

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**TITULO:**

**PRODUCCIÓN DE ALGODÓN (*Gossypium hirsutum* L.) BAJO  
FERTILIZACIÓN FOLIAR CON TÉ DE VERMICOMPOST**

**POR:**

**JOSÉ ANTONIO GUTIÉRREZ BARRETO**

**TESIS:**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**Torreón, Coahuila, México.**

**Diciembre, 2014**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

PRODUCCIÓN DE ALGODÓN (*Gossypium hirsutum* L.) BAJO  
FERTILIZACIÓN FOLIAR CON TÉ DE VERMICOMPOST

POR:

JOSÉ ANTONIO GUTIÉRREZ BARRETO

TESIS:

QUE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ ASESOR, COMO  
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR:

ASESOR PRINCIPAL:

  
Dr. ALFREDO OGAZ

ASESOR:

  
Dr. MARIO GARCÍA CARRILLO

ASESOR:

  
Dr. HÉCTOR JAVIER MARTÍNEZ AGÜERO

ASESOR:

  
M.C. FEDERICO VEGA SOTELO

  
DRA. MA. TERESA VALDÉS PÉREZGASGA   
COORDINADORA INTERINA DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS  
AGRONÓMICAS

Torreón, Coahuila, México

Diciembre, 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

PRODUCCIÓN DE ALGODÓN (*Gossypium hirsutum* L.) BAJO  
FERTILIZACIÓN FOLIAR CON TÉ DE VERMICOMPOST

POR:

JOSÉ ANTONIO GUTIÉRREZ BARRETO

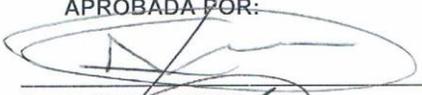
TESIS:

QUE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR,  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

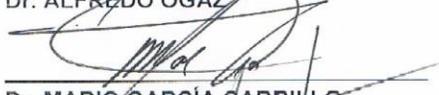
INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR:

PRESIDENTE:

  
Dr. ALFREDO OGAZ

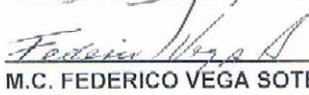
VOCAL:

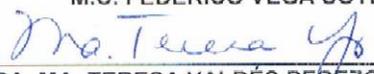
  
Dr. MARIO GARCÍA CARRILLO

VOCAL:

  
Dr. HÉCTOR JAVIER MARTÍNEZ AGÜERO

VOCAL SUPLENTE:

  
M.C. FEDERICO VEGA SOTELO

  
DRA. MA. TERESA VALDÉS PEREZGASGA  
COORDINADORA INTERINA DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS  
AGRONÓMICAS



División de la División de  
Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México

Diciembre, 2014

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por brindarme la oportunidad y todas las facilidades para salir adelante, fue un placer y una bendición poder estudiar dentro de la misma para poder realizar una carrera profesional, así como a todo su personal docente y principalmente a todos mis profesores durante mis nueve semestres en el transcurso de mi vida como Universitario.

Gracias a todo el personal docente del departamento de Fito Mejoramiento por su buena enseñanza, buen trato y buen apoyo académico y buenos consejos durante todos mis semestres.

Al Dr. Alfredo Ogaz ya que me brindo todo lo necesario para poder realizar este trabajo de investigación, por compartirme sus conocimientos y herramientas para poder trabajar en este trabajo y también gracias por su buen trato, comprensión y paciencia y apoyo incondicional.

Gracias al Dr. Salvador Godoy Ávila, por sus buenas enseñanzas, apoyo desde la primera vez que fue mi maestro hasta ahora y sus buenos consejos para ser un mejor estudiante y también le agradezco por su gran amistad.

A mi primo José Eduardo Barreto por estar conmigo en las buenas y en las malas durante el transcurso de mi toda mi carrera como estudiante fue como un hermano donde compartimos grandes experiencias gracias por su apoyo incondicional en tomo momento.

A mi compañera y amiga Emily Santana de Ávila que es como una hermana para mí por ser una gran persona a mi lado gracias por tu gran amistad y apoyo por

estar a mi lado a todo momento, donde compartimos todo tipo de experiencias buenas y malas gracias te quiero mucho amiga.

A mis compañeros Nereida Salazar, Fernando Pastrana y David Cruz por su gran amistad durante mi carrera, gracias por su apoyo incondicional y gracias por compartir conmigo experiencias como compañeros y amigos son increíbles persona con quienes viví grandes alegrías.

## DEDICATORIAS

**A MI DIOS,** Gracias a mi dios por guiarme e iluminarme por el buen camino para poder lograr esta etapa muy importante en mi vida, y mil gracias mi dios por llenarme de bendiciones y cuidarme durante estos cuatro años y medio estando lejos de mis seres queridos dándome toda la fuerza y luz para salir adelante.

**A MIS PADRES,** A María Asunción Barreto y Felipe Gutiérrez Castillo gracias por darme el privilegio de vivir, y darme todo tipo de apoyo incondicional para poder superarme, por sus grandes consejos y por poner toda su confianza en mí brindándome todas las facilidades para poder seguir mis estudios y cumplir todas mis metas y así ser una mejor persona.

**A MI HERMANO,** Luis Jesús Gutiérrez Barreto por brindarme su apoyo incondicional y sus buenos consejos para seguir superándome mientras estuvo en vida, en estos momentos le doy gracias a chucho por cuidarme e iluminar mi camino desde el cielo, siempre estarás en mi corazón mi querido hermano.

**A MIS HERMANAS,** Diana, Laura, Sandra y Heidi, por darme la felicidad de tener hermanas y por darme su apoyo en cualquier momento y por brindarme toda su confianza con sus buenos deseos y bendiciones las quiero mucho hermanas.

**A MI NOVIA,** Cynthia Anaíd González Turijan por su gran apoyo durante toda mi carrera y hasta ahora, por estar conmigo siempre dándome todo el amor y cariño para poder salir adelante con sus buenos deseos y consejos.

## INDICE

<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>i</b>
<b>DEDICATORIAS.....</b>	<b>iii</b>
<b>INDICE.....</b>	<b>iv</b>
<b>INDICE DE CUADROS.....</b>	<b>vi</b>
<b>INDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>vii</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>ix</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Objetivos.....	3
1.2 Hipótesis.....	3
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
2.1 Generalidades del algodón.....	4
2.1.1 Origen geográfico del algodón.....	4
2.1.2 Clasificación taxonómica del algodón.....	5
2.1.3 Ciclo del algodón.....	5
2.2 Descripción morfológica del algodón.....	6
2.2.1 Forma.....	6
2.2.2 Raíz.....	6
2.2.3 Tallo.....	7
2.2.4 Ramas vegetativas.....	7
2.2.5 Ramas fructíferas.....	7
2.2.6 Hojas.....	8
2.2.7 Flor.....	8
2.2.8 Fruto.....	8
2.2.9 Semilla.....	8
2.3 Requerimientos del cultivo.....	9
2.4 Solución.....	10
2.5 Té de compost.....	11
2.6 Lombricultura.....	11
2.7 El vermicompostaje.....	11
2.8 Papel de la vermicomposta en la fertilidad del suelo.....	12

2.9 Antecedentes de investigación .....	13
2.10 Uso de compost.....	15
2.11 Fertilización foliar .....	16
2.12 Mecanismos de la fertilización foliar .....	18
2.13 Fertilizantes químicos.....	19
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>21</b>
3.1 Ubicación del experimento .....	21
3.2 Localización geográfica de la Comarca Lagunera.....	21
3.3 Aspecto climatológico de la Comarca Lagunera. ....	21
3.3.1 Clima.....	21
3.3.2 Temperatura.....	21
3.3.3 Precipitación.....	22
3.3.4 Humedad Relativa .....	22
3.5 Preparación del terreno .....	23
3.6 Siembra .....	23
3.7 Riegos de gravedad .....	23
3.8 Cosecha .....	23
3.9 Diseño experimental .....	23
3.10 Tratamientos .....	24
3.11 Variables respuesta .....	27
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>28</b>
4.1 Análisis de suelo .....	28
4.2. Análisis de agua de riego.....	29
4.3 Análisis del Vermicomposta .....	30
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>47</b>
<b>VI. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>48</b>

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Tratamientos de fertilización foliar para la producción de algodón bajo fertilización foliar con té de vermicompost en la UAAAN-UL 2013. ....	25
<b>Cuadro 2.</b> Conductividad eléctrica y pH de las soluciones foliares de los tratamientos, producción de algodón bajo fertilización foliar con té de vermicompost en la UAAAN-UL 2013. ....	26
<b>Cuadro 3.</b> Características físicas y químicas del suelo del área experimental, para la evaluación de producción de algodón bajo fertilización foliar con té de vermicompost, en la UAAAN-UL 2013. ....	28
<b>Cuadro 4.</b> Análisis de agua de riego empleada durante el desarrollo del cultivo para la producción de algodón bajo fertilización foliar con té de vermicompost en la UAAAN-UL 2013. ....	29
<b>Cuadro 5.</b> Análisis químico del Vermicomposta empleado en las soluciones foliares para la producción de algodón bajo fertilización foliar con té de vermicompost en la UAAAN-UL 2013. ....	30
<b>Cuadro 6.</b> Significancia de las variables para la producción de algodón bajo fertilización foliar con té de vermicompost UAAAN-UL 2013.....	31
<b>Cuadro 7.</b> Resultados de las variables número de capullos por planta (NCPP), peso de capullo por planta (PCP), peso de fibra por planta (PFP), peso de semilla por planta (PSP) en la producción de algodón bajo fertilización foliar con té de vermic.....	32
<b>Cuadro 8.</b> Resultados de las variables porcentaje de fibra (PCF), peso promedio de capullo (PPC), peso de 100 semillas (P100), micronaire (MIC), longitud de fibra (UHMLLEN) y resistencia de fibra (STR) en la producción de algodón bajo fertilización foliar con té. ....	33
<b>Cuadro 9.</b> Resultados de las variables de rendimiento algodón hueso por hectárea (RAHA) y rendimiento de fibra de algodón (RAPHA), en la producción de algodón bajo fertilización foliar con té de vermicompost UAAAN UL 2013. ....	34

## INDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Rendimiento de algodón/hueso por hectárea (RAHA), con té de vermicompost al 30, 60 y 90 % (V1, V2 y V3), ácido fosfórico al 0.5, 1.5 y 2.5 % (F1, F2 Y F3), solución inorgánica al 1, 3 y 5% (S1, S2 Y S3) y testigo absoluto a base de agua (TA)..... 35
- Figura 2.** Rendimiento de fibra de algodón por hectárea (RAPHA) con té de vermicompost al 30, 60 y 90 % (V1, V2 y V3), ácido fosfórico al 0.5, 1.5 y 2.5 % (F1, F2 Y F3), solución inorgánica al 1, 3 y 5% (S1, S2 Y S3) y testigo absoluto a base de agua (TA)..... 36
- Figura 3.** Numero de capullos por planta con té de vermicompost al 30, 60 y 90 % (V1, V2 y V3), ácido fosfórico al 0.5, 1.5 y 2.5 % (F1, F2 Y F3), solución inorgánica al 1, 3 y 5% (S1, S2 Y S3) y testigo absoluto a base de agua (TA), en la producción de algodón. .... 37
- Figura 4.** Peso de capullos por planta (PCP) con té de vermicompost al 30, 60 y 90 % (V1, V2 y V3), ácido fosfórico al 0.5, 1.5 y 2.5 % (F1, F2 Y F3), solución inorgánica al 1, 3 y 5% (S1, S2 Y S3) y testigo absoluto a base de agua (TA). .... 38
- Figura 5.** Peso de fibra por planta (PFP) con té de vermicompost al 30, 60 y 90 % (V1, V2 y V3), ácido fosfórico al 0.5, 1.5 y 2.5 % (F1, F2 Y F3), solución inorgánica al 1, 3 y 5% (S1, S2 Y S3) y testigo absoluto a base de agua (TA), en la producción de algodón. .... 39
- Figura 6.** Peso de semillas por planta (PSP) con té de vermicompost al 30, 60 y 90 % (V1, V2 y V3), ácido fosfórico al 0.5, 1.5 y 2.5 % (F1, F2 Y F3), solución inorgánica al 1, 3 y 5% (S1, S2 Y S3) y testigo absoluto a base de agua (TA). .... 40
- Figura 7.** Porciento de fibra (PCF) con té de vermicompost al 30, 60 y 90 % (V1, V2 y V3), ácido fosfórico al 0.5, 1.5 y 2.5 % (F1, F2 Y F3), solución inorgánica al 1, 3 y 5% (S1, S2 Y S3) y testigo absoluto a base de agua (TA), en la producción de algodón. .... 41
- Figura 8.** El peso promedio de peso de capullo (PPC) con té de vermicompost al 30, 60 y 90 % (V1, V2 y V3), ácido fosfórico al 0.5, 1.5 y 2.5 % (F1, F2 Y F3), solución inorgánica al 1, 3 y 5% (S1, S2 Y S3) y testigo absoluto a base de agua (TA). .... 42

**Figura 9.** El peso de 100 semillas (P100) con té de vermicompost al 30, 60 y 90 % (V1, V2 y V3), ácido fosfórico al 0.5, 1.5 y 2.5 % (F1, F2 Y F3), solución inorgánica al 1, 3 y 5% (S1, S2 Y S3) y testigo absoluto a base de agua (TA), en la producción de algodón. .... 43

**Figura 10.** Micronaire (MIC) con té de vermicompost al 30, 60 y 90 % (V1, V2 y V3), ácido fosfórico al 0.5, 1.5 y 2.5 % (F1, F2 Y F3), solución inorgánica al 1, 3 y 5% (S1, S2 Y S3) y testigo absoluto a base de agua (TA), en la producción de algodón. .... 44

**Figura 11.** Longitud de fibra (UHML) con té de vermicompost al 30, 60 y 90 % (V1, V2 y V3), ácido fosfórico al 0.5, 1.5 y 2.5 % (F1, F2 Y F3), solución inorgánica al 1, 3 y 5% (S1, S2 Y S3) y testigo absoluto a base de agua (TA), en la producción de algodón. .... 45

**Figura 12.** Resistencia de fibra (STR) con té de vermicompost al 30, 60 y 90 % (V1, V2 y V3), ácido fosfórico al 0.5, 1.5 y 2.5 % (F1, F2 Y F3), solución inorgánica al 1, 3 y 5% (S1, S2 Y S3) y testigo absoluto a base de agua (TA), en la producción de algodón. .... 46

## RESUMEN

El algodón es una materia prima muy importante para la industria textil, ya que a través de la industrialización del producto se obtienen semillas, fibras, hilos y otros, la fertilización foliar tiene las ventajas del bajo costo y de una respuesta rápida de la planta, y es particularmente importante cuando ocurren problemas del suelo y crecimiento deficiente de raíces.

