNIDAD LAGUNA**  
**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

**Micorrizas y vermicompost como biofertilizantes en la respuesta del Girasol  
(*Helianthus annus* L.), con fines de corte ornamental, en campo.**

Por

**LUCÍA GONZÁLEZ MARROQUÍN**

TESIS

Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito  
parcial para obtener el título de

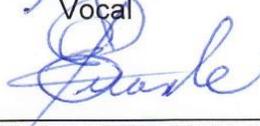
**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

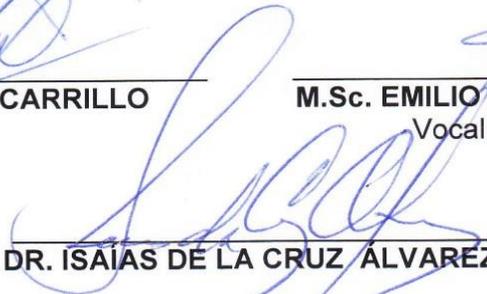
Aprobada por

  
\_\_\_\_\_  
**DR. LUCIO LEOS ESCOBEDO**  
Presidente

  
\_\_\_\_\_  
**DR. ESTEBAN FAVELA CHÁVEZ**  
Vocal

  
\_\_\_\_\_  
**DR. MARIO GARCÍA CARRILLO**  
Vocal

  
\_\_\_\_\_  
**M.Sc. EMILIO DUARTE AYALA**  
Vocal Suplente

  
\_\_\_\_\_  
**DR. ISAÍAS DE LA CRUZ ALVAREZ**

Coordinador Interino de la División de Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA



DICIEMBRE DE 2019

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

**Micorrizas y vermicompost como biofertilizantes en la respuesta del Girasol  
(*Helianthus annuus* L.), con fines de corte ornamental, en campo.**

Por

**LUCÍA GONZÁLEZ MARROQUÍN**

TESIS

**Que se somete a la consideración del Comité de Asesoría como requisito  
parcial para obtener el título de**

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

Aprobada por

**DR. LUCIO LEOS ESCOBEDO**  
Asesor Principal

**DR. ESTEBAN FAVELA CHÁVEZ**  
Coasesor

**DR. MARIO GARCÍA CARRILLO**  
Coasesor

**DR. ISAÍAS DE LA CRUZ ÁLVAREZ**

Coordinador Interino de la División de Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA



DICIEMBRE DE 2019

## AGRADECIMIENTOS

Primeramente a *Dios* por darme la vida y darme muchas fuerzas de seguir adelante, a pesar de todas las adversidades que se me presentaron para llegar aquí al cumplimiento de uno de mis sueños, por guiar mis pasos y cuidar de mí, por darme una familia maravillosa y por todas las bendiciones que me ha regalado.

### **A La Virgen de Guadalupe**

Porque tu amor y compañía de madre siempre estuvo conmigo, eres grande porque nunca abandonas a tus hijos cuando te necesitamos, gracias de igual manera por tu bendición.

### **A mi “Alma Terra Mater”**

Por recibirme en su seno, darme la oportunidad y brindarme las facilidades para mi superación personal y profesional.

A mi familia *González y Marroquín*

*A cada uno de todos los miembros que conforman mi familia les agradezco por todo lo que hemos compartido nuestras alegrías, nuestras tristezas, gracias por sus consejos, por el ánimo que me han dado para seguir luchando por mis sueños, por la confianza que me han brindado, por su cariño, su amor, su comprensión por siempre hacerme saber que siempre puedo contar con ustedes los amo familia.*

A mi comité de asesores: **Dr. Lucio Leos Escobedo, Dr. Esteban Favela Chávez, Dr. Mario García Carrillo, M. Sc. Emilio Duarte Ayala**, gracias por su disposición, por compartirme sus conocimientos, sus consejos y por haberme brindado su tiempo para la revisión de este proyecto de Tesis.

Agradezco infinitamente al **Dr. Lucio Leos Escobedo**, asesor de tesis por su apoyo incondicional para la realización de este trabajo, por sus conocimientos que me compartió, por sus consejos, su confianza y sobre todo por su amistad, Dios lo bendiga grandemente.

## **A mis profesores**

A todos aquellos que me impartieron clases durante mi formación personal y profesional, por sus enseñanzas, por compartir sus experiencias vividas, por sus consejos.

**Ing. Juan de Dios Ruiz:** Por haberme dado ánimos de seguir adelante, por sus consejos, por compartir sus conocimientos gracias.

## *A la generación 2013-2017 de Horticultura.*

*A todos mis compañeros de generación por brindarme su amistad y ese gran espíritu de compañerismo en los momentos difíciles a lo largo de mi formación profesional.*

## **A mis compañeros y amigos**

Zayda Luz Tornez, Lety Garibay, Dulce, Adriana, Paulina, Brenda, Isaías, Omar, David, José Ávila, Lauren corona, Gracias por todas sus palabras de aliento, por sus consejos, por todos los momentos compartidos, por las atenciones brindadas hacia mí, los aprecio mucho Dios los bendiga siempre.

*“En dos palabras puedo resumir cuanto he aprendido acerca de la vida: Sigue adelante”*

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo con profundo amor y respeto a las personas que han inculcado en mi valor para lograr mis metas en la vida.

A Dios, por su infinita bondad, por darme la oportunidad de vivir y por permitirme llegar a cumplir con este proyecto de tesis.

Con mucho cariño principalmente a mis padres *Flva Sofia Marroquin Hernández* y *Armin González González*, que me dieron la vida. Gracias por todo papá y mamá por darme una carrera para mi futuro, por creer en mí han sido la base fundamental de mi vida me han sabido guiar, levantarme y sostenerme sin el camino importar, me han enseñado que todo lo que me proponga lo puedo lograr con un poco de esfuerzo nada es imposible sin importar el tiempo y el espacio. Los amo con todo mi corazón y este trabajo que me llevo un año hacerlo es para ustedes, es lo que ustedes me brindaron, solamente les estoy devolviendo lo que me dieron en un principio, Dios me los bendiga grandemente Papás.

### **A mis hermanos**

*Emmanuel González Marroquin:* A quien dedico este logro con mucho cariño, gracias por creer en mí, por tu apoyo moral y económico, por todos tus consejos, por tus palabras de aliento que me han impulsado a seguir adelante, por tu cariño, comprensión, por tu amistad, gracias por ser como eres conmigo hermano te quiero mucho.

*Alonso González Marroquin:* Dedico este logro con cariño, ya que tú has estado conmigo desde que decidiste estudiar en la misma casa de estudios, gracias por todos los momentos de convivencia, por tus consejos, por todo tu apoyo, por tu amistad por todo lo que me has brindado te quiero mucho hermanito.

A mi amado hijo *Jesús Obed*, por ser mi fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada día más y así poder luchar para que la vida nos depare un futuro mejor.

A ti Tío *Pablo Marroquin Hernández:* Por motivarme a que me superara, tú has sido nuestro ejemplo a seguir Ing. Gracias por tus consejos, por tu apoyo económico, moral, por tu humildad y sencillez te quiero.

**Y sin dejar atrás a toda mi familia por confiar en mí, mis abuelitos, tíos y primos gracias por ser parte de mi vida y por permitirme ser parte de su orgullo los adoro.**

A todos aquellos que a lo largo de mi carrera significaron un aporte para mi formación.

“Solo tú, construyes tu propio camino”

## RESÚMEN

El girasol es un cultivo importante en el mundo por su alto valor como planta oleaginosa, forraje y además como planta ornamental. La semilla de girasol en nuestro país es utilizada principalmente para la extracción de aceites utilizados en el consumo humano. El uso con fin ornamental puede ser como planta en maceta o como flor de corte en campo. El trabajo de investigación se estableció en un terreno cultivable cercano al área de invernaderos en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, durante el ciclo primavera verano del año 2017. La siembra se realizó el nueve de mayo del año 2017. Los tratamientos de estudio fueron cuatro (T1= Testigo absoluto, T2= Micorrizas, T3= Micorrizas + Vermicompost, T4= Vermicompost) con cuatro repeticiones cada uno bajo un diseño experimental de bloques completos al azar. La aplicación de micorrizas en dos aplicaciones a los 25 y 39 días después de la siembra. El vermicompost aplicado al suelo a los 25 días después de la germinación. Las variables evaluadas en campo fueron la altura de planta (AP), el diámetro del tallo (DT), el diámetro del capítulo (DC), la vida de florero (VF), el peso fresco de biomasa (PFB) y el peso seco de biomasa (PSB). En la etapa del laboratorio se evaluó la cuantificación de esporas de hongos micorrizicos y el porcentaje de micorrización de raíz. En los resultados para la altura de la planta y el diámetro del tallo, el Tratamiento 2 (Micorrizas) fue el mejor. En el diámetro de capítulo, el Tratamiento 1 (Testigo). En la vida de florero, mejor el Tratamiento 4 (Vermicompost) y en la biomasa de raíz, mejor el Tratamiento 2 (Micorrizas). En la biomasa de tallo, no se encontró significancia estadística pero el Tratamiento 2 (Micorrizas) presentó el valor medio más alto. Para la biomasa de hojas nuevamente mejor el Tratamiento 2 (Micorrizas). En la biomasa de la flor, mejor el Tratamiento 3 (Micorrizas + Vermicompost). Para la biomasa total, nuevamente mejor el Tratamiento 2 (Micorrizas). En la micorrización para hifas y vesículas fúngicas, mejor el Tratamiento 3 (Micorrizas + Vermicomposta). En la cantidad de esporas y arbusculos en la raíz, mejor el Tratamiento 2 (Micorrizas). Evaluar la respuesta de las micorrizas y el vermicompost como biofertilizantes en plantas de girasol con fines de corte ornamental fue el objetivo de este trabajo.

Palabras clave: HMA, Abono orgánico de lombriz, Girasol, Manejo orgánico

## INDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIA.....	iii
RESÚMEN.....	iv
INDICE DE CUADROS.....	viii
INDICE DE FIGURAS.....	ix
I. INTRODUCCION.....	1
<b>1.1. OBJETIVO</b> .....	3
<b>1.2. HIPOTESIS</b> .....	3
II. REVISION DE LITERATURA.....	4
<b>2.1. Importancia del cultivo</b> .....	4
<b>2.2 Importancia mundial</b> .....	4
<b>2.3. Importancia nacional</b> .....	4
<b>2.4. Origen del Girasol</b> .....	5
<b>2.5. Característica de Girasol</b> .....	6
<b>2.6. Taxonomía del Girasol</b> .....	7
<b>2.7. Descripción morfológica</b> .....	7
<b>2.7.1. Raiz</b> .....	7
<b>2.7.2. Tallo</b> .....	8
<b>2.7.3. Hojas</b> .....	9
<b>2.7.4. Inflorescencia</b> .....	9
<b>2.7.5. Tipos de flores</b> .....	10
<b>2.7.5.1 Flores liguladas</b> .....	10
<b>2.7.5.2. Flores tubulares</b> .....	10
<b>2.8. Flor de corte</b> .....	11
<b>2.9. Preparación del terreno</b> .....	11
<b>2.10. Semilla</b> .....	12
<b>2.11. Germinación</b> .....	12
<b>2.12. Ciclo del cultivo</b> .....	12
<b>2.13. Cosecha</b> .....	12
<b>2.14. Requerimientos edafoclimáticos</b> .....	13
<b>2.14.1. Temperatura</b> .....	13
<b>2.14.2. Suelo</b> .....	14
<b>2.14.3. pH del suelo</b> .....	14
<b>3.15. Riegos al cultivo</b> .....	14
<b>2.16. Principales plagas del cultivo</b> .....	15
<b>2.17. Importancia de los biofertilizantes</b> .....	15
<b>2.18. Vermicompost</b> .....	16
<b>2.18.1 Características físicas y químicas del Vermicompost</b> .....	16

2.18.2. Beneficios de la Vermicompost .....	17
2.19. Micorrizas.....	18
2.19.1. Esporas.....	20
2.19.2. Vesículas.....	20
2.19.3. Hifas .....	20
2.19.4. Arbúsculos.....	21
III.MATERIALES Y METODOS .....	22
3.1. Localización del área de estudio.....	22
3.2. Localización del sitio de estudio.....	22
3.3. Localización del sitio experimental.....	23
3.4. Clima de la región.....	24
3.5. Preparación del terreno.....	24
3.5.1. Formación de camas .....	24
3.5.2. Colocación de cintilla para riego.....	25
3.6. Material genético.....	25
3.7. Germinación de plantas.....	25
3.8. Descripción de tratamientos de estudio .....	26
3.9. Diseño experimental.....	26
3.10. Aplicación de inoculo micorrízico.....	26
3.11. Aplicación de Vermicompost.....	27
3.12. Riegos al cultivo .....	28
3.13. Control de plagas.....	28
3.14. Control de enfermedades.....	29
3.15. Cosecha de la flor de corte.....	29
3.16. Variables evaluadas.....	30
3.17. Etapa de campo .....	30
3.17.1. Altura de planta.....	30
3.17.2. Diámetro del tallo.....	31
3.17.3. Diámetro del capítulo floral.....	31
3.17.4. Vida de florero.....	31
3.17.5. Peso Fresco de Biomasa (PFB) .....	32
3.17.6. Peso Seco de Biomasa (PSB) .....	33
3.18. Etapa de laboratorio.....	34
3.18.1. Obtención de muestra del terreno de cultivo .....	34
3.18.2. Extracción de esporas de HM .....	34
3.18.3. Identificación de esporas de HM .....	35
3.18.4. Porcentaje de micorrización en la raíz.....	36
3.19. Análisis estadístico .....	37
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	38

<b>4.1. Altura de la planta final</b> .....	38
<b>4.2. Diámetro del capítulo floral</b> .....	39
<b>4.3. Diámetro del tallo</b> .....	40
<b>4.4. Vida de florero</b> .....	41
<b>4.5. Biomasa de raíz</b> .....	42
<b>4.6. Biomasa de tallo</b> .....	43
<b>4.7. Biomasa de hojas</b> .....	44
<b>4.8. Biomasa de flor</b> .....	45
<b>4.9. Biomasa total</b> .....	46
<b>4.10. Hifas fúngicas</b> .....	47
<b>4.11. Vesículas fúngicas</b> .....	48
<b>4.12. Esporas fúngicas</b> .....	49
<b>4.13. Arbúsculos fúngicos</b> .....	50
V. CONCLUSIONES .....	52
VI.REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	53
ANEXOS .....	58

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Descripción de los tratamientos de estudio del presente trabajo de investigación. UAAAN UL, 2018.....	26
--	----

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Producción de Girasol a nivel nacional durante el periodo 2002-2007 (SIAP, 2010). .....	5
<b>Figura 2.</b> Localización de la región de la Comarca Lagunera en los estados de Coahuila y Durango. UAAAN UL, 2018. ....	22
<b>Figura 3.</b> Localización de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna en el municipio de Torreón, Coahuila. UAAAN UL, 2018. ....	23
<b>Figura 4.</b> Localización del sitio experimental en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna Torreón, Coahuila. UAAAN UL, 2018. ....	23
<b>Figura 5.</b> Siembra directa de las semillas de Girasol ( <i>Heliantus annuus</i> L.). UAAAN UL, 2018. ....	25
<b>Figura 6.</b> Aplicación de inoculo micorrízico a las plantas de Girasol ( <i>Heliantus annuus</i> L.). UAAAN UL, 2018. ....	27
<b>Figura 7.</b> Aplicación de Vermicompost a los 25 días después de la germinación de las plantas de Girasol ( <i>Heliantus annuus</i> L.). UAAAN UL, 2018. ....	28
<b>Figura 8.</b> Primer riego de auxilio después de la siembra Girasol ( <i>Heliantus annuus</i> L.). UAAAN UL, 2018. ....	28
<b>Figura 9.</b> Aplicación de producto químico Danapyr para el control de plagas en las plantas de Girasol ( <i>Heliantus annuus</i> L.). UAAAN UL, 2018. ....	29
<b>Figura 10.</b> Apertura del capítulo floral del 25% Ideal para la cosecha de Girasol ( <i>Heliantus annuus</i> L.). UAAAN UL, 2018. ....	30
<b>Figura 11.</b> Medición de la altura de las plantas de Girasol ( <i>Heliantus annuus</i> L.). UAAAN UL, 2018. ....	31
<b>Figura 12.</b> Evaluación de vida de florero de Girasol ( <i>Heliantus annuus</i> L.) en ambiente controlado. UAAAN UL, 2018. ....	32
<b>Figura 13.</b> Obtención de peso fresco en las plantas de Girasol ( <i>Heliantus annuus</i> L.) en laboratorio. UAAAN UL, 2018. ....	33
<b>Figura 14.</b> Obtención de Peso seco en las plantas de Girasol ( <i>Heliantus annuus</i> L.) en laboratorio. UAAAN UL, 2018. ....	33
<b>Figura 15.</b> Características de identificación de las esporas encontradas en la muestra de suelo. UAAAN UL, 2018. ....	35

<b>Figura 16.</b> Procedimiento realizado para la obtención del porcentaje de micorrización en la raíz. UAAAN UL, 2018.....	37
<b>Figura 17.</b> Respuesta de la variable altura de la planta final en el cultivo del Girasol ( <i>Heliantus annuus L.</i> ),con fines de corte, en los cuatro tratamientos de estudio. UAAAN UL, 2018. ....	38
<b>Figura 18.</b> Respuesta de la variable, diámetro de la flor en el cultivo del Girasol ( <i>Heliantus annuus L.</i> ), con fines de corte, en los cuatro tratamientos de estudio. UAAAN UL, 2018. ....	40
<b>Figura 19.</b> Respuesta de la variable, diámetro del tallo en el cultivo del Girasol con fines de corte, en los cuatro tratamientos de estudio. UAAAN UL, 2018. ....	41
<b>Figura 20.</b> Respuesta de la variable, vida de florero en el cultivo del Girasol ( <i>Heliantus annuus L.</i> ), con fines de corte, en los cuatro tratamientos de estudio. UAAAN UL, 2018. ....	42
<b>Figura 21</b> Respuesta de la variable, biomasa de raíz en el cultivo del Girasol ( <i>Heliantus annuus L.</i> ), con fines de corte, en los cuatro tratamientos de estudio. UAAAN UL, 2018.	
<b>Figura 22.</b> Respuesta de la variable, biomasa de tallo en el cultivo del Girasol ( <i>Heliantus annuus L.</i> ), con fines de corte, en los cuatro tratamientos de estudio. UAAAN UL, 2018. ....	44
<b>Figura 23.</b> Respuesta de la variable biomasa de hojas en el cultivo del Girasol ( <i>Heliantus annuus L.</i> ), con fines de corte, en los cuatro tratamientos de estudio. UAAAN UL, 2018. ....	45
<b>Figura 24.</b> Respuesta de la variable, biomasa de flor en el cultivo del Girasol ( <i>Heliantus annuus L.</i> ), con fines de corte, en los cuatro tratamientos de estudio. UAAAN UL, 2018. ....	46
<b>Figura 25.</b> Respuesta de la variable, biomasa de total en el cultivo del Girasol ( <i>Heliantus annuus L.</i> ), con fines de corte, en los cuatro tratamientos de estudio. UAAAN UL, 2018. ....	47
<b>Figura 26.</b> Hifas fúngicas en el cultivo del Girasol ( <i>Heliantus annuus L.</i> ), con fines de corte, en los cuatro tratamientos de estudio. UAAAN UL, 2018. ....	48
<b>Figura 27.</b> Vesículas fúngicas en el cultivo del Girasol ( <i>Heliantus annuus L.</i> ), con fines de corte, en los cuatro tratamientos de estudio. UAAAN UL, 2018. ....	49

**Figura 28.** Esporas en el cultivo del Girasol con fines de corte, en los cuatro tratamientos de estudio. UAAAN UL, 2018. ....50

**Figura 29.** Arbúsculos en el cultivo del Girasol con fines de corte, en los cuatro tratamientos de estudio. UAAAN UL, 2018. ....51



## I. INTRODUCCION

México, es un país que dispone de una gran diversidad de climas y microclimas favorables para la producción agrícola, entre las que podemos mencionar el cultivo de las plantas ornamentales, esto debido a las condiciones antes mencionadas que imperan en el país y dentro de estas especies podemos citar la planta de girasol (*Helianthus annus* L.), quien presenta un gran potencial para ser explotado, aunque esta especie es más conocida por la producción de aceite contenida en sus semillas considerada como una oleaginosa (Morales *et al.*, 2007).

Presenta ventajas determinantes en algunos países productores como flor de corte, entre ellos Colombia y Ecuador principalmente, debido a la gran diversidad de microclimas que poseen, lo que permite producir flor, durante la mayor parte del año. En los últimos años el estado de Coahuila, ha incursionado en la producción de flores, cultivando bajo condiciones de invernadero que constituye un método rentable pero costoso (Zúñiga *et al.*, 2003).

En la actualidad, el girasol, se cultiva principalmente como planta industrial para la producción de aceites. Si bien en los últimos años se ha observado un aumento en su uso como flor de corte, sobre todo en grandes ámbitos de la decoración como escenarios, escaparates, mesas, entre otros. Es ya muy común el mayor uso de girasoles artificiales en su mayoría de tela y plástico encontrando con ello una menor presencia de la flor natural. También es cultivada como planta ornamental en maceta, aunque para ello se utilizan cultivares enanos (De Aguilar 2001).

La interpretación del término biofertilizante es muy amplia, representando desde los microorganismos, los abonos verdes y los estiércoles hasta extractos de plantas. Los productos antes descritos contienen microorganismos los que al tener condiciones favorables, estos podan vivir asociados o en simbiosis con las plantas de cultivo ayudando en la nutrición y protección de las mismas (Vessey 2003).

El vermicompost o lombricompost, producto resultado de la excreción de la lombriz, en el que la composición y la calidad de la misma, está en función del valor nutrimental de lo que consume dicho organismo. (Quintero *et al.*, 2000). Este material orgánico representa una alternativa como un biofertilizante para un mejor desarrollo en las plantas y jardines (Ancona 2006).

El material en mención además es empleado en la agricultura y su contenido de nutrientes es más balanceado y eficiente respecto a los abonos verdes, estiércoles procesados de forma natural, lodos, residuos de cosechas (Aguirre *et al.*, 2007).

La micorriza, es una asociación mutualista universal entre los hongos benéficos del suelo y las plantas vasculares, esenciales para mejorar la condición de la planta y la calidad del suelo. Estos hongos, favorecen la resistencia de las comunidades vegetales frente a condiciones ambientales con deterioro además de las nutricionales y las de sequía (Barea *et al.*, 2011).

Se sabe que los hongos micorrizicos arbusculares son de gran importancia debido a su alta capacidad para influir en el crecimiento, el rendimiento y la calidad de los cultivos mediante una eficiente adquisición de nutrientes en suelos pocos fértiles (Khalafallah y Abo-Ghalia, 2008; Roy-Bolduc y Hijri, 2011).

## **1.1. OBJETIVO**

Evaluar la respuesta de las micorrizas y el vermicompost como biofertilizante en el girasol con fines de corte.

## **1.2. HIPOTESIS**

Ho= Las micorrizas y el vermicompost como biofertilizantes presentaran respuesta en el tamaño de la flor con fines ornamentales de las plantas de girasol.

Ha= Las micorrizas y el vermicompost como biofertilizantes no presentaran respuesta en el tamaño de la flor con fines ornamentales de las plantas de girasol.

## II. REVISION DE LITERATURA

### 2.1. Importancia del cultivo

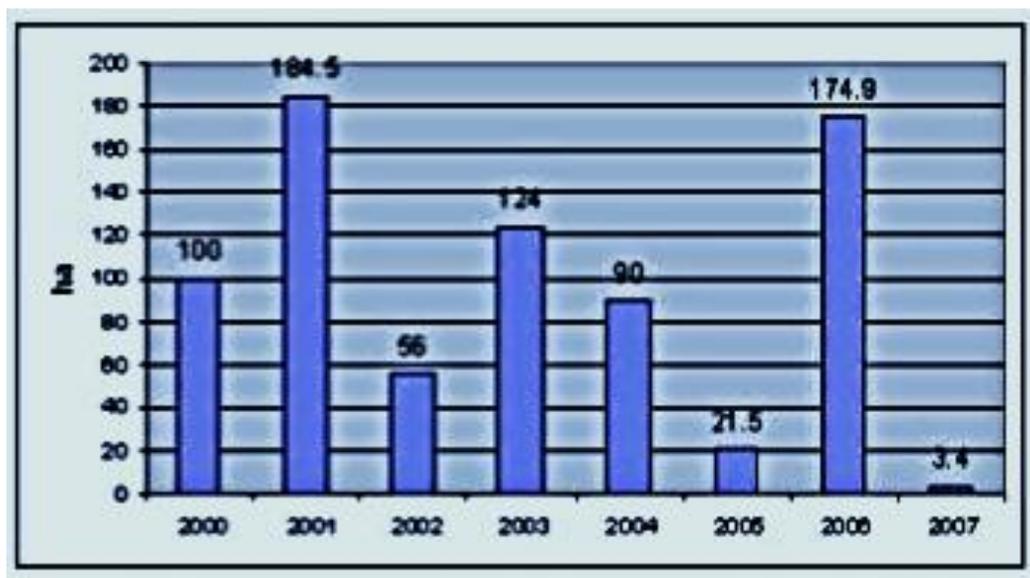
El girasol es un cultivo importante en el mundo por su alto valor como planta oleaginosa, forraje y en parte como planta ornamental. En nuestro país habría que añadir que la semilla de girasol es utilizada para consumo humano. Sus atractivas inflorescencias y hojas permiten que sea considerada una planta con interés ornamental. Su uso ornamental puede ser como planta en maceta o como flor de corte (Concilco 2004).

### 2.2 Importancia mundial

Los principales países productores de girasol en orden de importancia son principalmente Rusia, Ucrania, Argentina, India, China, Rumania y Estados Unidos. En conjunto, estos países suman el 72 por ciento del total de la producción mundial de girasol, pero destaca Rusia, el que aporta el 23 por ciento de la producción respecto a esta oleaginosa. En los últimos años, se ha registrado una disminución de la producción mundial con una tasa de crecimiento negativa del 8.8 por ciento (Colina 2003).

### 2.3. Importancia nacional

Los estados con mayor superficie cosechada en el cultivo de girasol en el país son Morelos, Nayarit, Baja California Sur, Baja California Norte, Campeche y Coahuila. Sin embargo, cabe mencionar que este cultivo ha disminuido en los últimos años la superficie a establecer (**Figura 1.**), ya que existen casos de estados como Tamaulipas y Sonora, donde tradicionalmente se cultivaba y en donde ya no se registraron datos de su cosecha (Colina 2003).



**Figura 1.** Producción de Girasol a nivel nacional durante el periodo 2002-2007 (SIAP, 2010).

#### 2.4. Origen del Girasol

El origen del girasol se remonta a 3,000 años a.C. en el norte de México y en el oeste de los Estados Unidos, ya que fue cultivado por las tribus indígenas de Nuevo México y Arizona. El girasol es considerado uno de los principales productos agrícolas empleados en la alimentación por muchas comunidades americanas antes del descubrimiento. La semilla de girasol fue introducida en España por los colonizadores y después se extendió al resto de Europa. El girasol fue cultivado durante más de dos siglos en España y en el resto de Europa por su valor ornamental, debido al porte y sobre todo a la belleza de sus inflorescencias. Fue durante el siglo XIX, cuando comenzó la explotación industrial de su aceite destinada a la alimentación (Infoagro 2014).

México, como país presenta ventajas determinadas sobre algunos países productores de flor de corte, como Colombia y Ecuador, debido principalmente a la diversidad de microclimas que posee, lo que permite producir flor durante la mayor parte del año. En los últimos años Coahuila ha incursado en la producción de flores, cultivando bajo condiciones de invernadero y que constituye un método rentable pero costoso (Zúñiga *et al.*, 2003)

Desde el año 1500, esta flor exótica fue llevada a Europa Occidental donde su uso fue como elemento ornamental y en ocasiones como medicinal. El girasol llegó a ser un cultivo muy común en el siglo XVIII en Rusia y la mayor parte de este esfuerzo se debió a Pedro el Grande, Zar de Rusia, entre 1689 y 1725. En esta época el uso de la planta fue ornamental y fue en el año 1769, según datos históricos, en que se utilizó para la producción de aceite. A finales del siglo XX, las semillas de girasol de origen ruso regresan a Estados Unidos (Schneiter 1997). Al poco tiempo en que se había introducido la planta, se cultivaban en los Jardines Reales Botánicos de Madrid (Cormenzana 2001).

## **2.5. Característica de Girasol**

Es una planta anual, con tallos casi siempre simples o poco ramificados en la parte superior, las hojas son alternas pecioladas, las flores son simples de gran tamaño de color amarillo azufre, crema o naranja, con una disco central negro (Hernández 2001).

## 2.6. Taxonomía del Girasol

Según Villar (2014), describe la siguiente clasificación botánica:

**Reino:** Plantae

**División:** Magnoliophyta

**Clase:** Liliopsida

**Subclase:** Asteridae

**Orden:** Asterales

**Familia:** Asterácea

**Género:** *Helianthus*

**Especie:** *Annuus* L.

**Nombre científico:** *Helianthus annuus* L.

El nombre científico del género *Helianthus*, así como los que le dan nombre a la planta, alude a la forma y aspecto de la inflorescencia o capitulo donde nacen las flores y que se presenta como una corona en la planta. Así, el termino griego “Helios”, significa “sol”, y “Anthos”, “flor”. El nombre de la especie (*annuus*) alude a la característica de anualidad del ciclo vegetativo-reproductivo de la planta (Hernández 2001).

## 2.7. Descripción morfológica

### 2.7.1. Raiz

Las raíces son el órgano oficial de absorción de agua y nutrimentos desde el suelo hasta las hojas. Además es considerado el órgano que durante millones de años se adaptó y evolucionó biológica, física, química y fisiológicamente para absorber agua y nutrimentos. Cuenta con todos los sistemas enzimáticos, estructuras físicas y coordinación con los sistemas de transporte para realizar su

misión. Un sistema radical abundante, vigoroso y sano que permite una eficiente absorción (Ramón 2001).

El sistema radicular, ha sido objeto de numerosos estudios que han puesto de manifiesto la gran capacidad de adaptación del mismo a los recursos hídricos de los distintos niveles del suelo. Al inicio del desarrollo, la raíz principal crece de manera más rápida con respecto a la parte aérea de la planta. Durante el estado cotiledonal, presenta un crecimiento de 4-8 cm, de largo con un promedio de 6 a 10 raicillas, mientras que durante la fase de desarrollo llega a obtener una longitud de 50 a 70 cm, llegando a un máximo de crecimiento en la floración. Normalmente la longitud de la raíz principal sobrepasa la altura del tallo en el girasol de semilla (Robles 1985).

### **2.7.2. Tallo**

El tallo es erecto, vigoroso y cilíndrico. La superficie exterior es rugosa, asurca y vellosa, aunque en su parte basal la vellosidad es escasa o falta totalmente. En la mayoría de los casos el tallo es recto solamente en la madurez se inclina en la parte terminal, bajo el peso del capítulo. No obstante, existe una gran variabilidad en cuanto a la inclinación del tallo, dada por el grado de desarrollo de sus tejidos mecánicos (Viorel 1977).

Presenta una consistencia semileñosa y maciza en su interior, siendo cilíndrico y con un diámetro de 2.0 a 6.0 cm y una altura hasta el capítulo de 0.40 a 2.0 m. La parte exterior del tallo es rugosa, asurcada y vellosa; excepto en su base (Bueno *et al.*, 2002).

### **2.7.3. Hojas**

Las hojas son alternas, grandes, trinervadas, largamente pecioladas, de formas variables, acuminadas, dentadas y de áspera vellosoidad en ambas caras. La forma cambia en función de su posición en el tallo. Las primeras hojas que se forman (son las cotiledonales), estas son carnosas y ovaladas con un tamaño de dos a tres cm. El primer par de hojas verdaderas que se forma inmediatamente después de las cotiledonales, se caracterizan por un desarrollo más fuerte del limbo foliar, en comparación con el peciolo, teniendo en la mayoría de los casos una forma romboidal o algunas veces levemente lanceolada. El borde del primer par de hojas es entero, raras veces levemente aserrado. (Viorel 1997).

Éstas son alternas, pecioladas, grandes, trinervadas, acuminadas, dentadas y de áspera vellosoidad tanto en el haz como en el envés. El número de hojas varía entre 12 y 40 según las condiciones de cultivo y la variedad. Las hojas miden entre 7 y 20 cm de largo, con un ancho de 4 a 20 cm de ancho, con el ápice acuminado y bordes aserrados (Bueno *et al.*, 2002).

### **2.7.4. Inflorescencia**

Es una cabezuela o capítulo rodeado de un grupo de brácteas de color verde. Flores de la periferia unisexuales pistiladas, corola ligulada de color amarillo o naranja que van de tres a seis cm de largo. Las flores del disco son bisexuales con corolas tubulares de 8.0 mm de largo y de color amarillo además presenta el cáliz modificado en una estructura bracteode que persiste en la semilla (Bueno *et al.*, 2002).