El humus de lombriz es el abono orgánico más conocido en el mercado este abono aporta los nutrimentos necesarios para que las plantas cultivadas realicen procesos de crecimiento y desarrollo, el té de humus contiene: nitrógeno, fósforo, potasio y micro elementos que representan el 1% de su composición, aporta ácidos húmicos y fúlvicos que estimulan la nutrición de la planta, este trabajo se realizó para conocer la producción de algodón bajo fertilización foliar con té de vermicomposta,

Con el objetivo de conocer la producción de algodón bajo fertilización foliar con té de vermicompost se realizó un experimento en el año 2013, en el Campo Experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, Se evaluaron 10 soluciones foliares asperjadas a la planta en tres ocasiones, utilizando tres tipos de soluciones foliares, un tipo consistió en té de vermicomposta, la segunda solución consistió en tres concentraciones de ácido fosfórico diluido en agua y el tercer tipo consistió en la dilución de fertilizantes inorgánicos en tres concentraciones diferentes y un testigo absoluto con aplicación de agua. Se evaluaron las variables de producción y calidad de fibra.

No se encontró diferencia estadística significativa por efecto de los tratamientos de fertilización foliar en las variables de producción y las variables de calidad, excepto para la variable peso promedio de capullo, donde los tratamientos fertilización con vermicompost al 30 y 60 %, obtuvieron los valores menores.

Los tratamientos de fertilización foliar con té de vermicompost presentaron un efecto favorable en las variables de producción y peso de 100 semillas (9.61g), y en las variables de calidad Micronaire (4.56) y longitud de fibra (28.19 mm).

Los tratamientos de fertilización foliar con ácido fosfórico presentaron un efecto favorable en las variable de calidad de fibra, longitud de fibra (28.73 mm).

Los tratamientos de fertilización foliar con soluciones inorgánicas al 1 y 3 %, presentaron efectos favorables en las variables de rendimiento, rendimiento algodón/hueso (7,282 kg/ha), rendimiento algodón/pluma (3,168 kg/ha), peso de fibra por planta (52.82 g), peso de semillas por planta (63.33 g), y porcentaje de fibra (43.70 %), y en las variables de calidad de fibra, longitud de fibra (28.19 mm) y resistencia de fibra (663 MPa).

**Palabras clave:** algodón, rendimiento, calidad, fibra, foliar, té, vermicompost.

## I. INTRODUCCIÓN

El algodón se cultiva principalmente por su fibra, sin embargo es también una importante oleaginosa: el aceite obtenido de la semillas, que se destina al consumo humano, y la torta resultante después de su extracción, rica en proteínas y utilizada en alimentación animal, juegan un papel relevante en la producción mundial (López, 2003).

El algodón es una materia prima muy importante para la industria textil, ya que a través de la industrialización del producto se obtienen semillas, fibras, hilos y otros. Destinados tanto como para el mercado interno y externo. La aplicación de fertilizantes en el algodón es muy común, hacia fines de los 90, se popularizó la aplicación de fertilizantes foliares. En especial, en aquellos casos en donde se ubiquen claras asociaciones con problemas de suelo, la fertilización foliar es una opción atractiva para los productores de algodón. La fertilización foliar tiene las ventajas del bajo costo y de una respuesta rápida de la planta, y es particularmente importante cuando ocurren problemas del suelo y crecimiento deficiente de raíces.

El humus de lombriz es el abono orgánico más conocido en el mercado (Schuldt 2006). Este abono aporta los nutrimentos necesarios para que las plantas cultivadas realicen procesos de crecimiento y desarrollo (Eyheraguibel *et al.* 2008); Se conoce que el humus en disolución, conocido también como té de humus, contiene minerales como lo son: nitrógeno, fósforo, potasio y micro elementos que representan el 1% de su composición (Schuldt 2006). El té de humus de lombriz, aparte de contener nutrientes minerales, aporta ácidos húmicos y fúlvicos que estimulan la nutrición de la planta (Fernández, 1996).

En el cultivo del algodón, la absorción de los nutrientes aplicados al suelo, puede ser limitada por varias condiciones, entre las que se incluyen: 1) gran carga de capullos en rápido desarrollo y concomitante reducción del sistema radicular activo, 2) reducción de la actividad radicular causada por compactación, acidez, alcalinidad, o nematodos, 3) falta temporal de humedad en el suelo que limita la difusión de nutrientes, 4) actividad radicular reducida en la época de llenado de los capullos y 5) enfermedades. El conocimiento de la interacción de estos factores con la nutrición de la planta puede ayudar a los agricultores a determinar los beneficios potenciales de la fertilización foliar en los programas de nutrición del algodón (Oosterhuis, 2003).

Por una parte, la aplicación foliar tiene como desventajas posible fitotoxicidad, problemas de solubilidad, ya que solo una pequeña cantidad del nutriente puede ser absorbida por vez o por momento de pulverización. La respuesta del algodón a la fertilización foliar es más probable cuando se ha tenido un mal manejo de fertilizantes aplicados al suelo provocado por distintos problemas presentes en el suelo a causa de factores ambientales, la aplicación de soluciones fertilizantes foliares, que contengan Principalmente N y K aumentan los rendimientos del algodón o prevenir pérdidas potenciales de rendimientos asociadas a deficiencias, la aplicación foliar de productos fertilizantes aumentan los rendimientos, pero solo debe considerarse como un suplemento de un programa de nutrición balanceada de productos aplicados al suelo basado en un objetivo realista de rendimiento (Oosterhuis, 2003).

## **1.1 Objetivos**

Conocer la producción de algodón bajo fertilización foliar con té de vermicompost.

## **1.2 Hipótesis**

La aplicación foliar de té de vermicompost en la etapa de maduración de frutos mejora el rendimiento y la calidad del algodón.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Generalidades del algodón

El termino algodón es más agrícola y tecnológico que botánico, y se usa para describir las especies cultivadas del genero *Gossypium*. El nombre español deriva del árabe al o *el-kutum*, al igual que la palabra inglesa *Cotton* que deriva de la palabra árabe *qutum* o *kutum* (López, 2003).

Algunas especies del género *Gossypium* producen fibras en la cubierta de las semillas que pueden ser hiladas. Estas fibras son células enlogadas que crecen externamente desde la superficie del ovulo, y a medida que éste aumenta se forma sucesivas capas de celulosa en forma helicoidal en el protoplasto. Cuando la fibra madura el protoplasto muere y la pared celular, que es prácticamente pura celulosa, se pliega interiormente para formar un cordón retorcido. Este aplastamiento y retorcimiento de la pared celular seca promueve la adherencia cuando las fibras son entrelazadas durante el proceso de hilado (López, 2003).

#### 2.1.1 Origen geográfico del algodón

Robles (1980), menciona que el algodón es nativo del viejo y del nuevo mundo, concepto que a veces causa confusión pero hay que recordar que la explicación lógica puede ser la teoría que la deriva de los continentes, en donde estos fueron separados, después de que diferentes especies vegetales se habían dispersado, en grandes aéreas geográficas.

Hernández, *et al.*, (1992) mencionaron que el algodón y que el aprovechamiento de su fibra, data de tiempo remoto. En el noroeste de la india (valle del río indio Pakistán oriental), se comprobó la existencia de tallos y productos fabricados con algodón en antiguas tumbas hindúes, que datan de 3,000 años A.C., y pertenece a *Gossypium arboreum L.*, existe aún en la India.

### 2.1.2 Clasificación taxonómica del algodón

Clasificación taxonómica según Robles, (1980).

Reino: Vegetal  
División: tracheophyta  
Subdivisión: Pteropsidea  
Clase: Angiosperma  
Subclase: Dicotiledóneas  
Orden: Malváceas  
Familia: Malváceas  
Tribu: Hibisceas  
Género: *Gossypium*  
Especie: *hisurtum*

### 2.1.3 Ciclo del algodón

El ciclo del algodón se divide en cinco partes diferentes, las cuales son:

1.- fase nacimiento. De la germinación a el despliegue de los cotiledones.

Duración de 6-10 días.

2.- fase “plántula” o embrión: desde el despliegue de los cotiledones al estadio de 3 a 4 hojas. Duración de 20 a 25 días.

3.- fase prefoliación: del estadio de 3 a 4 hojas al comienzo de la floración. Duración de 30 a 35 días.

4.- fase de floración: duración de 50 a 70 días.

5.- fase de la maduración de la capsula: duración de 50 a 80 días. (Díaz, 2002)

## **2.2 Descripción morfológica del algodón**

La morfología o estructura fundamental del algodón, es relativamente simple. De igual forma, varía ampliamente según la especie y la influencia del ambiente, de las condiciones del cultivo y desarrollo de la selección (Díaz, 2002).

### **2.2.1 Forma**

En el algodón muy desarrollado, el tallo principal es erguido y su crecimiento es terminal y continuo (monopódico), las ramas secundarias y después las siguientes, se desarrollan de manera continua (monopódico) o discontinua (simpodica). La longitud del tallo principal así como la de las ramas, es variable; el conjunto constituye el porte que varía del piramidal a esférico (Díaz, 2002).

### **2.2.2 Raíz**

La raíz principal es axomorfa o pivotante, con raíces secundarias al lado de la principal, siguen una dirección más o menos horizontal, las cercanas al cuello más larga y las próximas al ápice más cortas. Las raíces secundarias se ramifican consecutivamente hasta llegar a los pelos absorbentes radicales. La profundidad de su penetración en el suelo varía de 50 a 100 cm., y bajo condiciones muy favorables, en suelos que tengan buen drenaje alcanza hasta más de 2 metros de profundidad (Díaz, 2002).

### **2.2.3 Tallo**

El tallo principal es erecto, con un crecimiento monopodial, integrados por nudos y entrenudos. De un nudo se desarrolla una hoja y en la base del peciolo emergen dos y más, una es vegetativa y otra es fructífera. La corteza, es moderadamente gruesa, dura y encierran a las fibras liberianas con la cara extrema más o menos suberificado. Los tallos son de color amarillento sobre las partes viejas, verdosas y rojizas sobre las partes jóvenes (Díaz, 2002).

### **2.2.4 Ramas vegetativas**

Las ramas vegetativas o monopódicas se encuentran en la zona definida cerca de la base de la planta, sobre ella no se desarrollan directamente órganos reproductivos normalmente la planta entre dos o tres de estas ramas (Díaz, 2002).

### **2.2.5 Ramas fructíferas**

Se desarrollan a partir del quinto al sexto nudo del eje principal, su crecimiento simpódico les hace adquirir la forma de zigzag. El punto de crecimiento termina en una flor. En cada nudo de la rama fructífera se encuentran dos yemas: una dará origen a una flor y la otra a una hoja. Las posiciones, tanto de la hoja como de la estructura reproductiva se hacen alternas en la medida que se separan al tallo principal (Díaz, 2002).

### **2.2.6 Hojas**

Las hojas nacen sobre el tallo principal, las hojas de la variedad cultivada tiene de tres a cinco nervaduras con nectarios en el envés que excreta un fluido dulce (Díaz, 2002).

### **2.2.7 Flor**

Las flores son dialipétalas, con cuatro brácteas y estambres numerosos que envuelven al pistilo: es planta autogama, aunque algunas flores abren antes de la fecundación, produciendo semillas híbridas (Díaz, 2002).

### **2.2.8 Fruto**

El fruto es una capsula con tres a cinco carpelos, que tienen de seis a nueve semillas cada uno las células epidérmicas de las semillas constituyen la fibra llamada algodón. La longitud de la fibra varía entre 20 y 45 cm y el calibre o grosor, entre 15 y 25 micras (Díaz, 2002).

Después de la maduración del fruto se produce dehiscencia, abriéndose la capsula. La floración de la planta de algodón es escalonada. El aprovechamiento principal del algodón es la fibra textil (Díaz, 2002).

### **2.2.9 Semilla**

En cada celda hay un promedio de seis a nueve semillas ovales. La semilla produce del 18 al 20% del aceite comestible, el orujo o torta se utiliza para alimentación ganadera. La torta tiene una alta riqueza en proteínas, pero tiene también un alcaloide denominado gossypol, que es tóxico. Hoy se prepara una

torta de la que se extrae el gossypol, pero hay que tener cuidado sobre todo en la alimentación de cerdos y aves, o los residuos que pueda tener (Díaz, 2002).