La floración se produce principalmente en los meses de verano. Esta planta tan peculiar debe su nombre al hecho de que mueve su gran inflorescencia siguiendo el movimiento solar, de forma que al amanecer la orienta hacia el este y continúa girando a medida que avanza el día, hasta quedar orientada hacia el poniente; así, los rayos solares inciden perpendicularmente sobre ella. Las inflorescencias son muy grandes, lo que en ciertas ocasiones permite que el tallo se incline por su propio peso. A su alrededor se encuentran unas lígulas alargadas de color amarillo y la recolección se efectúa cuando las semillas están maduras (Leszczyńska 1993).

## **2.7.5. Tipos de flores**

### **2.7.5.1 Flores liguladas**

Las flores liguladas, se encuentran en el verticilo o anillo exterior del capítulo, están formadas normalmente por una o dos filas de flores liguladas estériles, el color de estas lígulas suele ser amarillo dorado, amarillo claro o amarillo anaranjado, las lígulas son lanceoladas, con una función de exhibición y atracción visual para los insectos polinizadores (Melgares 2010).

### **2.7.5.2. Flores tubulares**

Melgares (2010), señala que las flores tubulares están situadas en el interior del capítulo, son las flores propiamente dichas ya que contienen los órganos reproductores, éstas son sésiles, hermafroditas y de cada flor se obtendrá una semilla. Forman círculos espirales desde el centro hasta el anillo de flores liguladas que lo rodea. En la mayoría de los cultivares para flor de corte, suelen ser híbridos F1, las flores tubulares son estériles, no forman polen, tampoco producen semilla.

## **2.8. Flor de corte**

El girasol, como girasol con fines de corte, se ha sumado a la lista comercial de flores como un cultivo popular y confiable, su vida de florero está determinado por la senescencia de sus hojas más que por la flor, ya que estas teniendo a secarse y decolorarse de tres a cinco días de la cosecha (Concilco 2004).

La finalidad como flor de corte es buscar capítulos no demasiados grandes con una alta producción de semillas por planta, con diámetros inferiores a 7 y 8 cm, sin presencia de polen en las flores. Para uso de flor cortada es una interesante opción por la adaptación a las condiciones climáticas, la aceptación del consumidor, al no llegar al consumo masivo, por lo que las cantidades producidas deben de ser la demanda que el cliente consuma, de lo contrario puede encontrar dificultades en su comercialización (De Aguilar 2001).

La floricultura en México tienen importancia económica y social según estimaciones del consejo mexicano de la flor, la superficie nacional es de 15 mil hectáreas de las cuales 63.81% se producen a cielo abierto, 4.58% en invernadero y el 31.61% en semi-invernaderos, concentrada la producción en los estados de México, Puebla, Morales, Distrito federal y Michoacán (Betancourt *et al.*, 2005).

## **2.9. Preparación del terreno**

Ávila (2009), reporta que una buena preparación del terreno es aquella que le proporciona a la semilla una óptima cama para su germinación y un adecuado anclaje de las raíces para el total desarrollo. La tolerancia del cultivo a la sequía se basa en el desarrollo de un sistema de raíces que profundiza y explora un gran volumen de suelo. Para que esto ocurra se deben romper las capas compactadas

que se han producido por el tránsito de los implementos de labranza utilizados en la preparación previa del suelo para la siembra.

### **2.10. Semilla**

La semilla o fruto, obtenida de la planta de girasol, consiste en un aquenio el que a menudo se adhiere al pericarpio en la semilla, usualmente denominado cáscara. La falta de fertilización en el cultivo desarrollará aquenios vacíos. Las semillas varían de 7 a 25 mm de largo y de 4 a 13 mm de ancho. Éstas pueden ser lineales, ovales o casi redondas (Dedio 2005).

### **2.11. Germinación**

Las mayores posibilidades de éxito dependen de la propia variedad de la semilla contribuyendo eficazmente además de las condiciones de propagación, humedad y temperatura del suelo (Moreno 2000).

### **2.12. Ciclo del cultivo**

Díaz (2003), manifiesta que el ciclo promedio de girasol (*Helianthus annuus* L.) comprende entre los 100 y 150 días según genotipos, fechas de siembra, Latitud y disponibilidad de agua y nutrimentos. El desarrollo está controlado genéticamente en interacción con factores del ambiente como la temperatura la que afecta la duración de todas las etapas de desarrollo y el fotoperiodo que sólo modifica algunas de ellas.

### **2.13. Cosecha**

El momento de la recolección ocurre cuando las lígulas están totalmente desarrolladas, si es posible cuando estas mantienen una posición próxima a la perpendicular con el capítulo, con el fin de evitar daño en las mismas durante la

manipulación y transporte. En el caso de que la altura total de la planta esté cerca de la altura comercial deseada (normalmente entre 80 y 100 cm.), se cosecha la planta en su totalidad cortando desde la raíz y si está un poco por encima de esa altura, considerar además un trozo de tallo. En el caso de los cultivares o épocas en que obtengan plantas netamente superiores a lo necesario, incluso más de dos metros, se cortara el tallo a unos 80-100 cm. Por debajo del capítulo dejando el resto del tallo en terreno. Se conforman paquetes de cinco unidades, atándolos con hilo, seccionando los tallos por debajo mediante un corte de tijera (De Aguilar 2001).

## **2.14. Requerimientos edafoclimáticos**

### **2.14.1. Temperatura**

La temperatura es considerada el factor más importante para la germinación de las semillas, considerada los 26 °C, como la óptima, con temperaturas máximas de 40 °C y mínimas entre 3 y 6 °C. En lo que se refiere a temperatura del suelo (0 a 5 cm, a partir de que se inician normalmente las siembras) debe permanecer entre 8 y 10 °C. Las temperaturas menores retardan la emergencia afectando el vigor de las plántulas, la eficiencia de implantación y el rendimiento (Del Valle 1987).

El girasol es una planta que necesita al menos 5 °C, durante 24 horas, para poder germinar, cuanto más alta es la temperatura, más rápidamente germinará la semilla, sin embargo si la temperatura es menor a 4 °C, ésta puede no ocurrir (Alba 1990).

### **2.14.2. Suelo**

De Aguilar (2010), reporta que el girasol (*Helianthus annuus* L.), explora muy bien el terreno, aprovechando los elementos nutritivos disponibles, extrayendo cantidades relativamente importantes de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) y agotando en muchos casos suelos bien provistos. No es una planta muy exigente en cuanto a calidad del suelo, desarrolla bien en la mayoría de texturas, aunque prefiere terrenos arcillo - arenosos. Además no requiere una fertilidad tan alta como otros cultivos. Sí necesita, sin embargo un buen drenaje.

### **2.14.3. pH del suelo**

Pizarro (2009), menciona que el girasol (*Helianthus annuus* L.), no es una planta muy sensible a variaciones del pH en el suelo, tolera suelos con pH que van desde 5.8 hasta más de 8.0.

## **3.15. Riegos al cultivo**

Infoagro (2014), señala que para alcanzar un desarrollo normal y una producción rentable en el cultivo de girasol se requiere un mínimo de 300 a 500 mm de lámina de riego. Es una planta que aprovecha el agua de forma mucho más eficiente en condiciones de escasez, su sistema radicular extrae el agua del suelo a una profundidad a la que otras especies no pueden acceder. Requiere de poca agua hasta unos diez días después de la aparición del capítulo donde se pueden aplicar de 50 a 60 litros por metro cuadrado. A partir de este momento las necesidades hídricas aumentan considerablemente y se mantienen hasta unos 25 o 30 días después de la floración, aportando un segundo riego de 60 a 80 litros por metro cuadrado en plena floración.

## 2.16. Principales plagas del cultivo

Algunas de las plagas que se han presentado en otros estados donde se produce girasol son principalmente Barrenador del tallo del girasol (*Dectes texanus* L.) detectado en el estado de Tamaulipas, Gallina ciega (*Phyllophag spp*) a, Picudo cortador del capítulo (*Rhynchites mexicanus*), Palomilla del capítulo (*Homoeosoma electellum*) y Chapulín (*Sphenarium purpurascens*), detectados en el estado de Durango además del insecto conocido como Mayate (*Cotinis mutabilis*), que se presenta en el estado de Zacatecas (Medina *et al.*, 2003).

## 2.17. Importancia de los biofertilizantes

Para disminuir el uso de fertilizantes químicos e incrementar la producción, se vienen empleando los biofertilizantes, los que originan una rápida descomposición de la materia orgánica y una pronta asimilación de los nutrimentos. Consumen poca energía y no contaminan el medio ambiente. Además de elevar la fertilidad del suelo, permiten una producción de bajo costo, favorecen el sinergismo en la rizósfera y promueven el control biológico de organismos fitopatógenos (Padilla *et al.*, 2006).

La Biofertilización, es uno de los elementos más valiosos con los que cuenta la agricultura ecológica, los cuales son producidos basándose en microorganismos que viven en el suelo, aunque en bajas poblaciones, que al ser incrementada durante la inoculación artificial, son capaces, entre otros beneficios, de poner a disposición de las plantas una parte importante de los elementos nutritivos los que necesarios para su desarrollo sin afectar el equilibrio biológico del suelo (Planes-Leyva *et al.*, 2004).

## **2.18. Vermicompost**

El vermicompost como un material orgánico obtenido de un bio-proceso oxidativo en el que las lombrices interactúan intensamente con otros microorganismos y fauna dentro de la comunidad descomponer, acelerando la estabilización de la materia orgánica y modificando sus propiedades físicas y bioquímicas. La acción de las lombrices en este proceso es físico o mecánico. Su participación física consiste en degradar sustratos orgánicos y producir fragmentación, aumentando así la superficie de la acción, volumen de negocios y el contenido de aeración (Yadav y Garg 2013).

El vermicompost o lombricompost es resultado de la excreción de la lombriz. La composición y calidad de la misma está en función del valor nutritivo de los desechos que consume la lombriz. Un manejo adecuado de los desechos, una mezcla bien balanceada, permite obtener un material de excelente calidad. Esto es resultado de un producto inocuo, químicamente estable, que puede usarse como mejorador del suelo, porque incrementa su fertilidad y productividad, o también como un sustrato para el crecimiento de plantas en invernadero. El vermicompost representa una alternativa como abono orgánico o como biofertilizante para el cuidado de las plantas y de jardines. (Quintero *et al.*, 2000).

### **2.18.1 Características físicas y químicas del Vermicompost**

Es un material de color oscuro, con agradable olor a mantillo de bosque, su gran bioestabilidad evita su fermentación o putrefacción, contiene una elevada carga enzimática y bacteriana que incrementa la solubilidad de los elementos nutritivos, liberándolos en forma paulatina, facilita su asimilación por las raíces, impide que estos sean lixiviados manteniéndolos disponibles por más tiempos en el

suelo, favorece la germinación de las semillas y el desarrollo de las plantas. Incrementa la superficie activa de las partículas minerales favoreciendo la CIC, de los suelos. Favorece y multiplica la actividad biótica del suelo, su acción antibiótica aumenta la resistencia de las plantas contra plagas, enfermedades y organismos patógenos. (Moreno *et al.*, 2005).

La característica más importante del vermicompost es su alta carga microbiana, esto lo ubica como un excelente material regenerador de suelos; lo cual ha sido demostrado con aplicaciones a suelos erosionados y con bajos contenidos de materia orgánica, consecuencia de la aplicación de agroquímicos (Martínez 1996).

### **2.18.2. Beneficios de la Vermicompost**

El vermicompost, contiene además sustancias húmicas (SH), que interactúan con componentes orgánicos del suelo y con las raíces de plantas en la matriz del suelo, donde pueden influenciar no solo la fertilidad y conservación del mismo, sino también la fisiología de las plantas. Se ha reportado, que las SH, mejoran el crecimiento de las plantas en términos de longitud y biomasa de raíz, además de mejorar la adquisición de nutrimentos e incrementar la concentración de clorofila de hojas. Además se ha encontrado que la aplicación de vermicompost puede incrementar el rendimiento y número de frutos en diversos cultivos. La aplicación de extractos acuosos de vermicompost en el suelo, han mostrado efectos positivos sobre bienestar de las plantas, el rendimiento y la calidad nutricional, mejorando las comunidades microbianas benéficas, además mejorando el estatus nutricional de las plantas e induciendo sus mecanismos de defensa (Rivera *et al.*, 2012).

## 2.19. Micorrizas

El término micorriza, que literalmente significa “hongo-raíz”, fue propuesto por Frank (1885), para definir asociaciones simbióticas (“vivir conjuntamente dos o más organismos”), mutualistas, no patógenas, entre raíces de plantas y micelios de hongos, en las que ambos resultan beneficiados.

La micorriza, es una asociación mutualista universal entre los hongos del suelo y las plantas vasculares y es esencial para mejorar la aptitud de la planta y la calidad del suelo. Estos hongos mejoran la resiliencia de las comunidades vegetales frente a las tensiones ambientales, nutricionales y de sequía (Barea *et al.*, 2011).

En el medio natural, la micorriza no se trata simplemente de una interacción entre la raíz de una planta y una especie de hongo en particular, sino de una comunidad muy compleja formada por diferentes especies de hongos y la raíz de una planta. Esta asociación se define como un continuo “mutualismo-parasitismo”; es decir, se analiza desde una perspectiva de “costo-beneficio”, correlacionado con el estado de desarrollo, tanto de la planta como del (los) hongo (s) involucrado (s), y con las condiciones ambientales y edáficas, así como con factores de reconocimiento genético mutuo (Johnson *et al.*, 1997).

Actualmente, se considera que los hongos micorrizógenos (HM) fueron cruciales, para que las plantas pudieran colonizar el medio terrestre y responder adecuadamente a las condiciones ambientales cambiantes (Smith y Read 1998). Las plantas micorrizadas crecen mejor que las no micorrizadas en suelos infértiles, por producir un incremento en la nutrición mineral a través de las hifas, quienes

ayudan a explorar un mayor volumen de suelo que los pelos radiculares de las mismas plantas (Rajan *et al.*, 2000).

El incremento en la nutrición mineral aumenta los contenidos de clorofilas y como consecuencia una alta tasa fotosintética (Bian *et al.*, 2001; Feng *et al.*, 2002). Por otro lado, Hernández-Dorrego (2000) indica que los hongos formadores de micorrizas arbusculares producen un efecto positivo sobre las características edáficas. Una planta micorrizada que crece en suelos arenosos es capaz de agregar más partículas de suelo en sus raíces por unidad de masa que una planta no micorrizada.

A su vez, los hongos obtienen carbono de la planta huésped. Los hongos HMA, tienen la capacidad de absorber todos los macro y micronutrientes esenciales que son necesarios para el crecimiento de la planta (Lester 2009).

La inoculación de micorrizas puede ayudar a las plantas al solubilizar fosfato de roca en formas disponibles, que ayuda en el crecimiento de la planta (Sabanavar y Lakshman 2009).

La simbiosis micorrízica se ha demostrado que beneficia a las plantas que pueden sufrir inhibición del crecimiento. Esta inhibición puede deberse a manipulaciones químicas o físicas del suelo en las etapas previas a la siembra del manejo agronómico, escasez en el suministro de agua, baja calidad del agua de riego, altas temperaturas diurnas con alta evapotranspiración y para servir como un biofertilizante que mejora la transferencia de nutrientes y la actividad bioprotectora contra el medio ambiente estreses, incluida la sequía y la salinidad que pueden mejorar el crecimiento y el desarrollo de la productividad de los cultivos (Bolandnazar *et al.*, 2007).

### **2.19.1. Esporas**

Las esporas son de color blanco cremoso a amarillo cafezoso, a veces con tintes verdes. La forma es globosa a subglobosa, irregular y elíptica (sobre todo aquellas extraídas desde raíces micorrizadas). Los tamaños van desde 40 a 140  $\mu\text{m}$  (INVAM 2000).

### **2.19.2. Vesículas**

Las vesículas son normalmente ovaladas, terminales y estructuras esféricas que contienen gotas de un aceite amarillento. Ellas son ínter o intracelulares, dependiendo de la especie del huésped (Gerdeman 1968).

Las vesículas funcionan como órganos de alimentación y almacenamiento; además, también ellas pueden formar clamidosporas de gruesa pared asumiendo una función reproductora (Gerdeman 1968).

Las vesículas pueden ser tan abundantes en la corteza más vieja que la raíz se tuerce y el tejido cortical se destruye parcialmente (Gerdeman 1968).

### **2.19.3. Hifas**

Las hifas son de forma cilíndrica ligeramente achatadas. Poseen un ancho de 11 a 18  $\mu\text{m}$  y su pared es de 3.2 a 6.4  $\mu\text{m}$  de ancho (INVAM 2000).

INVAM (2000) señala que la pared de la hifa está compuesta por 3 capas (L1, L2 y L3) que son continuas con las tres capas de las esporas. Las dos capas más externas son las únicas presentes en las etapas tempranas de formación de esporas; ambas son delgadas y se degradan con la maduración de la espora. Las

subcapas de L3 también se pueden separar a lo largo de la hifa, aunque en menos ocasiones.