### **2.3 Requerimientos del cultivo**

El cultivo del algodón procede de climas tropicales, pero se cultiva entre los 42° de latitud norte y los 35° latitud sur, excepto en las zonas del ecuador, donde el exceso de lluvias dificulta su explotación.

El algodón no germina por debajo de los 14° c y es una planta que necesita de alta temperatura. Su germinación es muy delicada teniendo que estar el terreno bien terminado. Si no tiene la humedad apropiada, no nace y si se pasa la humedad, se pudre la semilla. Si después de nacer se presentan días algo fríos, las plantas mueren y obliga a efectuar resiembras. La maduración y apertura de los frutos exige mucha luz y temperatura, y le son perjudiciales las lluvias de otoño. Durante los 30 días que preceden la floración, el algodón es muy sensible a la sequía.

La polinización y el cuajado en las capsulas se hacen mejor en tiempos secos, aunque con humedad en el terreno. Las raíces del algodón necesitan terreno profundo y permeable para que respiren bien. Le perjudica la acidez, por lo que requiere reacción neutra o alcalina, aunque no tolera el exceso de cal. Es bastante tolerante a la salinidad.

El algodón no es muy exigente en la fertilidad del suelo. En terrenos muy fértiles, arcillosos y sobre todo en los limosos, el desarrollo vegetativo es muy bueno, pero al prolongarse el ciclo hay capsulas que no llegan a madurar, siendo la floración muy escalonada. En terrenos menos fértiles alcanzan menos altura,

pero fructifican, bien sobre todo es menor la cantidad de capsula que no llegan a madurar por alcanzar los fríos.

El algodón puede cultivarse bien varios años en el mismo terreno, siempre que no hay problema de ataque de verticilos. Robles (1985), menciona que la resistencia a verticilos es influenciada por factores hereditarios, medio ambiente, grado de madurez de la fibra, espesor de las paredes de las fibras individuales, época de floración, localización de la fibra sobre las diferentes partes de la semilla, y falta de elementos nutrientes encargados de provocar el aumento en el contenido de carbohidratos en la planta.

El sistema de producción de algodón que se utiliza actualmente en la Comarca Lagunera es en siembras a 76 cm de distancia entre surcos y densidades de población de 10 plantas m<sup>-2</sup>, con niveles de producción que oscilan en 4.5 y 5.0 toneladas de algodón hueso por hectárea (Gaytán *et al.*, 2004; Palomo *et al.*, 2003). En cuanto a la fertilización del cultivo, se utilizan en forma general fuentes inorgánicas, como el sulfato y fosfato de amonio, para suplir los nutrimentos nitrógeno y fósforo, en dosis de 120 y 50 unidades por hectárea, aplicadas al suelo; y no se usa la fertilización foliar como una práctica común (Gaytán *et al.*, 2004; Palomo *et al.*, 2003).

## **2.4 Solución**

El fertilizante foliar funciona mejor en su penetración a cierto pH de la solución, pero que varía según el elemento; para el N es mejor a pH entre 5-6, mientras que para el Ca es mejor un pH de 7. Por otra parte, se tiene una mejor

solución asperjable cuando se adicionan coadyuvantes con características adherentes, penetrantes, humectantes y dispersantes.

## **2.5 Té de compost**

El té de compost es el extracto líquido de compost de alta calidad que contiene microorganismos beneficiosos y nutrientes que le aportan a los cultivos vitalidad y fuerza para poder hacer frente a enfermedades y plagas. Se trata de evitar y/o reducir el uso de fungicidas, herbicidas, plaguicidas y fertilizantes químicos para suprimir plagas y enfermedades a través del té de compost, a la vez que respetando el medio ambiente (Edwards *ca et al.*, 1996).

## **2.6 Lombricultura**

Es una de las actividades que la agricultura orgánica sustentable ha tomado como alternativa para la producción de fertilizantes orgánicos de alta calidad a bajos precios. Desde el siglo pasado, se han hecho estudios básicos sobre la función de las lombrices en el suelo así como sus efectos. En la actualidad no se le da la debida importancia que tiene ésta actividad en la producción de vegetales (Santamaría R. *et al.*, 1996. ).

## **2.7 El vermicompostaje**

Es un proceso de oxidación biológica no termófilo en el que el material orgánico se convierte en humus de lombriz, es un material que contiene una alta porosidad, aireación, drenaje, capacidad de retención de agua y las actividades

microbianas, a través de las interacciones entre las lombrices de tierra y los microbios asociados (Edwards, 1998 , Atiyeh *et al.*, 2000, Arancon *et al.*, 2004).

Las lombrices de tierra son los controladores cruciales del proceso, ya que airean, la condición y el fragmento de sustrato y por lo tanto alteran drásticamente la actividad microbiana y su potencial de biodegradación (Fracchia *et al.*, 2006, Lazcano *et al.*, 2008).

El Vermicomposteo acelera el proceso de descomposición por 2-5 veces, con lo que se acelera la conversión de los residuos en valor biofertilizante y produce mucho más homogénea en comparación con los materiales de compostaje termófilo (Bhatnagar *et al.*, 1996, Atiyeh *et al.*, 2000 ).

Comprende de una etapa activa durante el cual las lombrices de tierra y los microbios asociados procesan conjuntamente el sustrato y la fase de maduración que implica la acción de microbios asociados y se produce una vez que se mueve el gusano a las capas más frescas de los residuos no digeridos. La duración de la fase activa depende de la especie y la densidad de las lombrices de tierra que intervienen (Ndegwa *et al.*, 2000,Lazcano *et al.*, 2008,Aira *et al.*, 2011).

## **2.8 Papel de la vermicomposta en la fertilidad del suelo**

Vermicompost pueden influir significativamente en el crecimiento y la productividad de las plantas debido a su micro y su macro elementos, vitaminas, enzimas y hormonas (Makulec, 2002).

El vermicompost contiene nutrientes como nitratos, fósforo intercambiable, potasio, calcio, y magnesio en las formas disponibles para las plantas (Orozco *et al.*, 1996) y tiene gran área de superficie particular que proporciona muchos

micrositios para la actividad microbiana y la fuerte retención de nutrientes (Shi-wei *et al.*, 1991).

Además de proporcionar nutrientes mineralógicos, vermicompost también contribuyen a la fertilidad biológica mediante la adición de microbios beneficiosos para el suelo. Moco, excretado a través tuvo digestivo de la lombriz de tierra, estimula el antagonismo y la competencia entre las diversas poblaciones microbianas que resulta en la producción de algunos antibióticos y bioquímicos similares a las hormonas, impulsando el crecimiento de la planta (Mitchell *et al.*, 1997).

Afecta favorablemente el pH del suelo, la población microbiana, la actividad de las enzimas del suelo, que causan una posible contaminación del medio ambiente (Mitchell *et al.*, 1997).

Además aumenta el espacio de macroporos que van desde 50 hasta 500 micras, lo que resulta una mejora de la relación de aire-agua en el suelo, con efectos positivos en el crecimiento de plantas (Marinari *et al.*, 2000).

## **2.9 Antecedentes de investigación**

El uso de vermicompost como biofertilizante ha aumentado recientemente debido a su extraordinario nivel de nutrientes, y una mayor actividad microbiana y antagónica. El Vermicompost producido a partir de diferentes materiales tales como los residuos de alimentos, estiércol, purines, etc. Cuando se usa como suplemento de medios, el crecimiento de plántulas mejora el desarrollo y el aumento de la productividad de una amplia variedad de cultivos (Atiyeh R. *et al.*, 2000c).

La aplicación de vermicompost en la proporción de 20:01 dio lugar a un aumento significativo y constante en crecimiento de las plantas en tanto condiciones de campo y de invernadero, proporcionando así una evidencia sustancial de que el crecimiento biológico promoción de factores que juegan un papel clave en la germinación de la semilla y el crecimiento de las plantas (Edwards *et al.*, 2004).

Las investigaciones revelaron que las hormonas vegetales y sustancias reguladoras del crecimiento de las plantas (PGR), como las auxinas, giberelinas, citoquininas, etileno y ácido abscísico son producidas por microorganismos (Chen *et al.*, 1990)

Amplias investigaciones sobre las actividades biológicas de las sustancias húmicas mostraron que también poseen la propiedad de estimular el crecimiento de planta (Chen *et al.*, 1990)

El ácido húmico y fúlvico en el humus disuelve los minerales insolubles en la materia orgánica y los hace fácilmente disponible para las plantas y además también ayudan a las plantas a superar el estrés y estimula el crecimiento de plantas (Sinha *et al.*, 2010). Los estudios sobre las actividades biológicas de vermicompost y sus derivados húmicos, han puesto de manifiesto que tienen efecto hormonal similar a los promotores de crecimiento (Muscolo *et al.*, 1993)

Las lombrices de tierra producen reguladores del crecimiento vegetal, dado que aumentan la actividad microbiana, son considerados como importantes agentes que mejoran la producción de reguladores de crecimiento de plantas (Nardi *et al.*, 1988).

El uso de lombrices en la reproducción vegetal promoviendo iniciación de raíces, en el aumento del número de raíces y la biomasa. Es un efecto similar a las hormonas produce por heces de las lombrices en el metabolismo de las plantas, la estimulación del enraizamiento, la elongación de los entrenudos y la precocidad de la floración se atribuye al hecho de la presencia de metabolitos microbianos (Edwards, 1998).

## **2.10 Uso de compost**

Un compost bien maduro, que ha sufrido un proceso de formación correcto y se ha obtenido a partir de restos variados, tiene la ventaja de incorporar todos los elementos esenciales para las plantas y aportar riqueza y equilibrio de nutrientes al suelo donde se aplica, los vegetales nutridos con este compost gozarán de una salud que no le pueden garantizar los fertilizantes de síntesis, o complemento del compost sólido (Castellanos, 1980).

El humus de lombriz es el abono orgánico más conocido en el mercado (Schuldt 2006). Este abono aporta los nutrimentos necesarios para que las plantas cultivadas realicen procesos de crecimiento y desarrollo (Eyheraguibel *et al.* 2008); además, contiene compuestos orgánicos que influyen en la disponibilidad de nutrimentos y resistencia a la fijación y lavado (Somarriba & Guzmán 2004); y es un medio ideal para la proliferación de hongos y bacterias benéficos, que reducen el riesgo en el desarrollo de enfermedades a las plantas.

Se conoce que el humus en disolución, conocido también como té de humus, contiene minerales como lo son: nitrógeno, fósforo, potasio y micro elementos que representan el 1% de su composición (Schuldt 2006). Estos macro

y micro elementos se encuentran en el humus en un estado de equilibrio, por lo cual impide la posible interferencia en la absorción de los nutrientes por un exceso de alguno de ellos (Schuldt 2006). El té de humus de lombriz, aparte de contener nutrientes minerales, aporta ácidos húmicos y fúlvicos que estimulan la nutrición de la planta (Fernández, 1996).

### **2.11 Fertilización foliar**

La nutrición adecuada de la planta para optimizar la productividad en el cultivo de algodón requiere que las deficiencias sean evitadas. Por ello es necesario disponer de programas adecuados de fertilización en donde las aplicaciones foliares, pueden ser útiles para varios propósitos, siendo difíciles de solucionar a través del suelo, con lo cual se puede prevenir la pérdida de rendimientos (Oosterhuis *et al.*, 1991). Consideración que es una práctica que permite la incorporación inmediata de los elementos esenciales en los metabolitos que se están generando en el proceso de la fotosíntesis (Swietlik y Faust, 1984) y especialmente cuando los análisis de tejido indican una escasez en fases tardías del cultivo.

La fertilización foliar con nitrógeno y potasio es una estrategia muy importante para resolver problemas de deficiencias de estos nutrientes en etapas tardías de cultivo, incrementando los rendimientos y mejorando la calidad de fibra, principalmente en uniformidad de longitud y resistencia (Oosterhuis *et al.*, 1990).

Investigaciones de campo fueron realizadas para evaluar los beneficios de la aplicación foliar de nitrato de potasio sobre rendimiento y calidad de fibra. Mejores rendimientos se observan con la aplicación foliar de nitrato de potasio

junto con el incremento de los parámetros que definen la calidad de la fibra como la longitud, uniformidad y resistencia (Oosterhuis *et al.*, 1992).

El algodón se caracteriza por su crecimiento indeterminado y su hábito de crecimiento simpódico, que disminuye gradualmente el largo de sus entrenudos. A pesar de su naturaleza perenne, es muy respondedor al ambiente y al manejo. Este hábito de fructificación está en reversa con la actividad radicular, con mayores exigencias a medida que la actividad de las raíces disminuye, de modo que la provisión de nutrientes a los capullos y bochas se hace más bien a expensas de las reservas acumuladas en periodos más tempranos. Los beneficios nutricionales de una mejor fertilización se asocian con un período más extenso de llenado de capullos. Lamentablemente, se confunde de a este efecto con un retardo en la maduración, cuando en realidad, debe considerársela como una detención prematura de la fructificación (Oosterhuis, 2003).

Muchos productores de algodón reconocen la necesidad de desarrollar un programa nutricional de fertilización al suelo para lograr expectativas de rendimiento, pero también necesitan reconocer las condiciones y situaciones bajo las cuales los fertilizantes foliares pueden complementar los fertilizantes aplicados al suelo de modo de aumentar la eficiencia de uso de nutrientes, los rendimientos potenciales y resultados (Oosterhuis, 2003).

La absorción de nutrientes aplicados al suelo puede estar limitada por variadas condiciones, que incluyen: 1) un rápido desarrollo, junto con una alta carga de capullos acompañado por una declinación en el sistema radicular activo, 2) reducción en la actividad radicular causada por compactación de suelo, acidez del suelo, o nematodos, 3) escaseces temporales de humedad del suelo que

impida o limite la difusión de nutrientes del suelo, 4) reducida actividad de la raíces en el llenado de la cápsulas, o 5) enfermedades (Oosterhuis, 2003).

El conocimiento de la interacción de estos factores con la nutrición del cultivo puede ayudar a los productores a determinar las ventajas potenciales de la fertilización foliar en programas Históricamente hay un enorme caudal de publicaciones científicas acerca de la fertilización foliar, que fue por primera vez usada hace mucho tiempo, de nutrición de algodón. En 1844, para corregir clorosis con pulverizaciones foliares de hierro. Se usa amplia y extensivamente desde muchos años en horticultura y fruticultura. En cultivos extensivos ha cobrado atención desde hace un par de décadas, aunque todavía se especula acerca de los beneficios y la correcta implementación de esta práctica (Oosterhuis, 2003).

## **2.12 Mecanismos de la fertilización foliar**

Barber (1984) Menciona que para que los nutrientes de los fertilizantes foliares sean utilizados por las plantas en su metabolismo, deben primero atravesar la barrera de entrada en la las células foliares. Para lograr esto el nutriente debe penetrar efectivamente la cutícula externa y la pared de la célula epidérmica subyacente. Una vez que ha ocurrido la penetración, la absorción del nutriente por las células es similar a la absorción por las raíces. De todos los componentes del camino de los nutrientes aplicados por vía foliar, la cutícula es la que ofrece la mayor resistencia. Hoja antes de poder ser incluidos en el citoplasma.

Las aplicaciones foliares, si bien no reemplazan el manejo de N, P y S el cual debe realizarse al momento de la siembra, presentan la ventaja de proveer una nutrición intensiva y con una dosificación exacta, sobre la base de un diagnóstico preciso, y con la posibilidad de aplicar los nutrientes en los momentos de mayor demanda del cultivo gracias a su rápida absorción.

Los nutrientes vía foliar se pueden aplicar como sulfato o cloruro, o bien se les puede combinar con un agente quelatante que envuelve al elemento como lo son el EDTA, el EDDHA, el ácido cítrico, los ácidos húmicos, y otros. Los primeros son eficientes, penetran bien a la hoja pero se translocan poco; los quelatos también son eficientes ya que tienen una penetración adecuada pero se translocan mejor que los sulfatos (Barber, 1984).

### **2.13 Fertilizantes químicos**

Los elementos químicos que sirven de alimento a los vegetales se clasifican en dos grupos: macronutrientes y micronutrientes. Los macronutrientes son los que las plantas necesitan en mayor proporción, ya que constituyen los elementos químicos más abundantes de su composición orgánica (Castellanos, 1989).

Los micronutrientes u oligoelementos, en cambio, son necesarios en muy pequeñas cantidades y, por ello, su presencia en las plantas es más reducida que en el caso de los macronutrientes. Sin embargo, tanto unos como otros son esenciales para el buen desarrollo de los vegetales (Castellanos, 1980).

Los fertilizantes de origen inorgánico, son fuente de contaminación del suelo y las aguas subterráneas si no se utilizan de forma balanceada; por otra

parte, el abono orgánico ofrece grandes ventajas que difícilmente pueden lograrse con los fertilizantes inorgánicos (Castellanos, 1989).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Ubicación del experimento**

El experimento se realizó en el 2013, en el Campo Experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, de Torreón Coahuila.

#### **3.2 Localización geográfica de la Comarca Lagunera**

La Comarca Lagunera, está integrada por municipios de Torreón, Matamoros Francisco I Madero, San Pedro y Viesca en el estado de Coahuila y los municipios de Gómez Palacio, Lerdo, Tlahualilo y Mapimi, Nazas en el estado de Durango. Esta se encuentra ubicada entre los paralelos 24°05 y 26°45 de latitud norte y los meridianos 101°40 y 104°45 de longitud oeste de Greenwich, a una altura de 1,120 metros sobre el nivel del mar.

#### **3.3 Aspecto climatológico de la Comarca Lagunera.**

##### **3.3.1 Clima**

De acuerdo con la clasificación de los climas del Dr. Thorntwhite, el clima de la Comarca Lagunera es cálido en toda su área cultivada, con lluvias deficientes en todas las estaciones, y con una temperatura aproximadamente de 30° C (Quiñones, 1980).

##### **3.3.2 Temperatura**

La temperatura en la comarca lagunera se divide en dos épocas, la primera comprende de abril a octubre, en el cual la temperatura media mensual excede de

los 20° c, y la segunda abarca los meses de noviembre a marzo, en los cuales la temperatura media mensual oscila entre 13.6° c y 19.4° c, los meses más calurosos son de mayo a agosto y los más fríos son diciembre enero. (Farías, 1980).

### **3.3.3 Precipitación**

De acuerdo con las lluvias registradas durante los 30 años en la estación climatológica de Lerdo, Durango, en La Comarca Lagunera, el periodo máximo de precipitación está comprometido en los meses de Mayo, Junio, Julio y Agosto. La precipitación pluvial que caracteriza la región, condiciona la existencia de atmosfera desprovista de humedad, la precipitación media anual de las últimas décadas es de 220 mm (Quiñones, 1988).

### **3.3.4 Humedad Relativa**

La humedad relativa varía según las estaciones del año. Esta humedad es promedio de las observaciones efectuadas durante el día, y son las siguientes:

Primavera 31.3%

Verano 46.2%

Otoño 52.9%

Invierno 44.3% (Quiñones, 1988)

### **3.5 Preparación del terreno**

Esta se realizó con anticipación, 2 días antes de llevarse a cabo la siembra. Iniciando con el empareje del terreno y el rayado de las corrugaciones o bordos sencillos.

### **3.6 Siembra**

La siembra se realizó el 8 de Mayo del 2013, a tierra venida con tractor y sembradora de precisión, depositando 13 semillas por metro lineal en surcos separados a 0.75 metros, se utilizó la variedad de algodón transgénica Delta Pine 0935/RR, resistente a plagas de lepidópteros y herbicida glifosato, de la compañía Monsanto.

### **3.7 Riegos de gravedad**

Se aplicaron cuatro riegos durante el ciclo del cultivo; uno de pre siembra y tres riegos de auxilio, a los 60, 86 y 115 días después de la siembra.

### **3.8 Cosecha**

La cosecha se realizó en manera manual el 16 de octubre del 2013, a los 160 días después de la siembra.

### **3.9 Diseño experimental**

Se utilizó un diseño experimental en bloques completos al azar con tres repeticiones. El lote experimental consistió en ocho surcos de algodón de 30 metros de longitud. La unidad experimental fue una planta de algodón. Se

seleccionaron al azar 30 plantas de algodón y se etiquetaron para la aplicación de los tratamientos.

### **3.10 Tratamientos**

Se evaluaron 10 soluciones foliares asperjadas a la planta en tres ocasiones: Primera aspersion, el 29 de agosto 2013 a los 112 días después de la siembra. Segunda aspersion, el 6 de septiembre de 2013 a los 120 días después de la siembra. Tercera aspersion, el 13 de septiembre del 2013 a los 127 días después de la siembra.

Se utilizaron tres tipos de soluciones foliares, un tipo consistió en te de vermicomposta se preparó haciendo la mezcla de agua y vermicompost en las proporciones mencionadas más abajo.

El segundo tipo de solución consistió en tres concentraciones de ácido fosfórico diluido en agua y el tercer tipo consistió en la dilución de fertilizantes inorgánicos en tres concentraciones diferentes.

Testigo absoluto = agua (TA

**Cuadro 1.** Tratamientos de fertilización foliar para la producción de algodón bajo fertilización foliar con té de vermicompost en la UAAAN-UL 2013.

Tratamientos	Por ciento (%)	Solución/ agua
V1	30	3 L en 10 litros de agua
V2	60	6 L en 10 litros de agua
V3	90	9 L en 10 litros de agua
F1	0.5	1 L de H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> /200 L
F2	1.5	3 L de H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> /200 L
F3	2.5	5 L de H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> /200 L
S1	1	3,2.5,1,1,g/L (10 g/L)
S2	3	9,7.5,3,3, g/L (30 g/L)
S3	5	15,12.6,5,5, g/L (50.2 g/L)
TA	0	Agua

V1= té de vermicompost 30 %, V2= té de vermicompost 60 %, V3= té de vermicompost 90 %, F1= ácido fosfórico 0.5 %, F2= ácido fosfórico 1.5%, F3= ácido fosfórico 2.5 %, S1= solución inorgánica 1 %, S2= solución inorgánica 3%, S3=solución inorgánica 5%, TA= testigo absoluto a base de agua. Solución inorgánica (S), a base de urea, sulfato de magnesio, sulfato ferroso, sulfato de zinc y sulfato de manganeso con sus respectivas proporciones en la solución.

Se determinó el pH y la CE (ms/cm) a las soluciones foliares empleadas y el resultado se muestra en el (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Conductividad eléctrica y pH de las soluciones foliares de los tratamientos, producción de algodón bajo fertilización foliar con té de vermicompost en la UAAAN-UL 2013.

Tratamiento	PH	CE (ms/cm)
V1	8.64	4.54
V2	8.65	6.90
V3	2.70	8.84
F1	2.08	5.97
F2	1.75	11.97
F3	1.60	17.04
S1	5.48	4.40
S2	3.51	9.22
S3	3.34	13.50
TA	7.44	1.10

V1= té de vermicompost 30 %, V2= té de vermicompost 60 %, V2= té de vermicompost 90 %, F1= ácido fosfórico 0.5 %, F2= ácido fosfórico 1.5%, F3= ácido fosfórico 2.5 %, S1= solución inorgánica 1 %, S2= solución inorgánica 3%, S3=solución inorgánica 5%, TA= testigo absoluto a base de agua. Solución inorgánica (S), a base de urea, sulfato de magnesio, sulfato ferroso, sulfato de zinc y sulfato de manganeso con sus respectivas proporciones en la solución.

### **3.11 Variables respuesta**

Se evaluaron las variables , número de capullos por planta, (NCP), peso de capullos por planta (PCP), el peso de capullo promedio (PPC), peso de fibra por planta (PFP), peso de semilla por planta (PSP), porcentaje de fibra (PCF) y el peso de 100 semillas (P100), se estimó el rendimiento de algodón/hueso por ha (RAHA, kg/ha), rendimiento de fibra por ha (RAPHA) en base a una población de 60,000 plantas por hectárea, así mismo se obtuvieron las variables de calidad de fibra Micronaire (MIC), longitud de fibra (UHMLL) y resistencia de fibra (STR), las cuales se determinaron por medio del equipo de ultra bajo volumen (HVI).

Los resultados se sometieron al análisis de varianza y cuando hubo significancia a la prueba de medias por el método de la diferencia mínima significativa al  $p= 0.05$  de probabilidad de error. Se usó el paquete SAS (9.3) para realizar los cálculos.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Análisis de suelo

Con el propósito de conocer las características químicas de este suelo, se analizó una muestra representativa de suelo, las determinaciones se llevaron a cabo en el laboratorio de suelos de la UAAAN-UL, las características se determinaron mediante diferentes técnicas.

En el cuadro 3 y 4 se presentan los valores promedios de las características físicas y químicas de suelo del área experimental y características físico químicas del agua de riego.

**Cuadro 3.** Características físicas y químicas del suelo del área experimental, para la evaluación de producción de algodón bajo fertilización foliar con té de vermicompost, en la UAAAN-UL 2013.

Parámetros	Profundidad 0 -30
Textura del suelo	Franco limoso
Ph	7.6
Cond. Eléctrica ms/cm	2.52
Nitrógeno %	.078
Fosforo (P) ppm	18.219
<b>Cationes solubles</b>	
Calcio(Ca) meq/lto	9.6
Magnesio (Mg) meq/lto	0.4
Sodio (Na) meq/lto	4.8

<b>Micronutrientes</b>	
Cobre(Cu) ppm	123
Fierro (Fe) ppm	117
Zinc (Zn) ppm	75
Manganeso (Mn) ppm	377

#### 4.2. Análisis de agua de riego

El agua de riego tiene características químicas que pueden influir en el desarrollo del cultivo, por lo cual se elaboró un análisis de ésta (cuadro 4) con la que se cubrió la demanda hídrica del algodón, el análisis se realizó en el Laboratorio de Suelos de la UAAAN-UL, empleándose el método volumétrico.

**Cuadro 4.** Análisis de agua de riego empleada durante el desarrollo del cultivo para la producción de algodón bajo fertilización foliar con té de vermicompost en la UAAAN-UL 2013.

Característica	Unidades	Rango
Na	meq•L <sup>-1</sup>	6.28
Ca	meq/L	4.4
Mg	meq/L	5.68
pH	meq/L	7.31
CE	mS•cm <sup>-1</sup>	1.196
Sulfato	Ppm	81.75
Carbonatos	-	0

### 4.3 Análisis del Vermicomposta

El vermicompost se adquirió en el Módulo de abonos orgánicos y lombricultura de la UAAAN-UL. Las características químicas de este sustrato, se analizó una muestra representativa del Vermicompost, las determinaciones se llevaron a cabo en el laboratorio de suelos de la UAAAN-UL, las características químicas se determinaron mediante diferentes técnicas.

**Cuadro 5.** Análisis químico del Vermicomposta empleado en las soluciones foliares para la producción de algodón bajo fertilización foliar con té de vermicompost en la UAAAN-UL 2013.