#### **2.19.4. Arbúsculos**

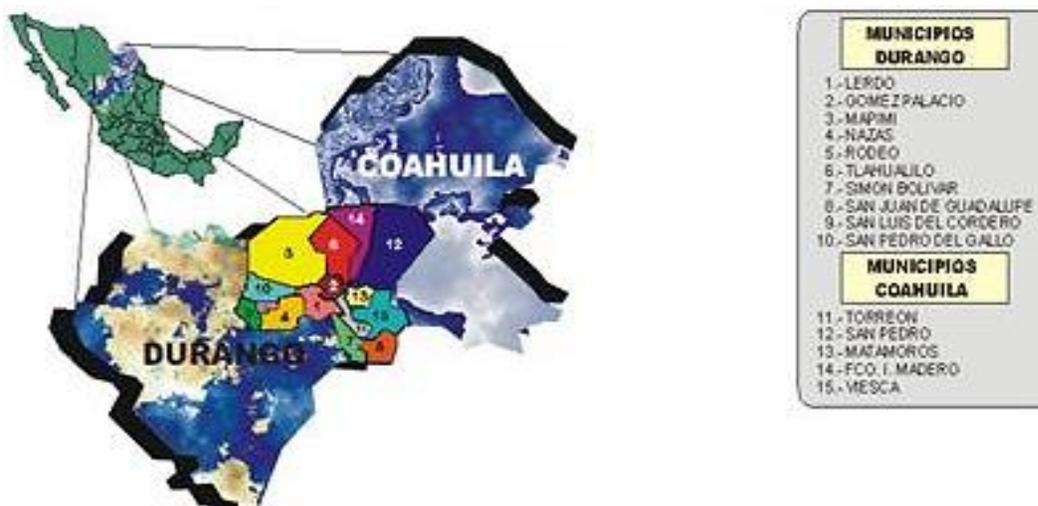
Los arbúsculos pueden ser un tipo de haustorio. Ellos son normalmente terminales, pero en algunos huéspedes se forman lateralmente en hifas (Gerdemann 1968).

Usualmente son encontrados en la corteza interna; son formados a partir de una hifa penetrante que invagina la plasmalema del hospedero y repetidamente forma una estructura de tipo arbustiva con ramas progresivamente más gruesas (Wilcox 1996).

### III.MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. Localización del área de estudio

En el estado de Coahuila en la parte sur, se ubica la región de la Comarca Lagunera, conformada por los municipios de Torreón, Matamoros, Viesca, Francisco I. Madero y San Pedro de las Colonias (**Figura 2.**). Se localiza entre las coordenadas  $24^{\circ} 10'$  y  $26^{\circ} 45'$  de Latitud Norte y  $101^{\circ} 40'$  y  $104^{\circ} 45'$  de Longitud Oeste, con 1,120 msnm.



**Figura 2.** Localización de la región de la Comarca Lagunera en los estados de Coahuila y Durango. UAAAN UL, 2018.

#### 3.2. Localización del sitio de estudio

El municipio de Torreón, ubicado en la región de la Comarca Lagunera, Coahuila, hacia la parte oriente del mismo, se encuentra la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna (**Figura 3.**), la que se localiza entre las coordenadas  $25^{\circ}32'40''$  de Latitud Norte y  $103^{\circ} 26' 30''$  de Longitud Oeste, con una altura sobre el nivel del mar de 1, 122 metros.



**Figura 3.** Localización de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna en el municipio de Torreón, Coahuila. UAAAN UL, 2018.

### 3.3. Localización del sitio experimental

El sitio del experimento se estableció en terrenos de cultivo cercanos al área de invernaderos dentro de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en la Unidad Laguna (**Figura 4.**), durante el ciclo primavera verano del año 2017.



**Figura 4.** Localización del sitio experimental en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna Torreón, Coahuila. UAAAN UL, 2018.

### **3.4. Clima de la región**

Con respecto al clima en la región se clasifica como muy seco con diferencia de lluvias en todas las estaciones, con temperaturas semicálidas y con inviernos benignos. De acuerdo a Köppen (1936), modificado por Enriqueta García (2004), su clima es **BWhw**, que quiere decir clima desértico con lluvias en verano y temperaturas calientes muy seco semicalido donde prevalece una temperatura media anual de 21°C y una media de 27°C, durante el mes más caluroso (Mayo). La precipitación media anual es de 240 mm (CENID-RASPA, 2013; CNA, 2013).

### **3.5. Preparación del terreno**

En la preparación del terreno para establecer el trabajo de investigación, se utilizó un implemento agrícola conocido como rotocultor. Esta actividad se realizó el día 4 de mayo del año 2017, iniciando con un barbecho con la finalidad de voltear el suelo, permitiendo además el lograr una mayor retención en el contenido de humedad, además mejorar la aireación y lograr con ello un mejor desarrollo de raíces, así mismo incorporar residuos de cosechas anteriores, entre otros la eliminación de malezas finalmente romper con el ciclo biológico de insectos plaga.

#### **3.5.1. Formación de camas**

Para la formación de camas para siembra, se levantaron bordos de 20 cm de altura utilizando herramientas como palas y azadones, distanciados estos a un metro de separación, formando en total cuatro camas, con dimensiones de 10.40 metros de largo y 1.0 metros de ancho.

### 3.5.2. Colocación de cintilla para riego

La colocación de cintilla para riego, se utilizó la de calibre 16 mm, obteniendo tramos de la misma de acuerdo a longitudes establecidas en el terreno y después colocadas en el centro del bordo. Esta presentó una distancia entre goteros de 20 cm.

### 3.6. Material genético

El material vegetativo tipo sexual utilizado fueron semillas híbridas F1, de Girasol (*Heliantus annuus* L.), cv Sunbrighth.

La siembra se realizó el nueve de mayo del año 2017, estableciéndose de forma manual en un arreglo topológico de tresbolillo a una distancia de 40 cm entre plantas y a una profundidad de un cm.



**Figura 5.** Siembra directa de las semillas de Girasol (*Heliantus annuus* L.).  
UAAAN UL, 2018.

### 3.7. Germinación de plantas

La germinación ocurrió a los ocho días después de la siembra directa en el terreno, encontrando alrededor de un 76% de germinación.

### 3.8. Descripción de tratamientos de estudio

Los tratamientos de estudio considerados en el presente trabajo de investigación se describen en el **Cuadro 1**. Se establecieron cuatro tratamientos considerando material orgánico de vermicompost más micorrizas.

**Cuadro 1.** Descripción de los tratamientos de estudio del presente trabajo de investigación. UAAAN UL, 2018.

Tratamientos de estudio		Inoculación con micorrizas	
		1a	2a
T1	Testigo absoluto		
T2	Micorriza	25 dds	39 dds
T3	Micorriza + Vermicompost	25 dds	39 dds
T4	Vermicompost	25 dds	

dds= días después de la siembra

### 3.9. Diseño experimental

Los tratamientos de estudio y repeticiones se establecieron bajo un diseño experimental de Bloques completos al azar, con cuatro tratamientos, cuatro repeticiones y cuatro bloques en campo abierto.

### 3.10. Aplicación de inoculo micorrízico

Se realizaron dos aplicaciones de inoculo micorrízico, la primera se hizo a los 25 días después de la siembra (dds) y la segunda a los 39 dds. La cantidad de inoculo micorrízico fue de cinco gramos por planta, colocándose a una profundidad de cinco centímetros cercanos a la base del tallo.



**Figura 6.** Aplicación de inoculo micorrízico a las plantas de Girasol (*Heliantus annuus* L.). UAAAN UL, 2018.

### 3.11. Aplicación de Vermicompost

Respecto al material orgánico de vermicompost, se realizó solamente una aplicación al suelo a los 25 días después de la siembra, colocado a cinco centímetros de profundidad cercanos a la base del tallo de la planta con una cantidad de tres gramos en cada una de ellas.



**Figura 7.** Aplicación de Vermicompost a los 25 días después de la siembra de las plantas de Girasol (*Heliantus annuus* L.). UAAAN UL, 2018.

### 3.12. Riegos al cultivo

Después de haber realizado la siembra en el terreno se aplicó el primer riego de auxilio por cintilla con un gasto 1.0 litros por hora (LPH). El resto de riegos aplicados fueron 31, con una duración de cuatro horas y un gasto medio de 1.0 LPH, aunado a ello la humedad que se obtuvo en dos eventos de precipitación pluvial ocurridos durante el desarrollo del cultivo con una duración de cinco horas en una intensidad baja.



**Figura 8.** Primer riego de auxilio después de la siembra Girasol (*Heliantus annuus* L.). UAAAN UL, 2018.

### 3.13. Control de plagas

Durante el ciclo del cultivo se presentó minador de la hoja (*Liriomyza* sp), mosquita blanca (*Bemisia tabaci*), pulgón verde (*Myzus persicae*), araña roja (*Tetranychus urticae*) y daños por termita (*Isóptera*). Para control de las mismas se utilizó el producto químico conocido como Danapyr (Insecticida producto comercial),

aplicando 15 ml del producto por 15 litros de agua corriente. Para su aplicación se utilizó una bomba con capacidad de 15 litros.



**Figura 9.** Aplicación de producto químico Danapyr para el control de plagas en las plantas de Girasol (*Heliantus annuus* L.). UAAAN UL, 2018.

### 3.14. Control de enfermedades

En cuanto a enfermedades durante el desarrollo del cultivo, no presentó ninguna durante el establecimiento del experimento.

### 3.15. Cosecha de la flor de corte

La cosecha se realizó cuando la planta de girasol presentó en la flor un 25% de apertura de su botón floral. Esta se realizó a partir 15 de julio del año 2017, iniciando la primer cosecha, posteriormente las siguientes se realizaron cuando la apertura del botones florales presentaron el mismo porcentaje. Finalmente la última cosecha se realizó el día el 30 de julio del año en mención.



**Figura 10.** Apertura del capítulo floral del 25% Ideal para la cosecha de Girasol (*Heliantus annuus* L.). UAAAN UL, 2018.

### 3.16. Variables evaluadas

Respecto a las variables evaluadas, estas fueron altura de planta (AP), diámetro del tallo (DT), diámetro del capítulo (DC), vida de florero (VF), peso fresco de biomasa (PFB), peso seco biomasa (PSB) y peso total de biomasa (PTB).

### 3.17. Etapa de campo

#### 3.17.1. Altura de planta

En la medición de la altura de la planta, esta se realizó utilizando cinta métrica rígida de 5.0 metros, considerando tal medición desde la base del tallo hasta la aparición del botón floral. La toma de datos se realizó cada ocho días.



**Figura 11.**Medición de la altura de las plantas de Girasol (*Heliantus annuus* L.).  
UAAAN UL, 2018.

### **3.17.2. Diámetro del tallo**

Para la medición del grosor del tallo, se utilizó una cinta métrica flexible, realizando la medición en la parte media del mismo a una altura media del nivel del suelo de 80 cm, en cada una de las plantas.

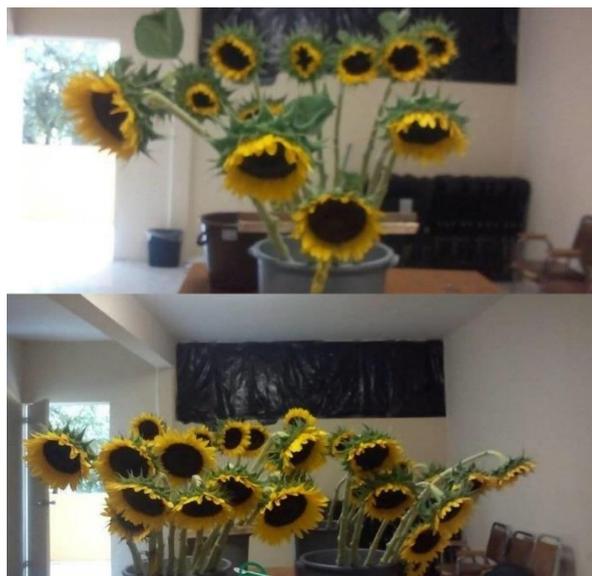
### **3.17.3. Diámetro del capítulo floral**

Para la medición del diámetro del capítulo floral, se consideró la medición de forma horizontal, utilizando regla graduada de 30 cm. Los datos fueron tomados a partir del inicio de apertura de los capítulos florales hasta la floración total al 100 por ciento de cada capítulo. La última toma de datos se realizó cuando el capítulo presentó su máxima apertura floral.

### **3.17.4. Vida de florero.**

Para la cosecha de flores de girasol para evaluar la vida de florero, ésta se realizó al 25% de apertura floral y después etiquetadas de acuerdo al tratamiento

de estudio y repetición correspondiente, realizando el corte en el tallo en ángulo de 45° obteniendo la flor con una longitud de tallo seccionado de 100 cm. Posteriormente colocadas en agua corriente con un pH de 4.5, a la que se le adicionó ácido cítrico para obtener dicho pH, enseguida se introdujeron los tallos con las flores correspondientes, renovándose está cada tres días hasta que la flor presentó una marchitez completa.



**Figura 12.** Evaluación de vida de florero de Girasol (*Heliantus annuus* L.) en ambiente controlado. UAAAN UL, 2018.

### 3.17.5. Peso Fresco de Biomasa (PFB)

La obtención del peso fresco de biomasa en las plantas de girasol se obtuvo separando hojas, tallo, raíz y flor y utilizando una báscula electrónica se realizó el peso de cada una de las partes de la planta, Una vez tomado los datos tales partes por separado se introdujeron al invernadero hasta peso constante para después cuantificar la cantidad de materia seca.



**Figura 13.** Obtención de peso fresco en las plantas de Girasol (*Heliantus annuus* L.) en laboratorio. UAAAN UL, 2018.

### 3.17.6. Peso Seco de Biomasa (PSB)

La obtención del peso seco para biomasa en las plantas de girasol, se obtuvo separando raíz, tallo, hojas y flor, cuando estas partes llegaron a peso constante, se utilizó una báscula electrónica. El peso fue registrado en gramos.



**Figura 14.** Obtención de Peso seco en las plantas de Girasol (*Heliantus annuus* L.) en laboratorio. UAAAN UL, 2018.

### **3.18. Etapa de laboratorio**

La etapa del laboratorio se desarrolló en el departamento de Agroecología dentro de la Universidad. Las variables evaluadas fueron cuantificación de esporas de hongos micorrizicos y porcentaje de micorrización.

#### **3.18.1. Obtención de muestra del terreno de cultivo**

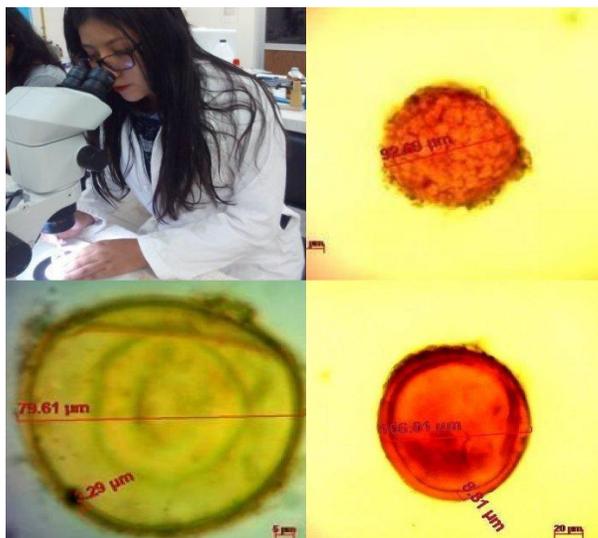
La muestra que se obtuvo en el terreno del cultivo para determinar la cantidad de esporas se realizó de forma manual utilizando una pala jardinera obteniendo una muestra de suelo más raíces de la planta de aproximadamente 300 gramos. Dicha muestra se obtuvo cuando finalizó el ciclo del cultivo, la que fue rotulada respectivamente y llevada al laboratorio para su evaluación.

#### **3.18.2. Extracción de esporas de HM**

Respecto a la extracción de esporas de HM, se utilizó la técnica de tamizado y decantado propuesta por Gerdemann y Nicolson (1963), además de la certificación de gradientes con Sacarosa propuesta Daniels y Skipper (1982). De la muestra recolectada en campo se pesaron 50 g de suelo conteniendo inóculos de esporas posteriormente transferidos a un recipiente capacidad 2.0 litros, agregando agua agitando durante un minuto, después se dejó en reposo durante tres minutos, seguido de pasar el sobre nadante en los tamices de malla 60, 200 y 325. Realizando este procedimiento durante cinco ocasiones hasta que se obtuvo un color claro en el agua de la muestra tamizada. Posteriormente la obtención de residuos y esporas de HM depositadas en los tamices en mención se hizo utilizando agua destilada y depositando dichos residuos en cajas Petri de vidrio y llevadas al estereoscopio electrónico para su observación y evaluación.