Características	Unidades	Concentración
CIC	meq/100g	9.0
Ca	meq/100g	111.02
Mg	meq/100g	55.6
P	Ppm	1146.07
K	Ppm	nd
Mn	Ppm	0.75
Cu	Ppm	3.32
Zn	Ppm	0.23
N	%	0.91
MO	%	13.55
R. C/N		8.63
Da	g/cm <sup>-3</sup>	0.40
Na	meq/L	164.48
pH	-	7.9

nd= no determinado.

En el cuadro seis se presentan los resultados de análisis de varianza para las variables respuesta medidas en el presente experimento.

**Cuadro 6.** Significancia de las variables para la producción de algodón bajo fertilización foliar con té de vermicompost UAAAN-UL 2013.

Variable	C.V. (%)	R2	(Pr> F)
NCPP	25.09	0.485599	0.1374 NS
PCP	28.33	0.486804	0.1504 NS
PFP	29.41	0.474762	0.1623 NS
PSP	28.44	0.505863	0.1348 NS
PCF	3.98	0.490137	0.1204 NS
PPC	11.54	0.550131	0.0569 *
P100	5.30	0.578906	0.3268 NS
MIC	6.70	0.404444	0.0398 NS
UHML	1.99	0.459426	0.2871 NS
STR	4.28	0.470707	0.4546 NS

NCPP= número de capullos por planta, PCP= peso de capullos por planta, PFP= peso de fibra por planta, PSP= peso de semillas por planta, PCF= porcentaje de fibra, PPC= peso de capullo promedio, P100= peso 100 semillas, MIC= micronaire, UHML= longitud de fibra, STR= resistencia de fibra

**Cuadro 7.** Resultados de las variables número de capullos por planta (NCP), peso de capullo por planta (PCP), peso de fibra por planta (PFP), peso de semilla por planta (PSP) en la producción de algodón bajo fertilización foliar con té de vermicompost UAAAN UL 2013.

Tratamientos	NCP	PCP	PFP	PSP
		(g)	(g)	(g)
V1	16.66	73.70	29.83	34.77
V2	25.66	113.57	47.47	56.83
V3	17.33	89.07	37.43	45.27
F1	14.33	69.87	29.37	37.27
F2	22.0	104.10	42.93	52.63
F3	19.66	73.70	31.03	36.63
S1	25.00	116.23	50.87	61.00
S2	25.33	121.40	52.80	63.33
S3	25.33	117.70	49.80	61.10
TA	22.66	123.77	48.43	58.13

V1= té de vermicompost 30 %, V2= té de vermicompost 60 %, V3= té de vermicompost 90 %, F1= ácido fosfórico 0.5 %, F2= ácido fosfórico 1.5%, F3= ácido fosfórico 2.5 %, S1= solución inorgánica 1 %, S2= solución inorgánica 3%, S3=solución inorgánica 5%, TA= testigo absoluto a base de agua. Solución inorgánica (S), a base de urea, sulfato de magnesio, sulfato ferroso, sulfato de zinc y sulfato de manganeso con sus respectivas proporciones en la solución.

**Cuadro 8.** Resultados de las variables porcentaje de fibra (PCF), peso promedio de capullo (PPC), peso de 100 semillas (P100), micronaire (MIC), longitud de fibra (UHMLLEN) y resistencia de fibra (STR) en la producción de algodón bajo fertilización foliar con té de vermicompost UAAAN UL 2013.

Tratamientos	PCF	PPC	P100	MIC	UHML	STR
	(%)	(g)	(g)		(mm)	(Mpa)
V1	39.84	4.37 bc	8.20	4.56	27.94	598
V2	41.66	4.42 bc	8.66	4.23	27.94	623
V3	41.88	5.12 a	9.61	4.53	28.19	590
F1	42.42	4.83 ab	9.13	4.44	28.19	613
F2	41.31	4.75 ab	8.93	4.16	27.68	623
F3	42.21	3.64 c	8.90	4.21	28.70	614
S1	43.70	4.66 ab	8.60	4.31	28.19	663
S2	43.43	4.84 ab	8.70	4.39	27.68	593
S3	42.50	4.57 ab	8.63	4	27.94	594
TA	39.69	5.43 a	9.10	4.46	27.43	609

V1= té de vermicompost 30 %, V2= té de vermicompost 60 %, V2= té de vermicompost 90 %, F1= ácido fosfórico 0.5 %, F2= ácido fosfórico 1.5%, F3= ácido fosfórico 2.5 %, S1= solución inorgánica 1 %, S2= solución inorgánica 3%, S3=solución inorgánica 5%, TA= testigo absoluto a base de agua. Solución inorgánica (S), a base de urea, sulfato de magnesio, sulfato ferroso, sulfato de zinc y sulfato de manganeso con sus respectivas proporciones en la solución.

**Cuadro 9.** Resultados de las variables de rendimiento algodón hueso por hectárea (RAHA) y rendimiento de fibra de algodón (RAPHA), en la producción de algodón bajo fertilización foliar con té de vermicompost UAAAN UL 2013.

Tratamientos	RAHA (Kg/ha)	RAPHA (Kg/ha)
V1	4,422	1,789.8
V2	6,814.2	2,848.2
V3	5,344.2	2,245.8
F1	4,192.2	1,758.6
F2	6,246	2,575.8
F3	4,422	1,861.8
S1	6,973.8	3,052.2
S2	7,284	3,168
S3	7,062	2,988
TA	7,426.2	2,905.8

V1= té de vermicompost 30 %, V2= té de vermicompost 60 %, V3= té de vermicompost 90 %, F1= ácido fosfórico 0.5 %, F2= ácido fosfórico 1.5%, F3= ácido fosfórico 2.5 %, S1= solución inorgánica 1 %, S2= solución inorgánica 3%, S3=solución inorgánica 5%, TA= testigo absoluto a base de agua. Solución inorgánica (S), a base de urea, sulfato de magnesio, sulfato ferroso, sulfato de zinc y sulfato de manganeso con sus respectivas proporciones en la solución.

En la figura 1 se muestra la variable rendimiento de algodón/hueso por hectárea (RAHA) en la producción de algodón bajo fertilización foliar con té de vermicompost, no se presentó diferencia significativa en los tratamientos, donde el testigo absoluto con 7,426 kg presenta la mayor producción de algodón/hueso por ha, mientras el tratamiento F1 (ácido fosfórico) con 4,192 kg fue el que presentó el menor rendimiento por hectárea. Palomo *et al* (2002) encontraron rendimiento de algodón hueso de 5,128 kg/ha para algodón con tres riegos de auxilio en la Comarca Lagunera en el tratamiento de tres riegos de auxilio.

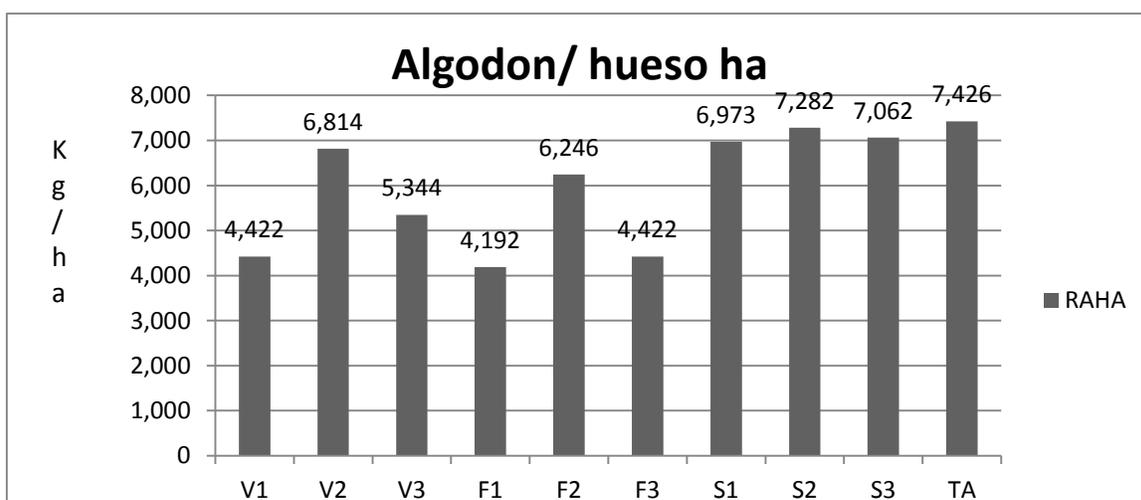
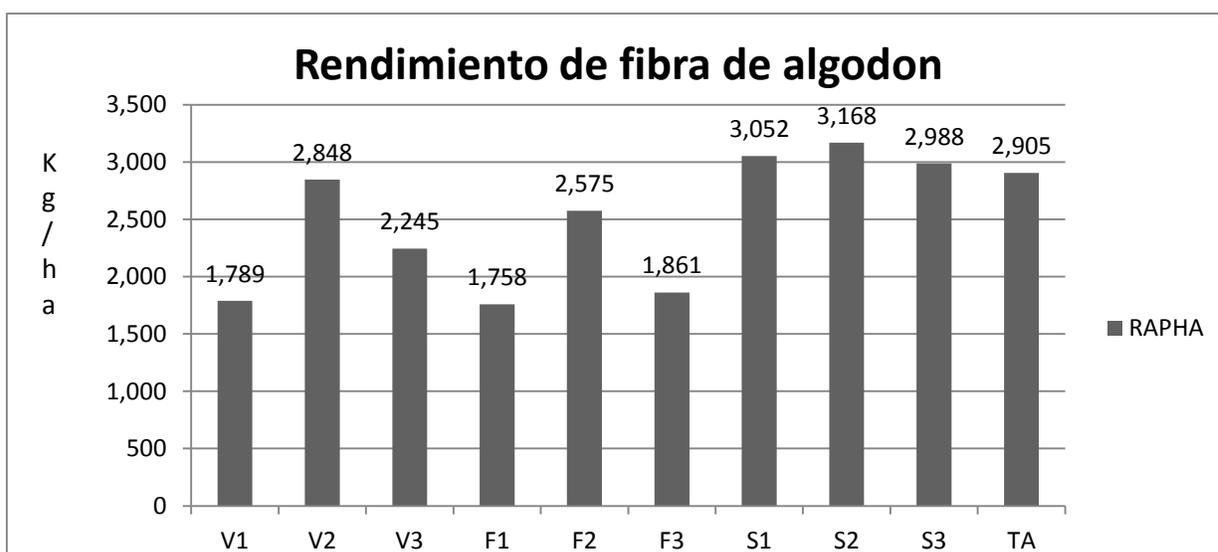


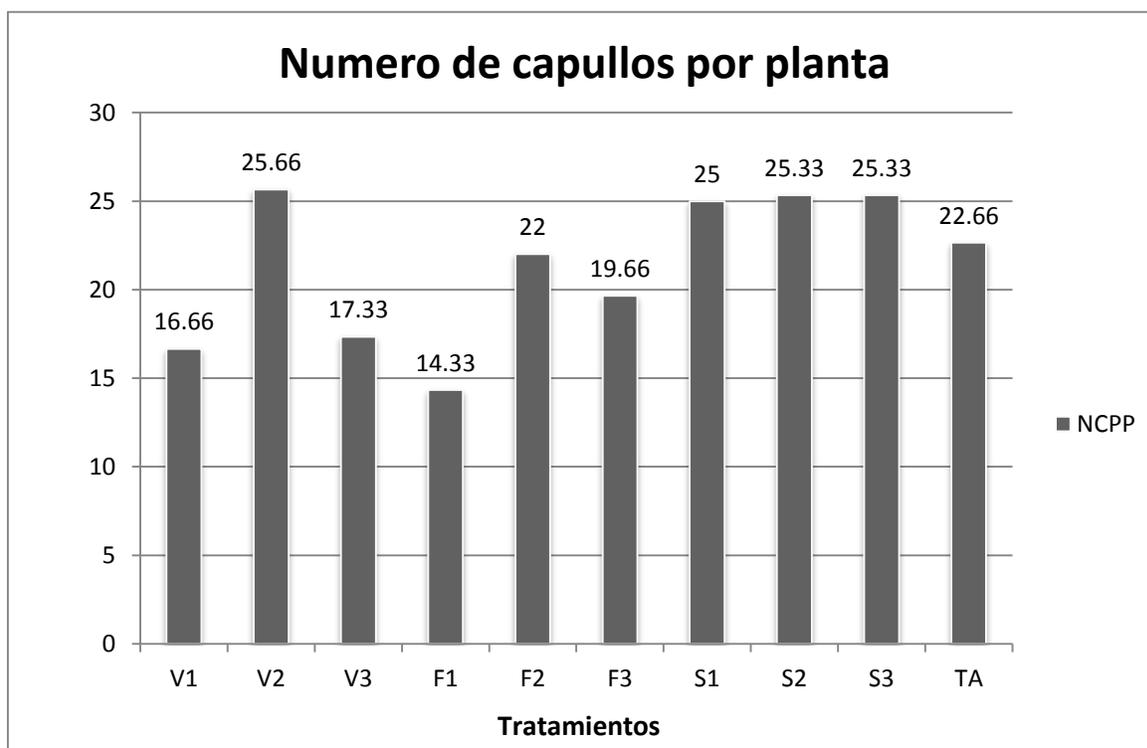
Figura 1. Rendimiento de algodón/hueso por hectárea (RAHA), con té de vermicompost al 30, 60 y 90 % (V1, V2 y V3), ácido fosfórico al 0.5, 1.5 y 2.5 % (F1, F2 Y F3), solución inorgánica al 1, 3 y 5% (S1, S2 Y S3) y testigo absoluto a base de agua (TA).

En la figura 2 se muestra la variable rendimiento de algodón fibra por hectárea (RAPHa), en la producción de algodón bajo la fertilización foliar con té de compost, donde no se presentó diferencia significativa en los tratamientos, donde el tratamiento S2 con 3,168 kg/ha presenta la mayor producción de algodón hueso por ha, mientras el tratamiento F1 (ácido fosfórico) con 1,758 kg/ha fue el que presentó el menor rendimiento por hectárea. Palomo *et al* (2002) encontraron rendimiento de algodón fibra de 1,972 kg/ha para la producción de algodón con tres riegos de auxilio en la Comarca Lagunera.

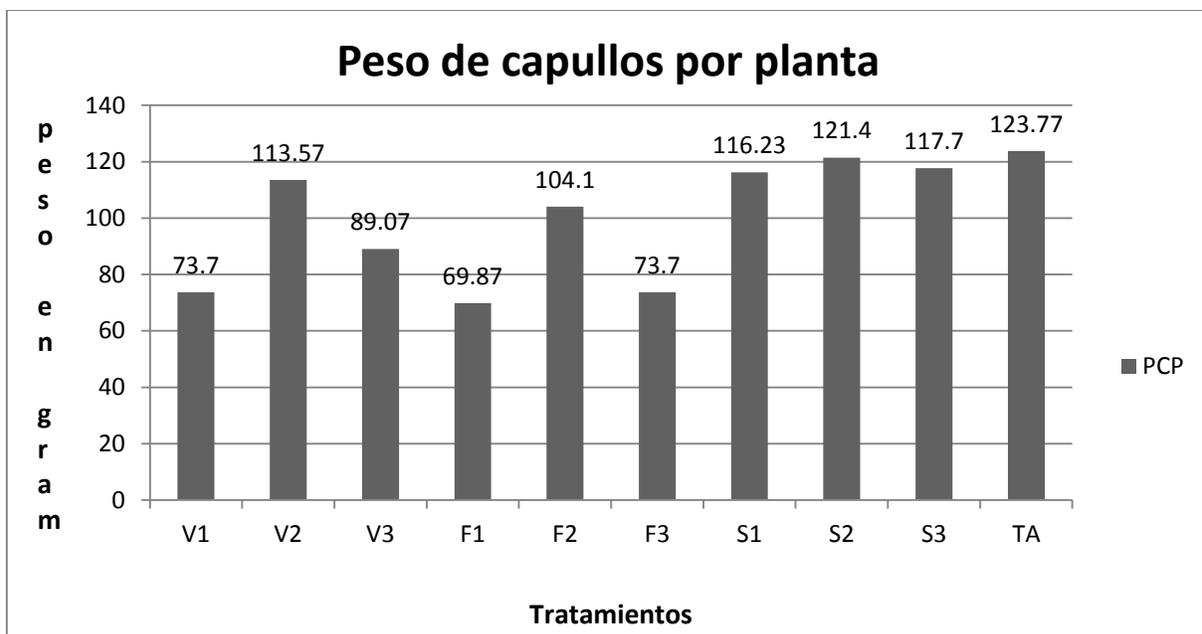


**Figura 2.** Rendimiento de fibra de algodón por hectárea (RAPHa) con té de vermicompost al 30, 60 y 90 % (V1, V2 y V3), ácido fosfórico al 0.5, 1.5 y 2.5 % (F1, F2 Y F3), solución inorgánica al 1, 3 y 5% (S1, S2 Y S3) y testigo absoluto a base de agua (TA).

En la figura 3 se muestra la variable número de capullos por planta (NCP) en la producción de algodón bajo fertilización foliar con té de compost, donde no se presentó diferencia significativa en los tratamientos, donde el tratamiento V2 (té de vermicompost) con 25.6 capullos obtuvo el mayor número de capullos por planta, mientras el tratamiento F1 (ácido fosfórico) con 14.33 fue el que presentó la menor cantidad de capullos por planta entre los tratamientos.

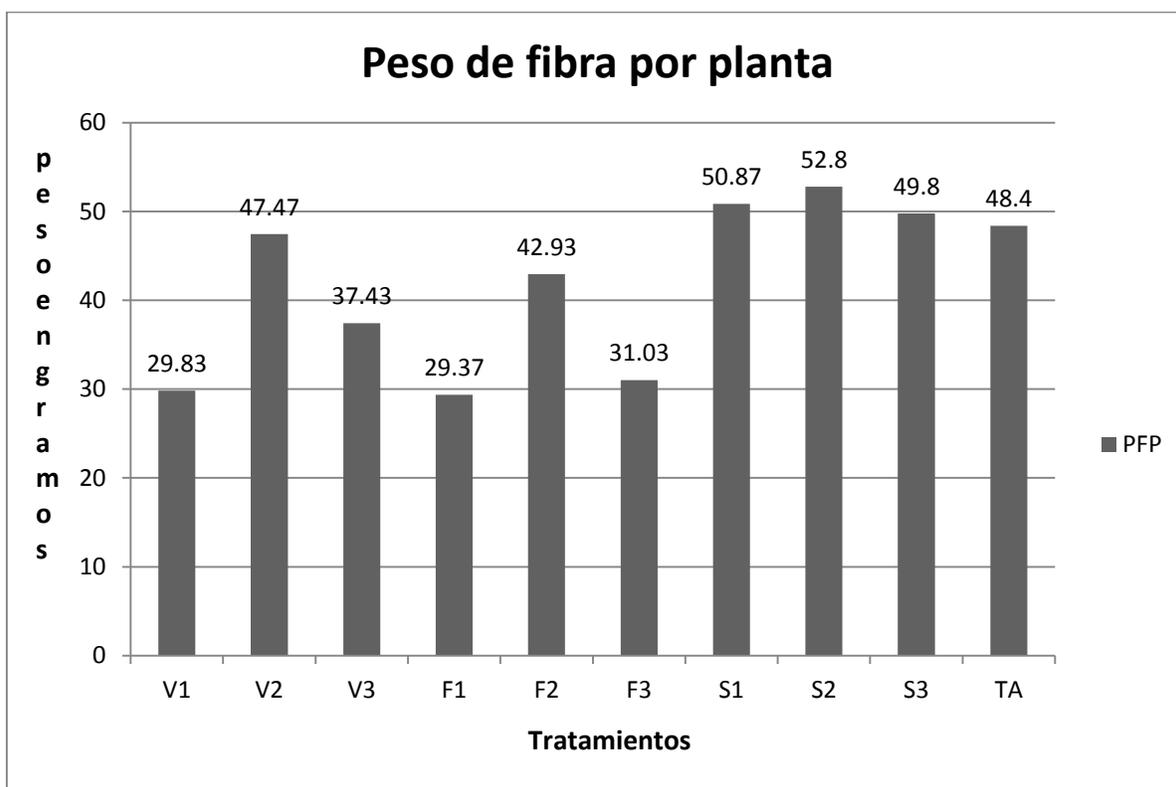


**Figura 3.** Número de capullos por planta con té de vermicompost al 30, 60 y 90 % (V1, V2 y V3), ácido fosfórico al 0.5, 1.5 y 2.5 % (F1, F2 y F3), solución inorgánica al 1, 3 y 5% (S1, S2 y S3) y testigo absoluto a base de agua (TA), en la producción de algodón.



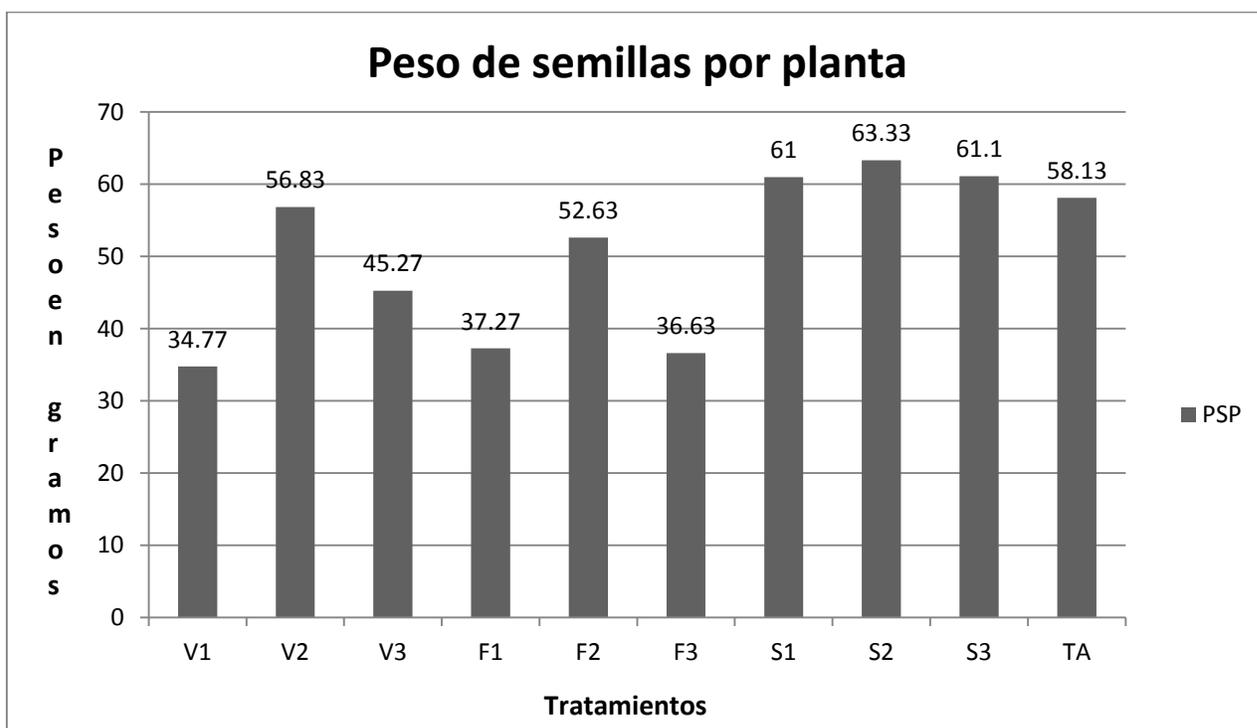
**Figura 4.** Peso de capullos por planta (PCP) con té de vermicompost al 30, 60 y 90 % (V1, V2 y V3), ácido fosfórico al 0.5, 1.5 y 2.5 % (F1, F2 Y F3), solución inorgánica al 1, 3 y 5% (S1, S2 Y S3) y testigo absoluto a base de agua (TA).

En la variable de peso de capullos por planta (PCP) en la producción de algodón bajo fertilización foliar con té de vermicompost (figura 4), no se presentó diferencia significativa en el experimento, en la figura 2 se presentan los pesos obtenidos entre los diferentes tratamientos, donde el testigo absoluto (TA) con 123.77 gramos, obtuvo el mayor peso de capullos por planta y por lo contrario, el tratamiento F1 (ácido fosfórico) con 69.87 gramos presentó el menor peso entre los tratamientos.



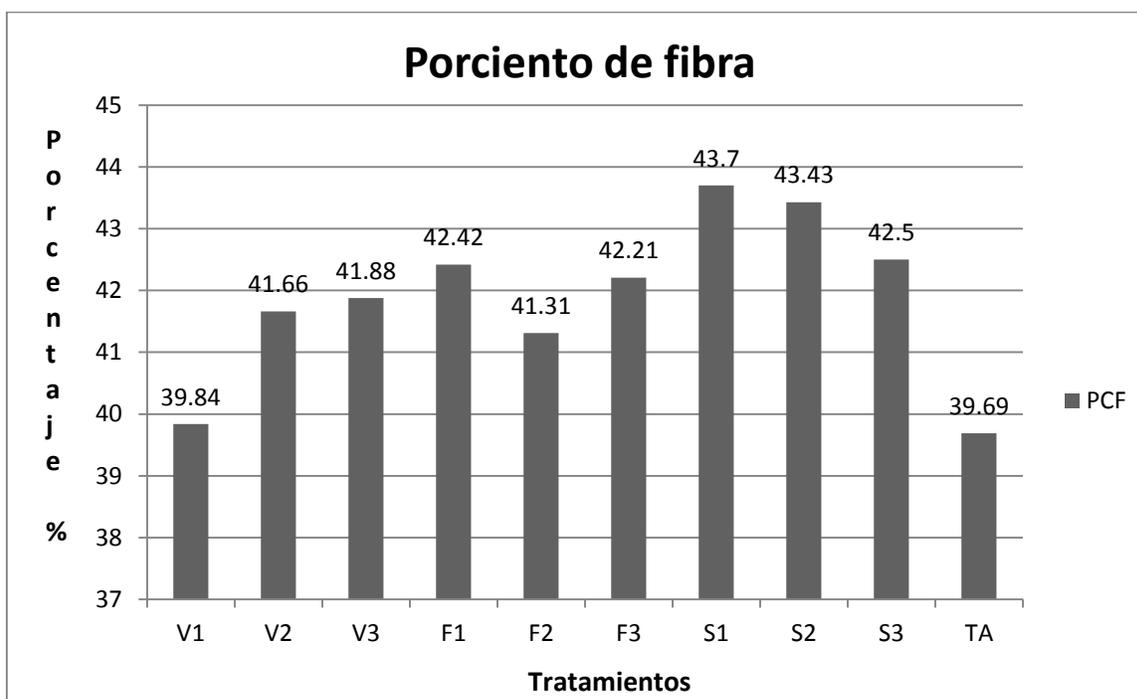
**Figura 5.** Peso de fibra por planta (PFP) con té de vermicompost al 30, 60 y 90 % (V1, V2 y V3), ácido fosfórico al 0.5, 1.5 y 2.5 % (F1, F2 Y F3), solución inorgánica al 1, 3 y 5% (S1, S2 Y S3) y testigo absoluto a base de agua (TA), en la producción de algodón.