### 3.18.3. Identificación de esporas de HM

Después de haber realizado la evaluación en las muestras correspondientes de suelo en una de las secciones de la caja Petri, fueron colocadas el total de esporas formando pequeños grupos utilizando agujas de disección, después utilizando una micropipeta fueron succionadas y llevadas a un rectángulo de papel filtro el que fue colocado en el interior de la caja Petri. Después humedeciendo la punta de la aguja de disección se tomaron parte de las esporas y colocadas en un portaobjeto de vidrio, el que contenía algunas gotas del reactivo lacto glicerol más Melzer, en seguida se colocó el cubre objeto de vidrio y después fueron observadas en el estereoscopio electrónico, evaluando las características de formación de las esporas.



**Figura 15.** Características de identificación de las esporas encontradas en la muestra de suelo. UAAAN UL, 2018.

#### **3.18.4. Porcentaje de micorrización en la raíz**

Para evaluar el porcentaje de micorrización, se utilizó la técnica de clareo y tinción de raíces finas propuesta por Phillips y Hayman (1970), esta consiste en separar de las muestras obtenidas las raíces de la planta las que fueron lavadas con agua corriente para eliminar los excesos de suelo.

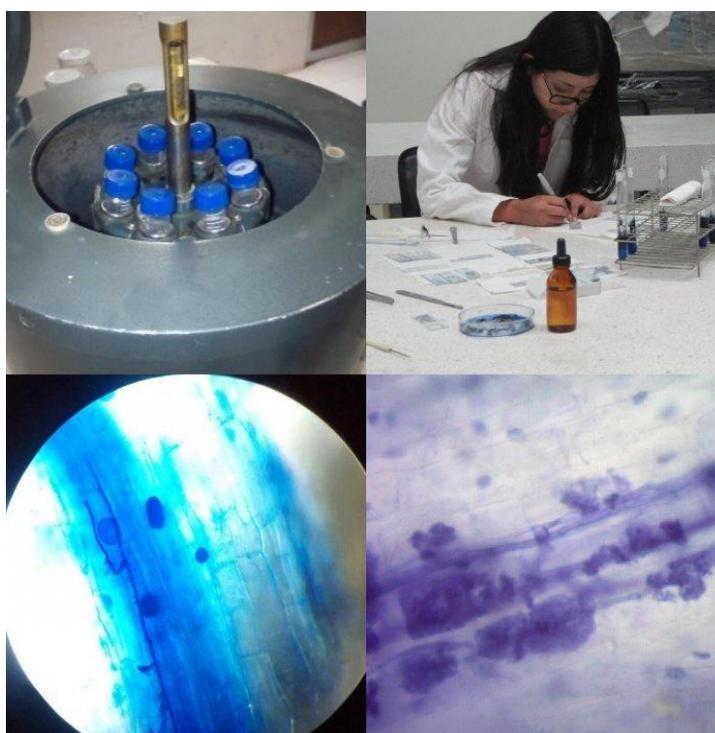
Después estas fueron colocadas en un matraz Erlenmeyer de 125 cm<sup>3</sup>, agregando solución de Hidróxido de Potasio (KOH) al 10%, dejándolas durante un tiempo de 20 minutos, después se retiró dicha solución y se agregó agua oxigenada (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), durante 15 minutos, se retiró dicha solución y se pasaron por agua corriente, enseguida se agregó solución de HCL al 10% durante 10 minutos, después se pasaron por agua corriente en tres ocasiones para eliminar residuos de dicha solución. Enseguida el total de raíces fueron colocadas en tubos de ensaye donde se agregó la solución del colorante azul de tripano al 0.05% por 24 horas a temperatura ambiente, después llevados por 30 a 40 minutos en baño maría.

Posteriormente sometidos a calor húmedo en autoclave a 15 libras de presión por 15 minutos, enseguida se dejaron enfriar a temperatura ambiente luego las raíces se enjuagaron con abundante agua corriente eliminando el colorante. Enseguida se colocaron en cajas Petri con agua corriente.

Después se colocaron 10 segmentos de raíz de aproximadamente 2.0 cm de largo obtenidas de la muestra coloreada y colocadas sobre un portaobjeto de vidrio de forma paralela. Posteriormente se colocaron tres gotas de la solución lacto glicerol sobre las raíces en la parte media y los extremos, pasando dos minutos se colocó él un cubre objeto de vidrio evitando la obtención de burbuja de aire, después

fueron etiquetadas las preparaciones y luego se dejaron secar las preparaciones a temperatura ambiente durante una semana.

Finalmente se realizaron observaciones en el microscópico electrónico realizando barridos en la parte superior, media e inferior, iniciando de izquierda a derecha y viceversa en un lente de 10X y 40X, realizando anotaciones de las observaciones realizadas respecto a las estructuras fúngicas de los HM, como hifas (H), vesículas (V), esporas (E) y arbúsculos (A).



**Figura 16.** Procedimiento realizado para la obtención del porcentaje de micorrización en la raíz. UAAAN UL, 2018.

### 3.19. Análisis estadístico

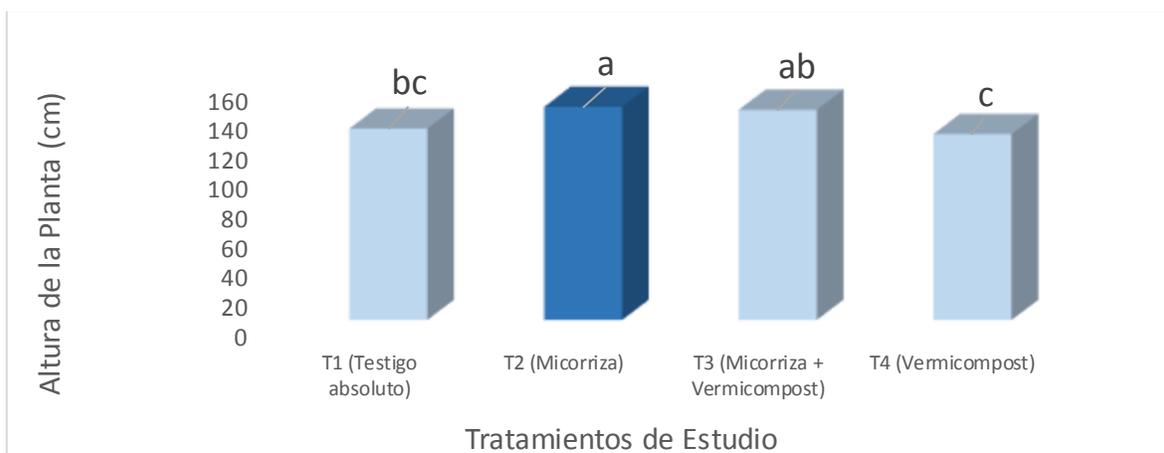
Los datos obtenidos en las variables de estudio fueron analizados con el paquete estadístico de SAS, versión 9.0

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los resultados encontrados en el presente trabajo de investigación se describen a continuación.

### 4.1. Altura de la planta final

Para la variable altura de la planta, el análisis de varianza presentó significancia estadística al 0.05, en los tratamientos de estudio, mientras que para los bloques alta significancia estadística (**Anexo 1.**). El tratamiento que presentó el valor medio más alto fue el tratamiento 2 (Micorrizas), con un valor de 143.66 cm, mientras que el tratamiento 4 (Vermicompost), con un valor medio igual a 125.33, siendo este, el valor más bajo (**Figura 17**). El incremento que se obtuvo para la altura de la planta del tratamiento 2 (Micorrizas), con respecto al tratamiento 4 (Vermicompost), fue del 14.62%. El coeficiente de variación que presentó el análisis de varianza fue del 4.80%.



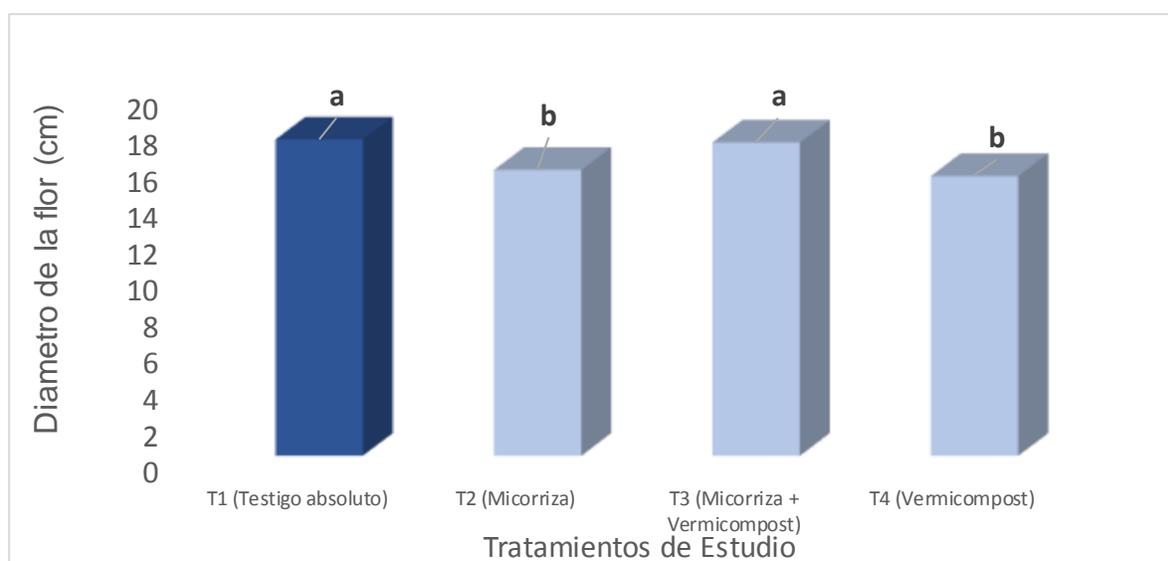
**Figura 17.** Respuesta de la variable altura de la planta final en el cultivo del Girasol (*Heliantus annuus* L.), con fines de corte, en los cuatro tratamientos de estudio. UAAAN UL, 2018.

El bloque, que presentó el valor medio más alto fue el 2, con un valor de 143.88 cm, mientras que el bloque 1, con un valor igual a 120.38. El coeficiente de variación que se encontró fue del 4.80%, respectivamente. Los hongos HMA, son de gran importancia por su alta capacidad para aumentar el crecimiento en la planta mediante una eficiente adquisición de nutrientes en suelos poco fértiles (Khalafallah y Abo-Ghaila, 2008; Roy-Bolduc and Hijri 2011). La colonización de los hongos MA en los tejidos corticales de la raíz en las plantas de girasol, incrementó los parámetros de crecimiento (Jalaluddin y Hamid 2011). La inoculación de las micorrizas en las raíces de las plantas, ayuda a que estas logren solubilizar fosfatos en formas disponibles los que ayudan en el crecimiento de la planta (Sabanavar y Lakshman 2009).

#### **4.2. Diámetro del capítulo floral**

El análisis de varianza para el diámetro de la flor presentó significancia estadística al 0.05, en los tratamientos de estudio (**Anexo 3.**), no así para los bloques. El tratamiento 1 (Testigo), por su parte presentó el valor medio más alto con 17.33 cm, mientras que el tratamiento 4 (Vermicompost), con un valor de 15.33 cm, siendo este el valor más bajo (**Figura 18**). El incremento que se obtuvo del tratamiento 1, con respecto al tratamiento 4, fue del 13.04%. El coeficiente de variación fue 3.97%, respectivamente. Aun cuando no se encontró significancia estadística en los bloques de estudio, el bloque 3, presentó el valor medio más alto igual a 16.87 cm, mientras que el bloque 1, con un valor de 16.00 cm.

La finalidad en el girasol como flor de corte es buscar capítulos no demasiados grandes con una alta producción de semillas por planta, con diámetros inferiores a siete y ocho cm, sin presencia de polen en las flores. Lo encontrado no concuerda con lo reportado por Melgares (2001), obteniendo flores con un diámetro de capítulo entre 17.33 y 15.33, existiendo un incremento del 117.73%, según lo reportado por dicho autor. La flor que se obtuvo queda fuera del rango de aceptación.

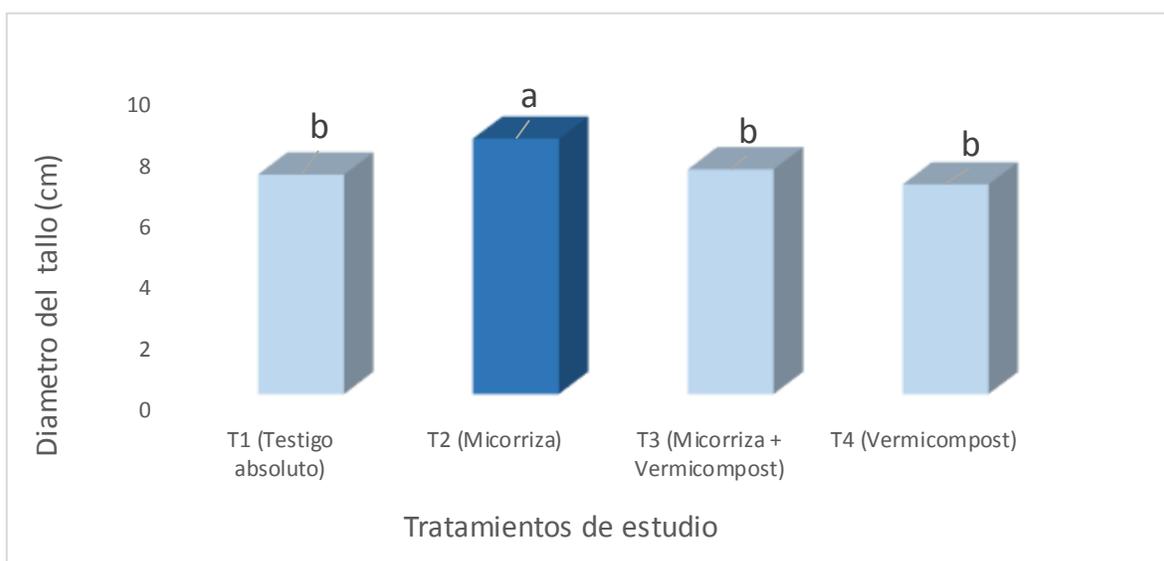


**Figura 18.** Respuesta de la variable, diámetro de la flor en el cultivo del Girasol (*Helianthus annuus* L.), con fines de corte, en los cuatro tratamientos de estudio. UAAAN UL, 2018.

#### 4.3. Diámetro del tallo

En el diámetro del tallo, el análisis de varianza presentó significancia estadística al 0.05, en los tratamientos de estudio (**Anexo 5.**), mientras que para los bloques no se encontró significancia. El tratamiento 2 (Micorriza), presentó el valor medio más alto con 8.33 cm, respecto al grosor del tallo, mientras que el tratamiento 4 (Vermicompost), con un valor de 6.83 cm, siendo este el valor más bajo (**Figura**

19.). El incremento que se obtuvo para el diámetro del tallo fue del 21.96%. El coeficiente de variación que presentó el análisis de varianza fue igual a 6.45%. Aun cuando no se encontró significancia estadística en los bloques de estudio, el bloque 2, presento un valor medio más alto de 7.66 cm, mientras que el bloque 1, presento el valor más bajo con 7.25 cm.

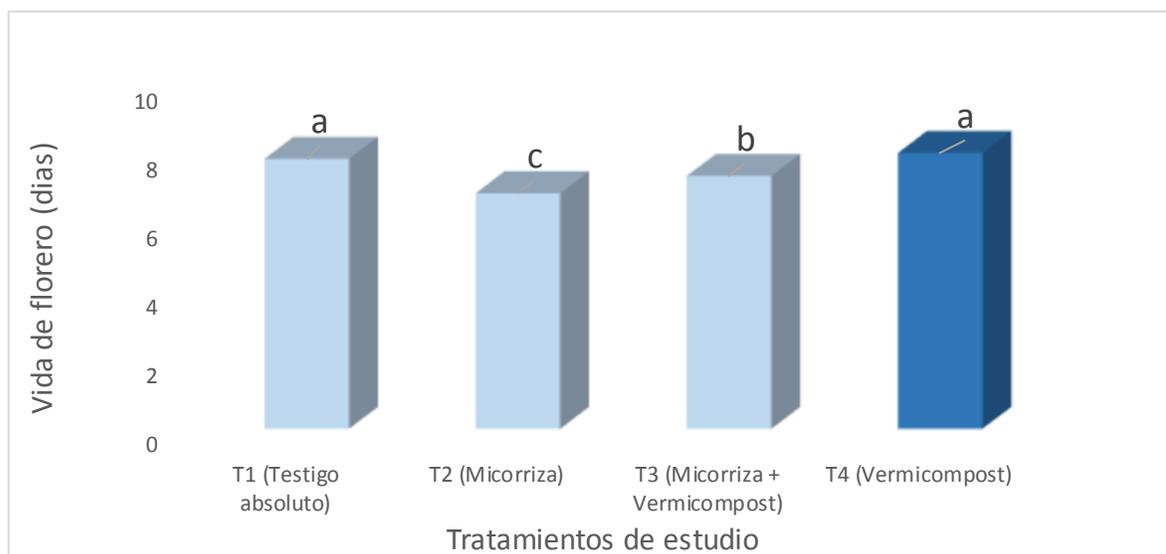


**Figura 19.** Respuesta de la variable, diámetro del tallo en el cultivo del Girasol con fines de corte, en los cuatro tratamientos de estudio. UAAAN UL, 2018.