En la figura 5 se muestra la variable peso de fibra por planta (PFP) en la producción de algodón bajo fertilización foliar con té de vermicompost, donde no se presentó diferencia significativa en los tratamientos, el tratamiento S2 con 52.8 g, (macro y micronutrientes) obtuvo el mayor peso de fibra por planta con 52.8 g, mientras el tratamiento F1 (ácido fosfórico) fue el que presentó el menor peso de fibra por planta entre los tratamientos.



**Figura 6.** Peso de semillas por planta (PSP) con té de vermicompost al 30, 60 y 90 % (V1, V2 y V3), ácido fosfórico al 0.5, 1.5 y 2.5 % (F1, F2 Y F3), solución inorgánica al 1, 3 y 5% (S1, S2 Y S3) y testigo absoluto a base de agua (TA).

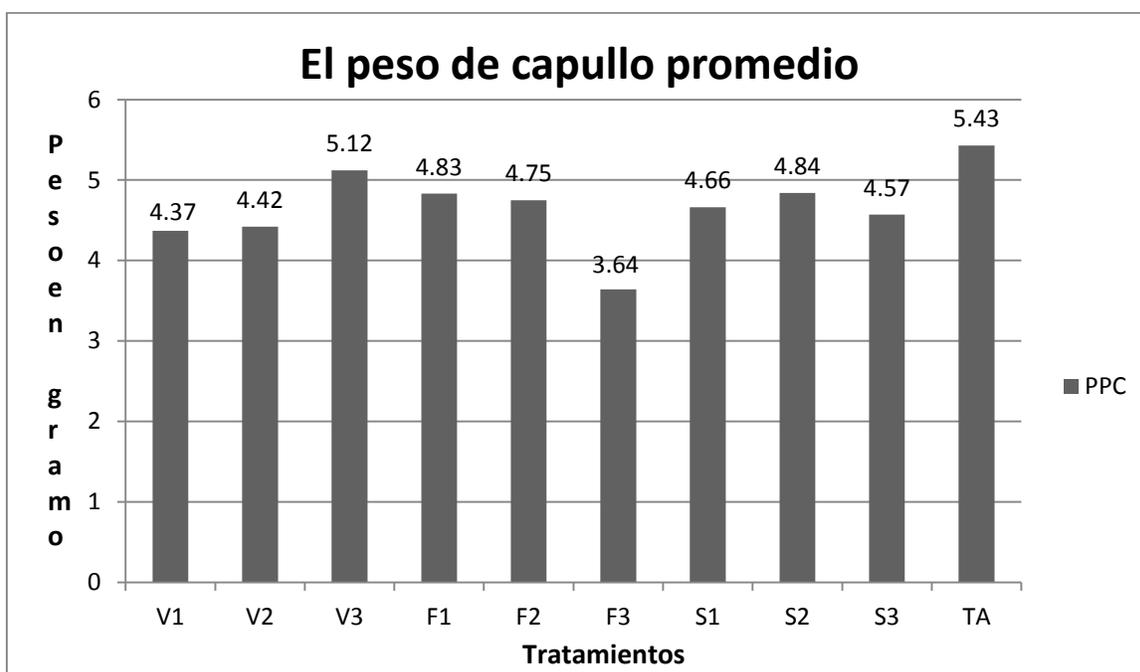
En la figura 6 se muestra la variable peso de semilla por planta (PSP) en la producción de algodón bajo fertilización foliar con té de vermicompost, donde no se presentó diferencia significativa en los tratamientos, el tratamiento S2 con 63.33 gramos obtuvo el mayor peso de semilla por planta, mientras el tratamiento V1 con 34.77 gramos (té de vermicompost) fue el que presentó el menor peso de semilla por planta entre los tratamientos.



**Figura 7.** Porciento de fibra (PCF) con té de vermicompost al 30, 60 y 90 % (V1, V2 y V3), ácido fosfórico al 0.5, 1.5 y 2.5 % (F1, F2 Y F3), solución inorgánica al 1, 3 y 5% (S1, S2 Y S3) y testigo absoluto a base de agua (TA), en la producción de algodón.

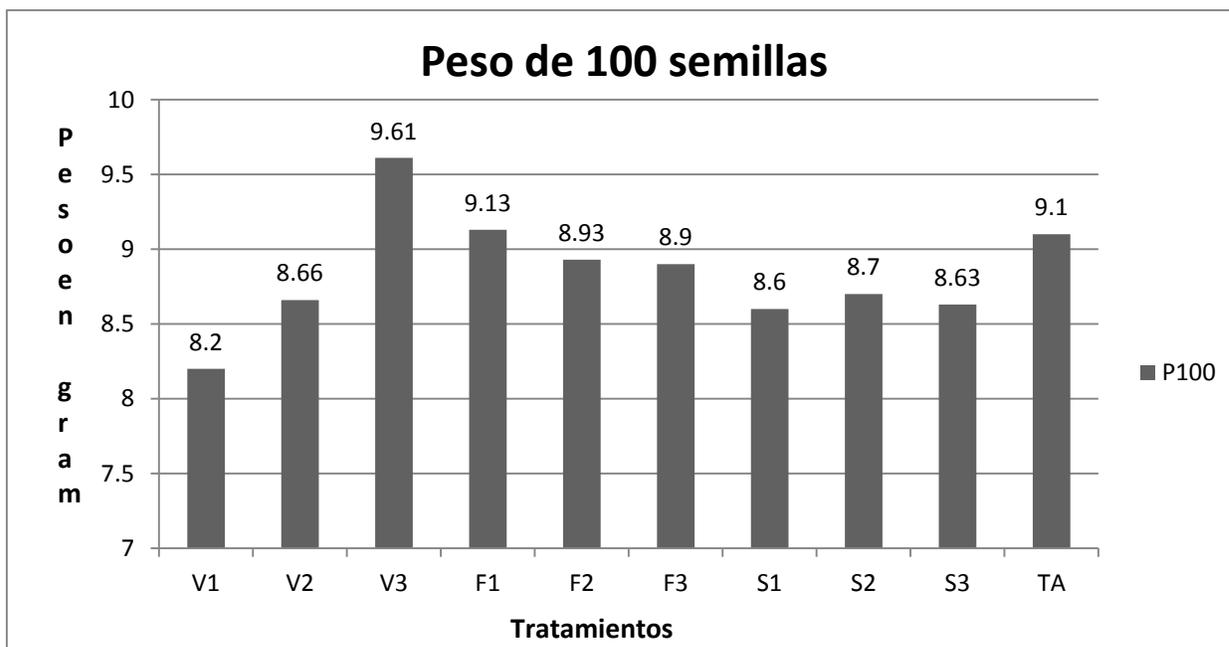
La figura 7 muestra la variable porciento de fibra (PCF) en la producción de algodón bajo fertilización foliar con té de compost, donde no se presentó diferencia significativa en los tratamientos, el tratamiento S1 con 43.7 % obtuvo el mayor porcentaje de fibra, mientras el TA (testigo absoluto) con un porcentaje de 39.69 fue el que presentó el menor porcentaje de fibra entre los tratamientos. Estos valores son superiores a los obtenidos por Takashi *et al* (2009) encontrando un porciento de fibra de 38.72 para algodón en surcos ultra estrechos.

La figura 8 muestra la variable peso de capullo promedio (PPC) en la producción de algodón bajo fertilización foliar con té de vermicompost, donde se presentó diferencia significativa en los tratamientos, el tratamiento TA (testigo absoluto) con 5.43 gramos obtuvo el mayor peso de capullo promedio, mientras el F3 (ácido fosfórico) con 3.64 gramos fue el que presentó el menor peso de capullo promedio entre los tratamientos, estos valores son similares a los obtenidos por Takashi *et al* (2009) encontrando un valor de 5.6 g en peso de capullo promedio para algodón en surcos ultra estrechos.



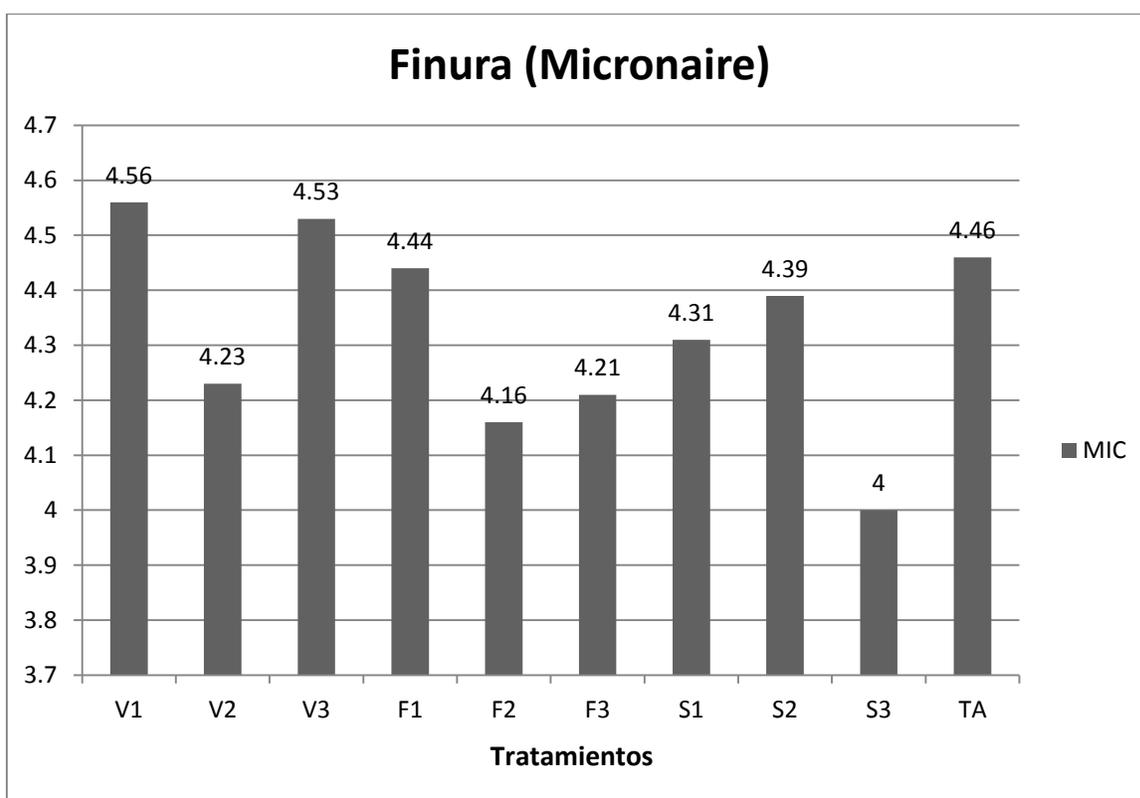
**Figura 8.** El peso promedio de peso de capullo (PPC) con té de vermicompost al 30, 60 y 90 % (V1, V2 y V3), ácido fosfórico al 0.5, 1.5 y 2.5 % (F1, F2 Y F3), solución inorgánica al 1, 3 y 5% (S1, S2 Y S3) y testigo absoluto a base de agua (TA).

La figura 9 muestra la variable peso de 100 semillas (P100) en cada uno de los tratamientos en la producción de algodón bajo fertilización foliar con té de vermicompost, donde no se presentó diferencia significativa en los tratamientos, el tratamiento V3 (té de vermicomposta) con 9.61 gramos obtuvo el mayor peso de 100 semillas, mientras el V1 (té de vermicomposta) con 8.2 gramos fue el que presentó el menor peso de 100 semillas entre los tratamientos, Zakaria *et al* (2007) encontraron incremento significativo por efecto de aspersiones foliares de zinc con valor de 10.13 y por efecto de aplicaciones foliares de P, con 10.16 g, para aplicaciones de 57.6 y 17.28 g/ha-1 de zinc y fósforo respectivamente, con la variedad de algodón “6130 86” (*Gossypium barbadense* L.)



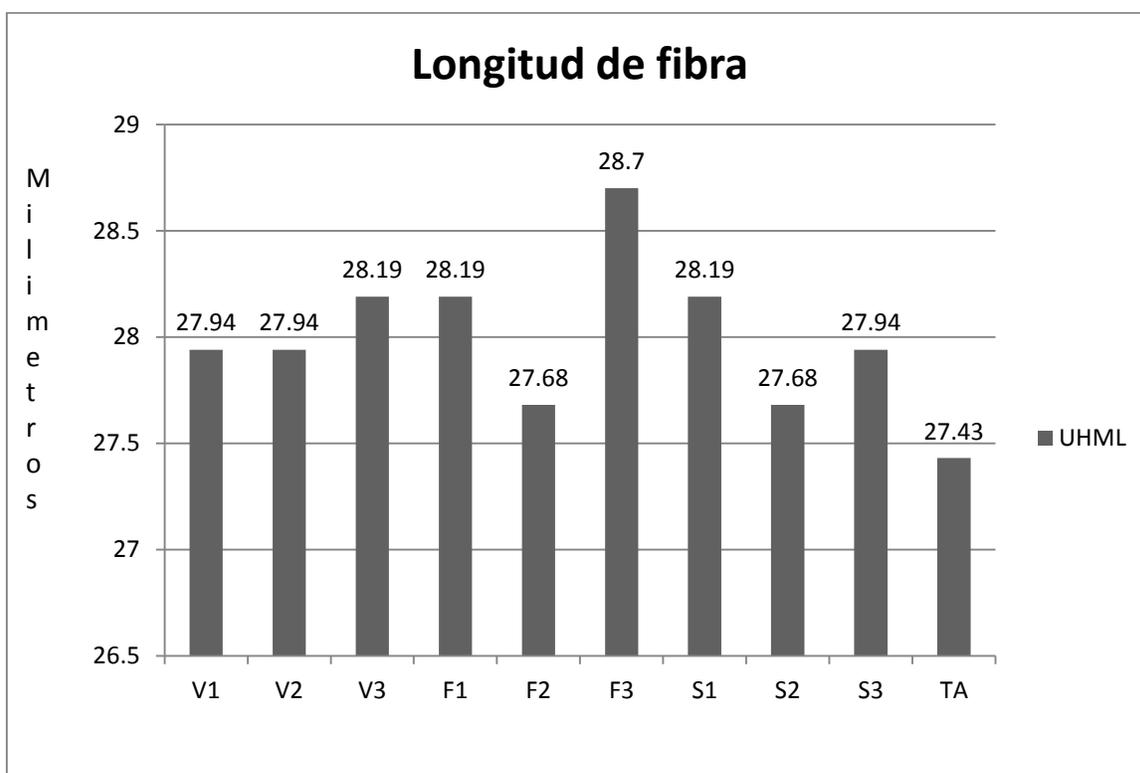
**Figura 9.** El peso de 100 semillas (P100) con té de vermicompost al 30, 60 y 90 % (V1, V2 y V3), ácido fosfórico al 0.5, 1.5 y 2.5 % (F1, F2 Y F3), solución inorgánica al 1, 3 y 5% (S1, S2 Y S3) y testigo absoluto a base de agua (TA), en la producción de algodón.