#### 4.4. Vida de florero

Para la variable vida de florero, el análisis de varianza mostró significancia estadística al 0.05, en los tratamientos de estudio (**Anexo 7.**), mientras que los bloques no presentaron significancia. El tratamiento 4 (Vermicompost), presentó el valor medio más alto con 8.00 días, respecto al tiempo de apertura de la flor, mientras que el tratamiento 2 (Micorriza), con un valor de 6.83 días, siendo este el valor más bajo (**Figura 20.**). El incremento que se obtuvo para la vida de florero fue del 17.13%. El coeficiente de variación que presentó el análisis de varianza fue de

3.33%. Aun cuando no se encontró significancia estadística en los bloques de estudio, el bloque 2, presentó un valor medio más alto con 7.62 días, mientras que el bloque 1, con 7.37 días, respectivamente.

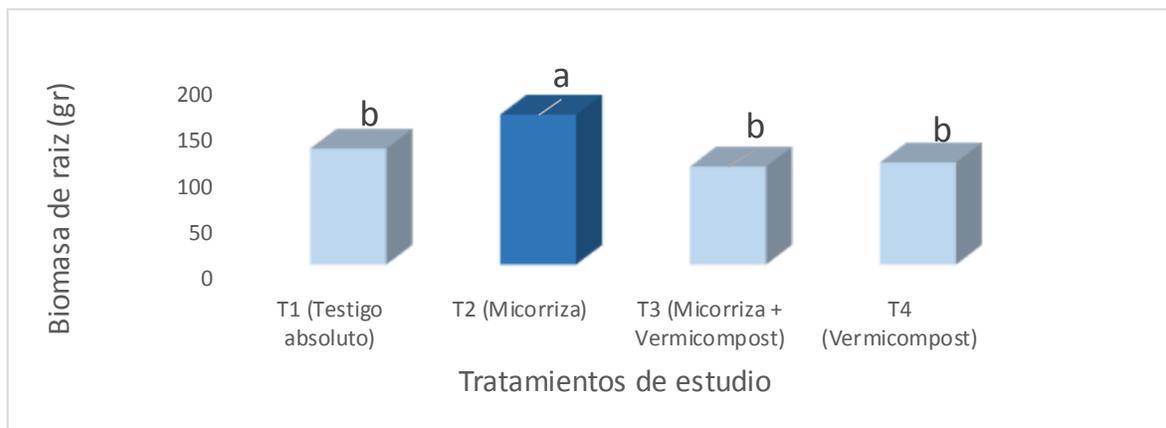


**Figura 20.** Respuesta de la variable, vida de floreo en el cultivo del Girasol (*Heliantus annuus* L.), con fines de corte, en los cuatro tratamientos de estudio. UAAAN UL, 2018.

#### 4.5. Biomasa de raíz

En la biomasa de la raíz el análisis de varianza presentó significancia estadística al 0.05, para los tratamientos de estudio (**Anexo 9**). No así para los bloques, donde no se encontró significancia estadística. El tratamiento 2 (Micorriza), obtuvo el valor medio más alto con 161.00 gramos, mientras que el tratamiento 3 (Micorriza + Vermicompost), con un valor de 105.32 gramos, siendo este el valor más bajo (**Figura 21**). El incremento que se obtuvo para la biomasa de raíz fue de 52.86%. El coeficiente de variación fue de 9.02%. Aun cuando no se encontró

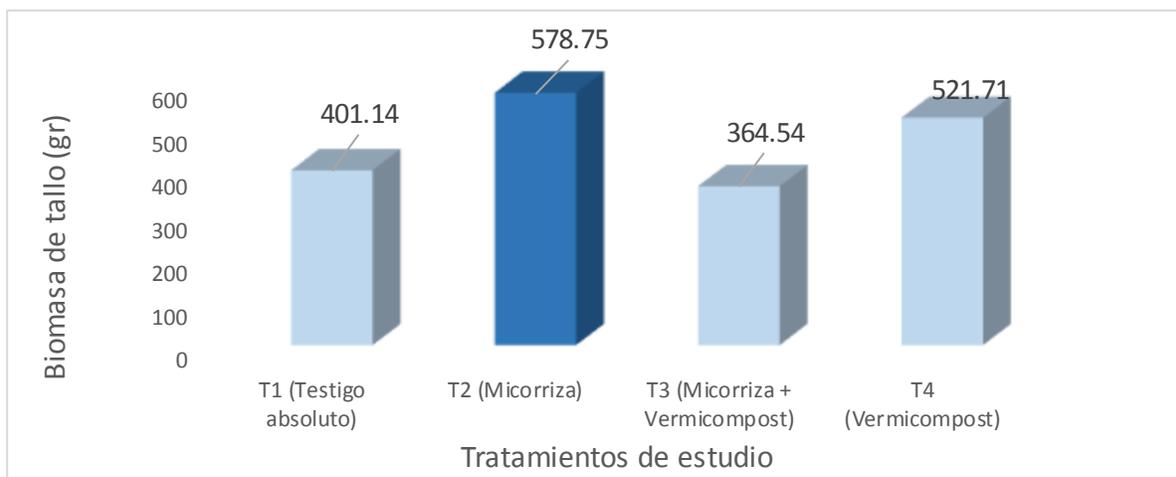
significancia estadística en los bloques de estudio, el bloque 2, presentó un valor medio más alto con 125.33 gramos, mientras que el bloque 1, con 124.98 gramos.



**Figura 21.** Respuesta de la variable, biomasa de raíz en el cultivo del Girasol (*Heliantus annuus* L.), con fines de corte, en los cuatro tratamientos de estudio. UAAAN UL, 2018.

#### 4.6. Biomasa de tallo

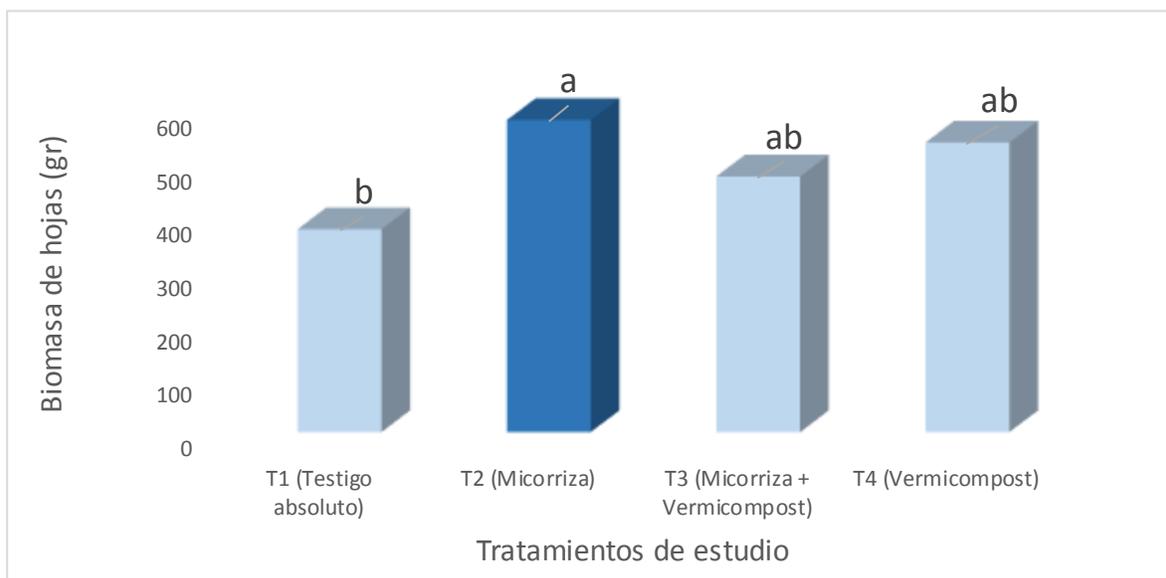
En cuanto a la biomasa del tallo el análisis de varianza no presentó significancia estadística en los tratamientos de estudio (**Anexo 11.**), así mismo para los bloques. Se encontró que el Tratamiento 2 (Micorriza), obtuvo el valor medio más alto con 578.75 gramos de biomasa por tallo, mientras que el Tratamiento 3 (Micorriza + Vermicompost), con un valor medio más bajo igual a 364.54 gramos de biomasa por tallo (**Figura 22**). El coeficiente de variación igual a 15.761 %. Las micorrizas influyeron en la producción de biomasa del tallo, incrementando su grosor.



**Figura 22.** Respuesta de la variable, biomasa de tallo en el cultivo del Girasol (*Heliantus annuus* L.), con fines de corte, en los cuatro tratamientos de estudio. UAAAN UL, 2018.

#### 4.7. Biomasa de hojas

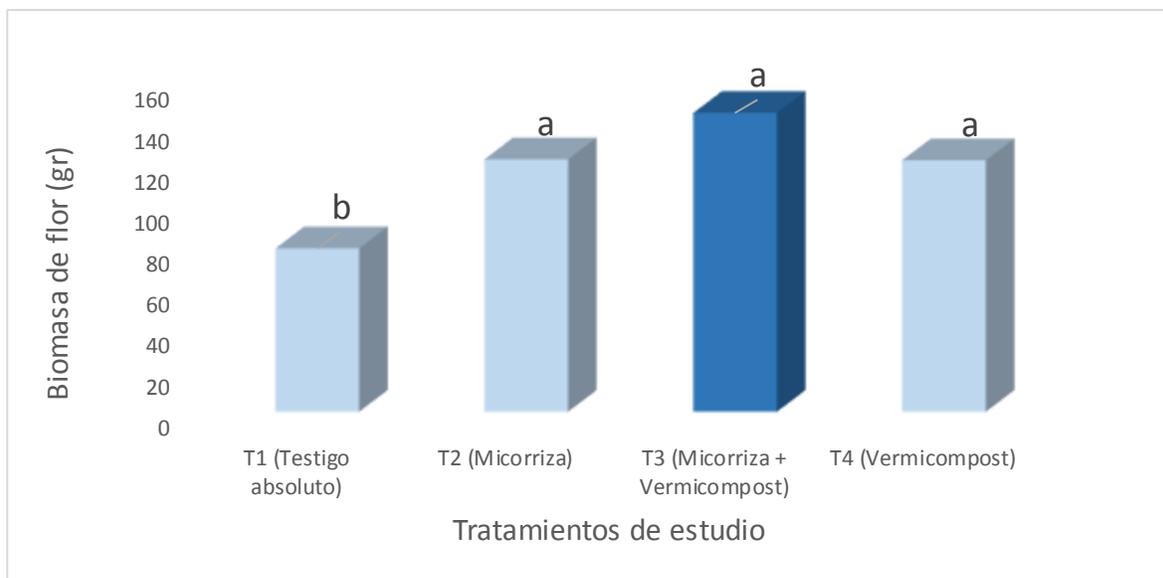
El análisis de varianza para la biomasa de hojas, presentó significancia estadística al 0.05, en los tratamientos de estudio (**Anexo 13.**). No así para los bloques, los que no mostraron significancia. El tratamiento 2 (Micorriza), obtuvo el valor medio más alto con 582.27 gramos, mientras que el tratamiento 1 (Testigo), con un valor de 379.26 gramos, siendo este el valor más bajo (**Figura 23.**). El incremento que se obtuvo para la biomasa de hojas fue de 53.52%. El coeficiente de variación que presentó el análisis de varianza fue de 12.51%. Aun cuando no se encontró significancia estadística en los bloques de estudio, el bloque 1, presentó un valor medio más alto con 518.51 gramos, mientras que el bloque 2, con 40.11 gramos.



**Figura 23.** Respuesta de la variable biomasa de hojas en el cultivo del Girasol (*Heliantus annuus* L.), con fines de corte, en los cuatro tratamientos de estudio. UAAAN UL, 2018.

#### 4.8. Biomasa de flor

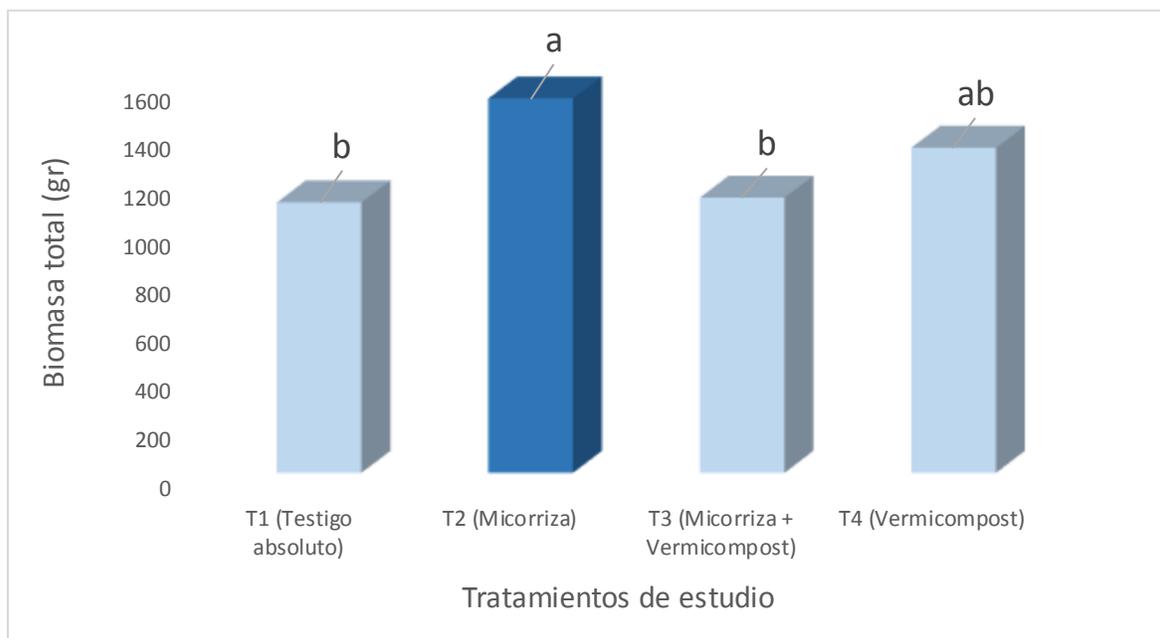
Para la variable biomasa de flor el análisis de varianza presentó significancia estadística al 0.05, en los tratamientos de estudio (**Anexo 15.**). No fue así en el caso de los bloques ya que no tuvieron significancia estadística. El tratamiento 3 (Micorrizas +Vermicompost), obtuvo el valor medio más alto con 145.82 gramos, mientras que el tratamiento 1 (Testigo), con un valor de 79.74 gramos, siendo este el valor más bajo (**Figura 24.**). El incremento que se obtuvo para la biomasa de flor fue de 82.86%. El coeficiente de variación que presentó el análisis de varianza fue de 10.90%. Aun cuando no se encontró significancia estadística en los bloques de estudio, el bloque 1, presentó un valor medio más alto con 128.61 gramos, mientras que el bloque 2, con 107.07 gramos.



**Figura 24.** Respuesta de la variable, biomasa de flor en el cultivo del Girasol (*Heliantus annuus* L.), con fines de corte, en los cuatro tratamientos de estudio. UAAAN UL, 2018.

#### 4.9. Biomasa total

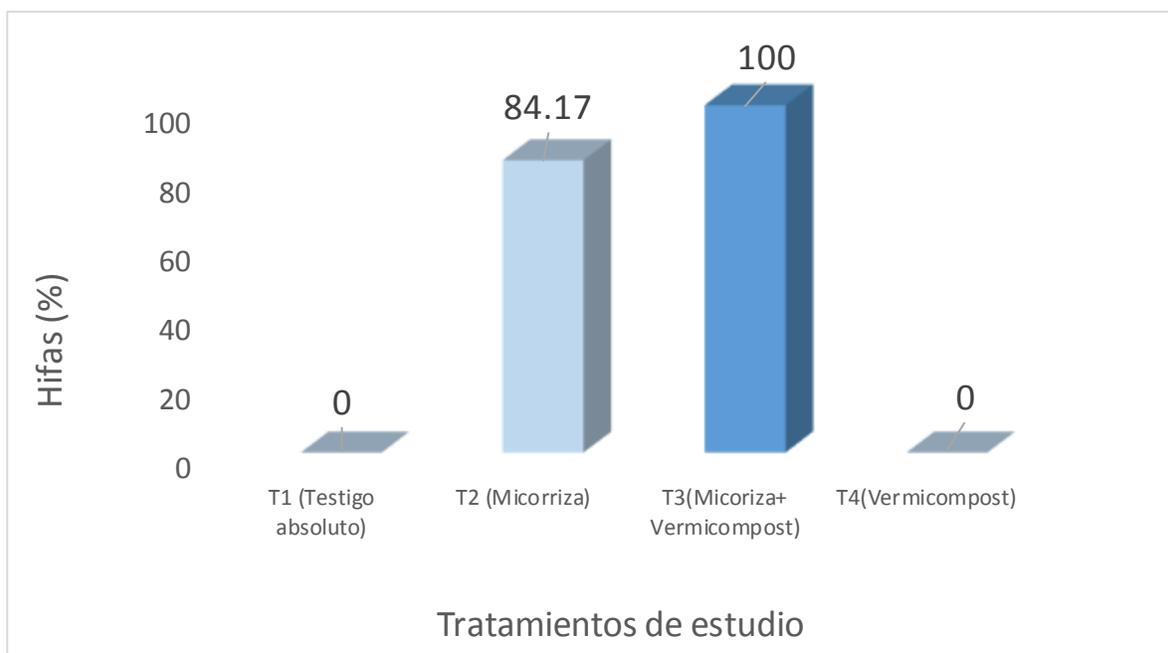
En la biomasa de total el análisis de varianza presentó significancia estadística al 0.05, en los tratamientos de estudio (**Anexo 17.**). No fue así en el caso de los bloques ya que no tuvieron significancia estadística. El tratamiento 2 (Micorriza), obtuvo el valor medio más alto con 1541.57 gramos, mientras que el tratamiento 1 (Testigo), con un valor de 1113.34 gramos, siendo este el valor más bajo (**Figura 25.**). El incremento que se obtuvo para la biomasa total fue de 38.43%. El coeficiente de variación que presentó el análisis de varianza fue de 7.47%. Aun cuando no se encontró significancia estadística en los bloques de estudio, el bloque 1, presentó un valor medio más alto con 1329.97 gramos, mientras que el bloque 2, con 1233.44 gramos.



**Figura 25.** Respuesta de la variable, biomasa de total en el cultivo del Girasol (*Heliantus annuus* L.), con fines de corte, en los cuatro tratamientos de estudio. UAAAN UL, 2018.

#### 4.10. Hifas fúngicas

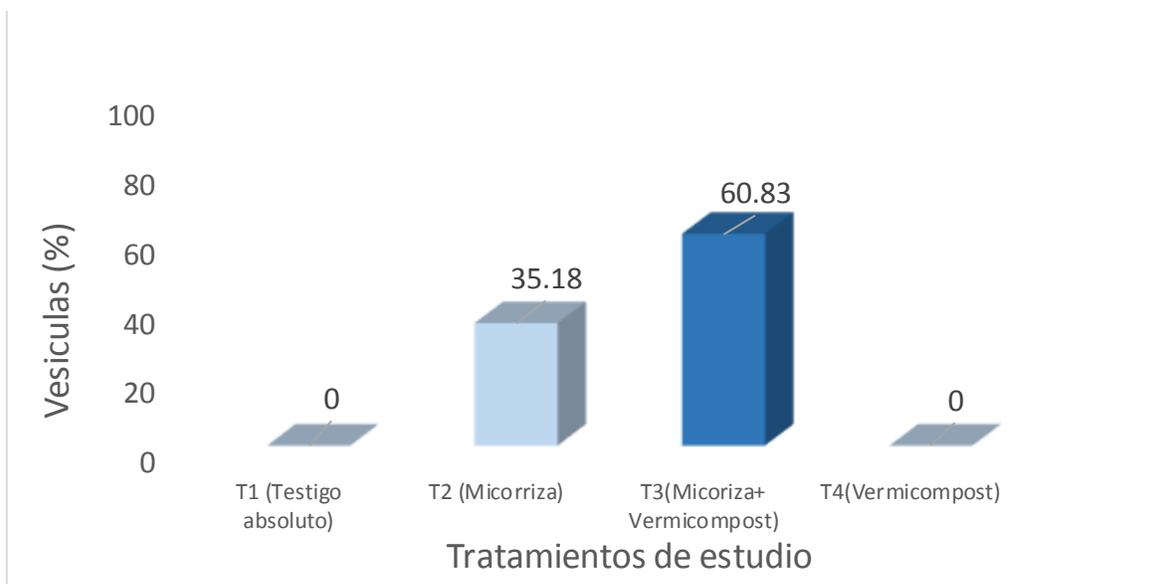
Respecto a la estructura de la hifas en los HMA, el tratamiento de estudio, que mostró la mayor presencia expresada en porcentaje fue el tratamiento 3 (Micorrizas + Vermicompost), con un 100% (**Anexo 19.**), encontradas principalmente en las células corticales de la raíz, mientras que el tratamiento 2 (Micorrizas), con un 84.17%, siendo este el porcentaje más bajo en los cuatro tratamientos de estudio (**Figura 26.**). El incremento obtenido del tratamiento 3, respecto al tratamiento 2, y fue del 18.80%, respectivamente.



**Figura 26.** Hifas fúngicas en el cultivo del Girasol (*Heliantus annuus* L.), con fines de corte, en los cuatro tratamientos de estudio. UAAAN UL, 2018.

#### 4.11. Vesículas fúngicas

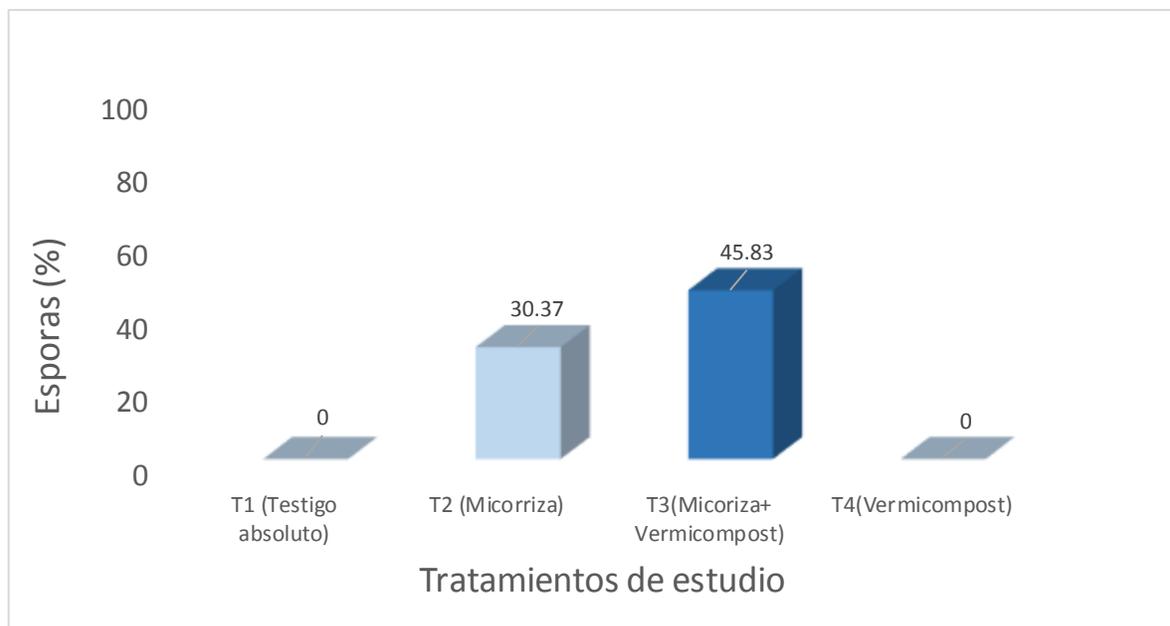
En las vesículas fúngicas, el tratamiento de estudio que presentó el mayor porcentaje fue el tratamiento 3 (Micorrizas + Vermicompost), con el 60.83%, (**Anexo 19.**), mientras que el tratamiento 2 (Micorrizas), con un porcentaje de 23.33%, siendo este el valor más bajo (**Figura 27.**). El incremento obtenido del tratamiento 3, respecto al tratamiento 2, y fue del 160.73%, respectivamente.



**Figura 27.** Vesículas fúngicas en el cultivo del Girasol (*Heliantus annuus* L.), con fines de corte, en los cuatro tratamientos de estudio. UAAAN UL, 2018.

#### 4.12. Esporas fúngicas

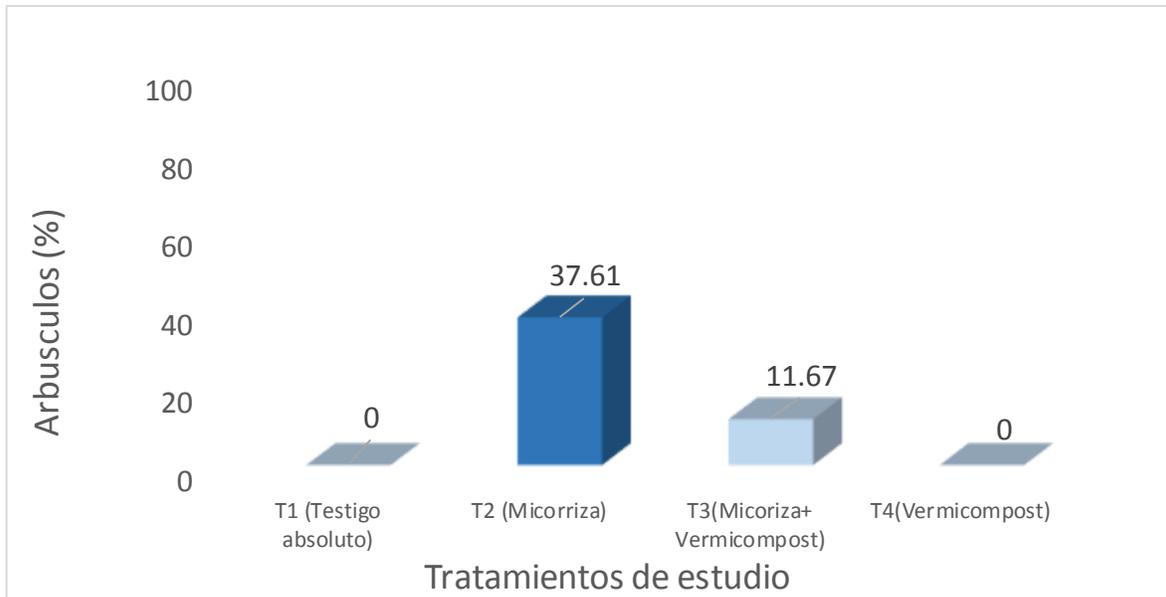
En las esporas fúngicas, el tratamiento 3 (Micorriza + Vermicompost), presentó el mayor porcentaje de colonización micorrízica con el 45.83%, (**Anexo 19.**), mientras que el tratamiento 2 (Micorrizas), con el 30.37% (**Figura 28.**). El incremento obtenido del tratamiento 3, con respecto al tratamiento 2, fue igual a 50.90%.



**Figura 28.** Esporas en el cultivo del Girasol con fines de corte, en los cuatro tratamientos de estudio. UAAAN UL, 2018.

#### 4.13. Arbúsculos fúngicos

En los tratamientos de estudio el tratamiento que presentó el mayor porcentaje de colonización de arbúsculos fue el tratamiento 2, con el 37.61% (**Anexo 19.**), mientras que el tratamiento 3 mostró el 11.67%, siendo este el porcentaje más bajo entre los tratamientos (**Figura 29.**). El incremento obtenido del tratamiento 2, con respecto al tratamiento 3, fue igual a 222.27%.



**Figura 29.**Arbúsculos en el cultivo del Girasol con fines de corte, en los cuatro tratamientos de estudio. UAAAN UL, 2018.

## V. CONCLUSIONES

1. En las variables altura de la planta final y diámetro del tallo, el tratamiento sobresaliente fue el Tratamiento 2 (Micorrizas). Para el variable diámetro del capítulo floral, el tratamiento superior fue el T1 (Testigo). Para la variable de vida de florero, sobresalió el Tratamiento 4 (Vermicompost).
2. Para la biomasa de raíz y biomasa de hojas, el mejor tratamiento fue el T2 (Micorrizas). En la biomasa del tallo, no se encontró significancia estadística pero el Tratamiento 2 (Micorrizas) presento el valor medio más alto. Respecto a la variable Biomasa de la flor, el tratamiento sobresaliente fue el T3 (Micorrizas + Vermicompost). Finalmente en la biomasa total, el Tratamiento 2 (Micorriza) con el valor medio más alto.
3. Para la micorrización en las variables de hifas fúngicas, vesículas fúngicas, esporas fúngicas, sobresalió el tratamiento 3 (Micorrizas + Vermicompost) y en la variable Arbúsculos fúngicos, el Tratamiento 2 (Micorrizas) con el valor medio más alto.
4. Finalmente se concluye que el Tratamiento 2 (Micorrizas), mostró más respuesta en la totalidad de variables de estudio.

## VI.REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aguirre B., M.J. De., y R. Vázquez S. 2007. Lombricultura como alternativa para el aprovechamiento de desechos orgánicos.[En línea]. Disponible en:[www.turevista.uat.edu.mx/Vol.%202%20Num%201/2-1%20lombrices%201.htm](http://www.turevista.uat.edu.mx/Vol.%202%20Num%201/2-1%20lombrices%201.htm). [Fecha de consulta 27/11 2017].
- Ancona M., L., V. Pech M., y A. Flores, N. 2006. Perfil del mercado de la vermicomposta como abono para jardín en la ciudad de Mérida, Yucatán, México. *Revista mexicana de Agronegocios*. (10): 1-15.
- Ávila M., J. 2009. Manual para el cultivo del girasol. [En línea].Disponible en: [http://www.fundacitezulia.gob.ve/download/Manual\\_de\\_cultivo\\_girasol.pdf](http://www.fundacitezulia.gob.ve/download/Manual_de_cultivo_girasol.pdf). [Fecha de consulta el 21/11/2017].
- Barea J., M., J. Palenzuela., P. Cornejo., I. Sánchez., C. Navarro., A. López., B. Estrada., R. Azcón., N. Ferrol., and C. Azcón., A. 2011. Ecological and functional roles of mycorrhizas in semi-arid ecosystems of Southeast Spain, *J. Arid Environ.* 75(12):1292-1301.<http://dx.doi.org/10.1016/j.jaridenv.2011.06.001>.
- Betancourt O., M., M.N. Rodríguez M., M. Sandoval V., y E.A. Gaytán A. 2005.Fertilización foliar una herramienta en el desarrollo del cultivo de lillum cv. Stagazer. *Revista Chapingo serie Horticultura* 11(2): 371-378 Montecillo Estado de México.
- Bian X., L. HU., X. LI., and F. Zhang. 2001. Effect of VA mycorrhiza on the turfgrass quality and mineral nutrient uptakes. *Acta Prataculturae Sinica*. 10:42–46.
- Bolandnazar S., N. Aliasgarzad., M.R. Neishabury., N. Chaparzadeh. 2007. Mycorrhizal colonization improves onion (*Allium cepa* L.) yield and water use efficiency under water deficit condition. *Scientia Horticulture*, 114(1): 11-15.
- Bueno G., G.A., B.R. Pérez., y V.H. Sánchez L. 2002. Evaluación agronómica de especies nativas con potencial forrajero en el departamento del Guaviare: 10.
- Centro Nacional de Investigación, Relación Agua-Suelo-Planta-Atmosfera (CENID-RASPA). Datos climáticos históricos de 2010-2013 Gómez Palacios, Dgo. México.
- Colinas L., M.T.2003. Importancia de los estudios pos-Cosecha de Plantas Ornamentales Nativas de México. In: *Plantas Nativas de México con Potencial Ornamental* Mejía, M., J. M. y Espinosa F., A. (comsp). Universidad Autónoma Chapingo. Pp.175 y 179.

- Concilco A., M.R. del. 2004. Selección y evaluación de líneas s1 de girasol (*Helianthus annuus.*) con características ornamentales. Tesis de licenciatura. UAAAN-UL. Torreón, Coahuila.
- Daniels B.A., H.D. Bougher, T. Grove and N. Malajczuk. 1996. Working whit micorrizas in forestry and agriculture. ACIAR monografías 32. Camberra, Australia.
- De Aguilar C., J.M. 2001. El cultivo de girasol (*Helianthus annuus*) para flor cortada. Flormarket II: 55-61.
- De Aguilar C., J.M 2010. El cultivo de girasol (*Helianthus annuus* L.) para flor cortada. [En línea]. Disponible en: <http://www.bionica.info/biblioteca/Melgares%202001%20girasol.PDF>. [Fecha de consulta 20/11/2017.].
- Dedio W. 2005. The biology of *Helianthus annuus.* (Sunflower). The plant biosafety office.
- Del Valle., L. 1987. El cultivo moderno del girasol. Editorial de Vecchi. España.126 p.
- Díaz Z., A.G., A. Duarte., D.Z. Eleonora P. 2003. El Cultivo de Girasol. ASAGIR (Asociación Argentina del Girasol). [En línea]. Disponible en [http://www.asagir.org.ar/Publicaciones/cuadernillo\\_web.pdf](http://www.asagir.org.ar/Publicaciones/cuadernillo_web.pdf). [Consultado el 20/11/ 2017].
- Feng G., F.S Zhang., X.L Li., C.Y Tian., C. Tang., Z. Rengel. 2002. Improved tolerance of maize plants to salt stress by arbuscular mycorrhiza is related to higher accumulation of soluble sugars in roots. Mycorrhiza 12,185–190.
- Frank B.1885. Über die auf Wurzeisymbiosen beruhende Ernährung gewisser Bäume durch unterirdische Pilze. Ber Deutsch BotGes3: 128-145.
- García E. 1981. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen para Adaptarlo a las Condiciones de la República Mexicana. Offset Larios. García, E. 1981. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koeppen para Adaptarlo a las Condiciones de la República Mexicana. Offset Larios. México. 246 p.
- García E. 1983. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen adaptado a la República Mexicana. México.

- Gerdemann J.W., and T.H Nicolson. 1963. Spores of mycorrhizal Endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. *Transactions of the British Mycological Society* 46: 234-244.
- Gerdeman J.W. 1968. Vesicular-arbuscular mycorrhiza and plant growth. *Annu. Rev. Phytopathology* 6: 397-418.
- Hernández D., A. 2000. Las micorrizas, [en línea]. [www.terraia.com](http://www.terraia.com).
- Hernández T. G. De. 2001 *Herbario medicinal editorial mexicanos unidos*. 9° edición México.
- International Culture Collection of Arbuscular and Vesicular Arbuscular Mycorrhizal Fungi (INVAM). 2000. *Glomus intraradices* reference accession: ut126, [on line]. <http://invam.caf.wvu.edu>.
- Jalaluddin M., M. Hamid. 2011. Effect of adding inorganic organic and microbial fertilizers on seed germination and seedling growth of sunflower. *Pakistan Journal of Botany* 43: 2807-2809.
- Johnson, N.C., J.H Graham., and F.A. Smith. 1997. Functioning of mycorrhizal association along the mutualism-parasitism continuum. *New Phytologist*, 135: 575-585.
- Khalafallah, A. A., and H. H. Abo-Ghaila. 2008. Effect of arbuscular mycorrhizal fungi on the metabolic products and activity of antioxidant system in wheat plants to short term water stress, followed by recovery at different growth stages. *J. Appl. Sci. Res.* 4(5):559-569.
- Lester, D. 2009. Buying and applying mycorrhizal fungi. *Max. Yield. USA*. Pp. 126-131. [on line]. [http://www.maximumyield.com/article\\_shdb.php?articleID=483](http://www.maximumyield.com/article_shdb.php?articleID=483).
- Leszczyńska B., H. 1993. *Plantas Ornamentales de Totula, Sierra Norte de Puebla*. Primer simposio nacional sobre las plantas nativas de México con potencial Ornamental. Memorias asociación mexicana de horticultura Ornamental A.C. OPAEPA. Puebla, Puebla.
- Martínez C., C. 1996. Potencial de la Lombricultura. *Lombricultura Técnica Mexicana*. México.p.140.

- Morales R., E.J., J. Escalante E., y J.A. López S. 2007. Producción de biomasa y rendimiento de semilla de girasol (*Helianthus annuus* L.). Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en función del nitrógeno y fósforo. Ciencia Ergo sum. 14(2):177-183.
- Moreno R., A. 2005. XVII simposio "Semana Internacional de Agronomía", Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Agricultura y Zootecnia, Venecia, Durango, México. Pp. 99-103.
- Ordoñez L., A. 1990. El cultivo del girasol. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España.p.158.
- Padilla E., M. Esqueda., A. Sánchez., R. Troncoso-Rojas., y A. Sánchez. 2006. Efecto de biofertilizantes en el cultivo de melón con acolchado plástico. Revista Fitotecnia Mexicana. 29(4):321-329.
- Phillips, J. M., and D.S. Haymam.1970. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular- arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assesment of infection. Transactions of the British Mycological Society 55: 158- 160.
- Planes-Leyva., M., E. Utria-Borges., J.O. Calderón-Agüero., A.O. Terry Lamother., I. Figueroa-Santana., y A. Lores. 2004. La Biofertilización como Herramienta Biotecnológica de la Agricultura Sostenible. Revista Chapingo serie Horticultura Sostenible. Revista Chapingo Serie Horticultura. 10(1): 5-10.
- Pizarro de Marquez, M. 2009. Girasol. 3 ed. Chile. Editorial Hortitécnia.41 p.
- Quintero L., R., R. Ferrera-Cerrato., J.D. Etchevers B., N.E. García C., R. Rodríguez Kabana., G. Alcántar G., y A. Aguilar S. 2000. Vermicomposteo, Composteo y su Dinámica Microbiana. En: La 41 Edafología y sus Perspectivas al Siglo XXI.Tomo I. UNAM, CP y UACH. México. 417-418
- Rodríguez, R.H., M.M. Echeverría, and M.T. Salaberry. 2004.
- Rajan, S., K., J.B. Reddy B., and J. Bagyaraj D. 2000. Screenng of arbuscular mycorrhizal fungi for their symbiotic efficeicy with Tectona grandis. Forest. Ecol. Manage. 126:91–95.
- Robles S., R. 1985. Producción de Oleaginosas y textiles. 2 ed. México Editorial Limusa. 675 p.
- Román S. 2001. Libro Azul Manual Básico de Fertirrigación. 2 ed. Chile. Editorial Soquimich comercial. 69 p.

- Roy-Bolduc, A., and M. Hijri. 2011. The use of mycorrhizae to enhance phosphorus uptake: A way out the phosphorus crisis. *J. Biofertil. Biopestici.* 2:104.
- Sabanavar, S.J., and H. C. Lakshman. 2009. Effect of Rock Phosphate solubilization using Mycorrhizal fungi and Phosphobacteria on two high yielding varieties of *Sesamum indicum* L. *World J. Agri. Sci.* 5(4):470-479.
- Sistema de Información del Sector Agropecuario (InfoAgro). 2014. El cultivo del girasol. [En línea]. Disponible en: <http://www.infoagro.com/herbaceos/oleaginosas/girasol3.htm>. [fecha de Consulta el 11/11/2017].
- Smith, S. E., and D.J. Read. 1998. *Micorrhizal symbiosis*, San Diego USA, Academic. Press.
- Vessey, J.K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant Soil.* 255:571-586.
- Villar L. 2014. Cultivo de Girasol. [En línea]. Disponible en: <https://bibliotecadeamag.wikispaces.com/file/view/Cultivo+de+Girasol.pdf>. [fecha de consulta 10/11/2011].
- Viorel V., A. 1977. *El girasol*. 2 ed. España, España. Editorial Mundi Prensa.
- Wilcox, H. 1996. Mycorrhizae. In: Yoav Waisel, Amram Eshel, Uzi Kafkafi. *Plants roots, the hidden half*. New York, Marcel Dekker, Inc. pp. 680 - 721.
- Yadav A., R. Gupta., and V.K. Garg. 2003. Organic manure production from cow dung and biogás plant slurry by vermicomposting under field conditions. *International journal of Recycling of organic waste in agriculture*, 2(1), Pp. 1-7
- Zúñiga E., M.R., R. López C., y J.M. Covarrubias R. *Floricultura: una alternativa de producción para el sureste de Coahuila y centro de NL*. Inifap. No. 10, Junio 2003. Pp 1-15.

## ANEXOS

**Anexo 1.** Análisis de varianza para la variable altura de la planta a los 64 dds, en el cultivo del Girasol (*Heliantus annuus L.*), con fines de corte, en los tratamientos de estudio. UAAAN UL, 2018.

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabla		Pr>f
					0.01	0.05	
Tratamientos	3	746.916	248.972	5.93 *	9.78	4.76	0.0316
Bloques	2	1291.541	645.77	15.38 **	10.92	5.14	0.0043

Error experimental	6	251.958	41.993
Total	11	2290.416	

CV= 4.80

DMS= 12.94

**Anexo 2.** Medias obtenidas para la variable altura de la planta de Girasol (*Heliantus annuus L.*), a los 64 dds, en los tratamientos de estudio. UAAAN UL, 2018.

Tratamientos	Media	Significancia
T2	143.66	a
T3	141.66	ab
T1	129.00	bc
T4	125.33	c

**Anexo 3.** Análisis de varianza para la variable diámetro de la flor, en el cultivo del Girasol (*Heliantus annuus L.*), con fines de corte, en los tratamientos de estudio. UAAAN UL, 2018.

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabla		Pr>f
					0.01	0.05	
Tratamientos	3	9.395	3.131	7.39*	9.78	4.76	0.0193
Bloques	2	1.625	0.812	1.92 NS	10.92	5.14	0.2270
Error experimental	6	2.541	0.423				
Total	11	13.562					

CV= 3.97

DMS= 1.819

**Anexo 4.** Medias obtenidas para el variable diámetro de la flor, en el cultivo del Girasol (*Heliantus annuus L.*), con fines de corte, en los tratamientos de estudio. UAAAN UL, 2018.

Tratamientos	Media	Significancia
T1 (Testigo absoluto)	17.33	a

T3 (Micorriza + Vermicompost)	17.16	a
T2 (Micorriza)	15.66	b
T4 (Vermicompost)	15.33	b

**Anexo 5.** Análisis de varianza para la variable diámetro del tallo, en el cultivo del Girasol (*Heliantus annuus L.*), con fines de corte, en los tratamientos de estudio. UAAAN UL, 2018.

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabla		Pr>f
					0.01	0.05	
Tratamientos	3	3.750	1.250	5.45*	9.78	4.76	0.0377
Bloques	2	0.291	0.145	0.64 NS	10.92	5.14	0.5615
Error experimental	6	1.375					
Total	11	5.416					

CV= 6.45  
DMS= 0.956

**Anexo 6.** Medias obtenidas para la variable diámetro del tallo, en el cultivo del Girasol (*Heliantus annuus L.*), con fines de corte en los tratamientos de estudio. UAAAN UL, 2018.

Tratamientos	Media	Significancia
T2 (Micorriza)	8.33	a
T3 (Micorriza + Vermicompost)	7.33	b
T1 (Testigo absoluto)	7.16	b
T4 (Vermicompost)	6.83	b

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabla		Pr>f
					0.01	0.05	
Tratamientos	3	2.500	0.833	13.33 *	9.78	4.76	0.046

Bloques	2	0.125	0.062	1.00	NS	10.92	5.14	0.4219
Error experimental	6	0.375						
Total	11	3.000						

CV= 3.33

DMS= 0.432

**Anexo 7.** Análisis de varianza para la variable vida de florero, en el cultivo del Girasol (*Heliantus annuus L.*), con fines de corte, en los tratamientos de estudio. UAAAN UL, 2018.

**Anexo 8.** Medias obtenidas para la variable vida de florero, en el cultivo del Girasol (*Heliantus annuus L.*), con fines de corte, en los tratamientos de estudio. UAAAN UL, 2018.

Tratamientos	Media	Significancia
T4 (Vermicompost)	8.00	a
T1 (Testigo absoluto)	7.83	a
T3 (Micorriza + Vermicompost)	7.33	b
T2 (Micorriza)	6.83	c

**Anexo 9.** Análisis de varianza para la variable biomasa de raíz, en el cultivo del Girasol (*Heliantus annuus L.*), con fines de corte, en los tratamientos de estudio. UAAAN UL, 2018.

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabla		Pr>f
					0.01	0.05	
Tratamientos	3	3832.068	1277.356	10.01*	29.46	9.28	0.0452
Bloques	1	0.241	0.241	0.00 NS	34.12	10.13	0.9680
Error experimental	3	382.906					
Total	7	4215.216					

CV= 9.026

DMS= 35.954

**Anexo 10.** Medias obtenidas para la variable biomasa de raíz, en el cultivo del Girasol (*Heliantus annuus L.*), con fines de corte, en los tratamientos de estudio. UAAAN UL, 2018.

Tratamientos	Media	Significancia
T2 (Micorriza)	161.00	a
T1 (Testigo absoluto)	124.59	b
T4 (Vermicompost)	109.54	b
T3 (Micorriza + Vermicompost)	105.32	b

**Anexo 11.** Análisis de varianza para la variable biomasa de tallo, en el cultivo del Girasol (*Heliantus annuus L.*), con fines de corte, en los tratamientos de estudio. UAAAN UL, 2018.

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabla		Pr>f
					0.01	0.05	
Tratamientos	3	60633.049	20211.064	3.74 NS	29.46	9.28	0.153
Bloques	1	19.562	19.562	0.00 NS	34.12	10.13	0.955
Error experimental	3	16220.186					
Total	7	76872.798					

CV= 15.761

DMS= 234.01

**Anexo 12.** Medias obtenidas para la variable biomasa de tallo, en el cultivo del Girasol (*Heliantus annuus L.*), con fines de corte, en los tratamientos de estudio. UAAAN UL, 2018.

Tratamientos	Media	Significancia
T2 (Micorriza)	578.75	a
T4 (Vermicompost)	521.71	a
T1 (Testigo absoluto)	401.14	a
T3 (Micorriza + Vermicompost)	364.54	a

**Anexo 13.** Análisis de varianza para la variable biomasa de hojas, en el cultivo del Girasol (*Heliantus annuus L.*), con fines de corte, en los tratamientos de estudio. UAAAN UL, 2018.

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabla		Pr>f
					0.01	0.05	
Tratamientos	3	47217.454	15739.151	4.11*	29.46	9.28	0.1379
Bloques	1	4685.120	4685.120	1.22 NS	34.12	10.13	0.3493
Error experimental	3	11483.931					
Total	7	63386.505					

CV= 12.516  
DMS= 196.9

**Anexo 14.** Medias obtenidas para la variable biomasa de hojas, en el cultivo del Girasol (*Heliantus annuus L.*), con fines de corte, en los tratamientos de estudio. UAAAN UL, 2018.

Tratamientos	Media	Significancia
T2 (Micorriza)	582.27	a
T4 (Vermicompost)	540.07	ab
T3 (Micorriza + Vermicompost)	476.66	ab
T1 (Testigo absoluto)	378.26	b

**Anexo 15.** Análisis de varianza para la variable biomasa de flor, en el cultivo del Girasol (*Heliantus annuus L.*), con fines de corte, en los tratamientos de estudio. UAAAN UL, 2018.

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabla		Pr>f
					0.01	0.05	
Tratamientos	3	4572.065	1524.021*	9.23	29.46	9.28	0.0503
			927.727				
Bloques	1	927.727	NS	5.62	34.12	10.13	0.0985
Error experimental	3	495.382					
Total	7	5995.175					

CV= 10.904  
DMS= 40.89

**Anexo 16.** Medias obtenidas para la variable biomasa de flor, en el cultivo del Girasol (*Heliantus annuus L.*), con fines de corte, en los tratamientos de estudio. UAAAN UL, 2018.

Tratamientos	Media	Significancia
T3 (Micorriza + Vermicompost)	145.82	a
T2 (Micorriza)	123.12	a
T4 (Vermicompost)	122.71	a
T1 (Testigo absoluto)	79.74	b

**Anexo 17.** Análisis de varianza para la variable biomasa total, en el cultivo del Girasol (*Heliantus annuus L.*), con fines de corte, en los tratamientos de estudio. UAAAN UL, 2018.

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabla	Pr>f
					0.01	0.05
Tratamientos	3	242312.762	80770.921	8.79*	29.46	9.28 0.0537
Bloques	1	18634.151	18634.151	2.03 NS	34.12	10.13 0.2496
Error experimental	3	27559.943				
Total	7	288506.857				

CV= 7.478

DMS= 305.03

**Anexo 18.** Medias obtenidas para la variable biomasa total, en el cultivo del Girasol (*Heliantus annuus L.*), con fines de corte, en los tratamientos de estudio. UAAAN UL, 2018.

Tratamientos	Media	Significancia
T2 (Micorriza)	1541.57	a
T4 (Vermicompost)	1338.66	ab
T3 (Micorriza + Vermicompost)	1133.26	b
T1 (Testigo absoluto)	1113.34	b

**Anexo 19.** Porcentaje de micorrización, en el cultivo del Girasol (*Heliantus annuus L.*), con fines de corte, en los tratamientos de estudio. UAAAN UL, 2018.

Tratamientos	Hifas	Vesículas %	Esporas	Arbúsculos
T1 (Testigo absoluto)	0	0	0	0
T2 (Micorriza)	84.17	35.18	30.37	37.61
T3(Micorriza+ Vermicompost)	100	60.83	45.83	11.67
T4(Vermicompost)	0	0	0	0