La figura 10 muestra la variable micronaire (MIC) en cada uno de los tratamientos en la producción de algodón bajo fertilización foliar con té de vermicompost, donde no se presentó diferencia significativa en los tratamientos, el tratamiento V1 obtuvo la mejor calidad de fibra con un Micronaire de 4.56 obteniendo así un valor parecido y superior respectivamente al de Albrecht *et al* (2009) con un Micronaire de 4.66 y así mismo Palomo *et al* (2002) encontraron con tres riegos de auxilio en la Comarca Lagunera un Micronaire de 4.0.



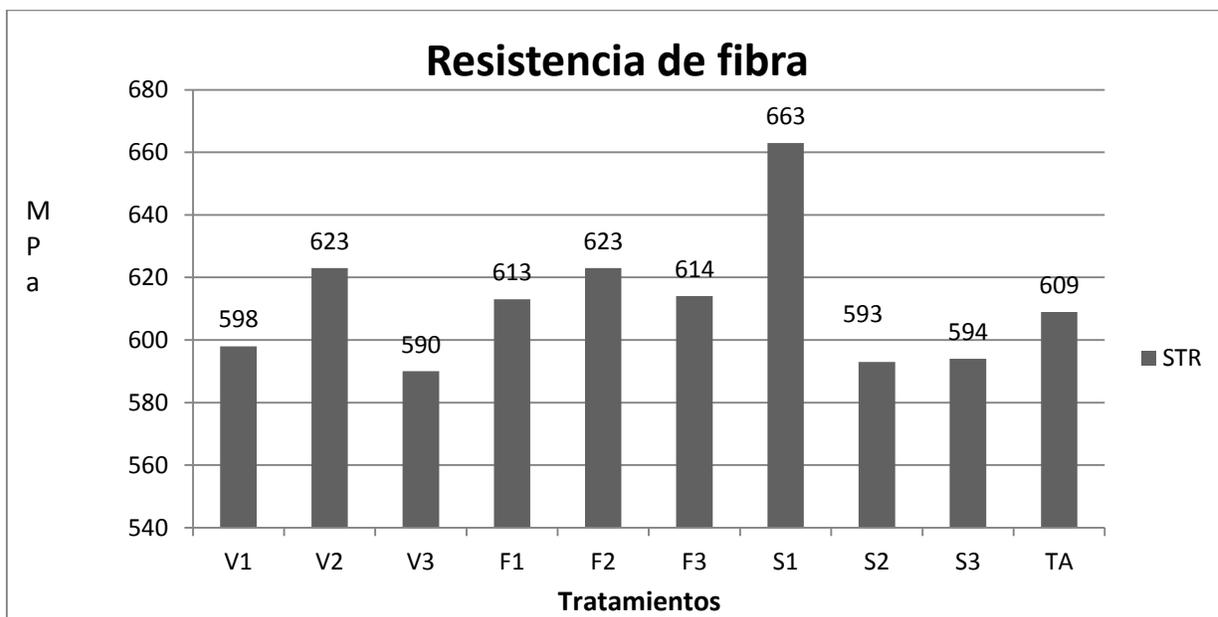
**Figura 10.** Micronaire (MIC) con té de vermicompost al 30, 60 y 90 % (V1, V2 y V3), ácido fosfórico al 0.5, 1.5 y 2.5 % (F1, F2 Y F3), solución inorgánica al 1, 3 y 5% (S1, S2 Y S3) y testigo absoluto a base de agua (TA), en la producción de algodón.

La figura 11 muestra la variable longitud de fibra (UHML) en cada uno de los tratamientos en la producción de algodón bajo fertilización foliar con té de vermicompost, donde no se presentó diferencia significativa en los tratamientos, el tratamiento F3 con 28.3 mm (ácido fosfórico) obtuvo la mayor longitud de fibra, mientras el tratamiento TA (testigo absoluto) con 27.43 mm fue el que presentó la menor longitud de fibra entre los tratamientos, estos valores son similares a los obtenidos por Palomo *et al* (2002) donde registro una longitud de fibra de 28.7 mm en un tratamiento con tres riegos de auxilio en la Comarca Lagunera.



**Figura 11.** Longitud de fibra (UHML) con té de vermicompost al 30, 60 y 90 % (V1, V2 y V3), ácido fosfórico al 0.5, 1.5 y 2.5 % (F1, F2 Y F3), solución inorgánica al 1, 3 y 5% (S1, S2 Y S3) y testigo absoluto a base de agua (TA), en la producción de algodón.

La figura 12 muestra la variable de resistencia de fibra (STR) en cada uno de los tratamientos en la producción de algodón bajo fertilización foliar con té de vermicompost, donde no se presentó diferencia significativa en los tratamientos, el tratamiento S1 obtuvo la mayor resistencia de fibra con 663 Megapascales (Mpa), mientras el tratamiento V3 con 590 Mpa (té de composta) fue el que presentó la menor resistencia de fibra entre los tratamientos, pero el tratamiento V2 obtuvo 623 Mpa siendo este similar a lo obtenido por Palomo *et al* (2002) con 621 Mpa con tres riegos de auxilio en la Comarca Lagunera.



**Figura 12.** Resistencia de fibra (STR) con té de vermicompost al 30, 60 y 90 % (V1, V2 y V3), ácido fosfórico al 0.5, 1.5 y 2.5 % (F1, F2 Y F3), solución inorgánica al 1, 3 y 5% (S1, S2 Y S3) y testigo absoluto a base de agua (TA), en la producción de algodón.

## V. CONCLUSIONES

No se encontró diferencia estadística significativa por efecto de los tratamientos de fertilización foliar en las variables de producción y las variables de calidad, excepto para la variable peso promedio de capullo, donde los tratamientos fertilización con vermicompost al 30 y 60 %, obtuvieron los valores menores.

Los tratamientos de fertilización foliar con té de vermicompost presentaron un efecto favorable en las variables de producción peso de 100 semillas (9.61g), y en las variables de calidad Micronaire (4.56) y longitud de fibra (28.19 mm).

Los tratamientos de fertilización foliar con ácido fosfórico presentaron un efecto favorable en las variable de calidad de fibra, longitud de fibra (28.73 mm).

Los tratamientos de fertilización foliar con soluciones inorgánicas al 1 y 3 %, presentaron efectos favorables en las variables de rendimiento, rendimiento algodón/hueso (7,282 kg/ha), rendimiento algodón/pluma (3,168 kg/ha), peso de fibra por planta (52.82 g), peso de semillas por planta (63.33 g), y porcentaje de fibra (43.70 %), y en las variables de calidad de fibra, longitud de fibra (28.19 mm) y resistencia de fibra (663 MPa).

Los tratamientos de fertilización foliar con té de vermicompost y soluciones inorgánicas representan una opción viable para incrementar el rendimiento y calidad de fibra en el cultivo del algodón. Es recomendable continuar con la investigación utilizando el té de vermicompost y las soluciones inorgánicas aplicándolas desde el inicio de la floración en el cultivo del algodón.

## VI. BIBLIOGRAFÍA

- Atiyeh RM, Arancon NQ, Edwards CA & JD., M. 2000c. Influence of earthworm-processed pig manure on the growth and yield of green house tomatoes. *Bioresour Technol* 75:, 175-180.
- Bhatnagar, R., Y & Palta, R. 1996. Earthworm-Vermiculture and Vermicomposting. Kalyani Publishers, New Delhi.
- Castellanos, J. Z, Uvalle-Bueno, J. X., Aguilar-Santilices, A.2000. Manual de Interacción de análisis de suelos y de aguas. Colección INCAPA. México, D. F.
- Chen, Y., Y & T, A. 1990. Effects of humic substances on plant growth. In: MacCarthy P, Clapp CE, Malcolm RL, Bloom PR (eds) Humic Substances in Soil and Crop Sciences. *Selected Reading ASA and SSSA, Madison,*, pp 161-186.
- Díaz, C.I. 2002. Respuesta a la fertilización Nitrogenada de nuevas variedades de algodón: Rendimiento, Componentes de rendimiento y calidad de fibra. Tesis Pp 6, 7: 14- 17.
- Edwards CA, Y & Bohlen, P. 1996 Biology and Ecology of earthworms. *Chapman and Hall, London*, p 426.
- Edwards, C. A. 1998 The use of earthworms in the breakdown and management of organic wastes. In: Edwards CA (ed) Earthworm Ecology. CRC Press, Boca Raton. pp 327-354.
- Edwards, C. A. 1998 The use of earthworms in the breakdown and management of organic wastes. In: Edwards CA (ed) Earthworm Ecology. CRC Press, Boca Raton. pp 327-354.
- Edwards, C. A. 1998. The use of earthworms in the breakdown and management of organic wastes. In: *Edwards CA (ed) Earthworm Ecology. CRC Press, Boca Raton, 327-354.*
- Edwards, C. A., Dominguez, J. & Arancon, N. Q. 2004. The influence of vermicomposts on pest and diseases. In: *Shakir Hanna SH, Mikhail WZA (eds) Soil Zoology for Sustainable Development in the 21st century. Cairo, 397-418.*
- Eyheraguibel, B., J. Silvestre & P. Morard. 2008. Effects of humic substances derived from organic waste enhancement on the growth and mineral nutrition of maize. *BioresourceTechnology* 99: 4206-4212.
- Eyheraguibel, B., J.Silvestre & P. Morard. 2008. Effects of humic substances derived from organic waste enhancement on the growth and mineral nutrition of maize. *Bioresource Technology* 99: 4206-4212.

- Farías, F.J.M. 1980 Producción de forrajes en la comarca Lagunera: El agua como factor limitante. En: Seminarios técnicos. Vol. 5 Núm. 26. CIAN-CELALAINIA-SARH.
- Fernández E, R. 1996. Planificación y diseño de plantaciones frutales. Mundi prensa. Madrid. 220 pp.
- Fracchia, L., Dohrmann, A. B., Martinotti, M. G. & Tebbe, C. C. 2006. Bacterial diversity in a finished compost and vermicompost: differences revealed by cultivation-independent analyses of PCR-amplified 16S rRNA genes. *Appl Microbiol Biotechnol*, 71, 942-52.
- Gaylor M. J, G. A, Buchanan, F R Guilliland, R L Davis (1983) interaction among a herbicide program, nitrogen fertilization, tarnished plant bugs, and planting dates for yield and maturity of cotton. *AgronomyJournal* 75:
- Gaytán M A, A Palomo-gil, D G Reta-Sánchez, s Godoy-Ávila, E A García-Castañeda (2004) respuesta del algodón cv. Cia precoz 3 al espaciamiento entre surcos y densidad poblacional. L. Rendimiento, precocidad y calidad de fibra. *Y TON Rev. Int. Bot. Exp.* 53:57-67.
- Gaytán, M. A., A. Palomo-Gil, D. G. Reta-Sánchez, S. Godoy-Ávila, y E. A. García-Castañeda. 2004. Respuesta del algodón cv. Cian Precoz 3 al espaciamiento entre surcos y densidad poblacional. I. Rendimiento, precocidad y calidad de fibra. *NYTON Revista Internacional de Botánica Experimental*. pp. 57-67.
- Getulio Takashi Nagashima, Edison Miglironza, Celso Jamil Marur e Ruy Seiji Yamaoca (2009) cloreto de mepiquat via embebicao de sementer e aplicacao foliar em algodoeiro em espacamento ultraestreito. *Rev. Cienc. Agron. Fortaleza* V 40, n.4, pp. 602-609.
- Leandro Parola Albrecht, Alessandro de Lucca e Braccini, Marigangela Rizzatti Avila, Mauro Cesar Jr Palola Albrecht (2009) Aplicao de biorregulador Na productividade do algodoeiro e qualidade de fibra. *Sciendia Agraria, Curitiva*, v. 10, n.3, pp. 191-198, 2009.
- Makulec, G. 2002. The role of *Lumbricus rubellus* Hoffm. In determining biotic and abiotic properties of peat soils. *Pol J Ecol* 50:, 301-339.
- Marinari, S., Masciandaro, G., Ceccanti, B. & Grego, S. 2000. Influence of organic and mineral fertilisers on soil biological and physical properties. *Bioresour Technol*, 72:, pp 9-17.
- Mitchell, A., Y & Edwards, C. A. 1997. The production of vermicompost using *Eisenia fetida* from cattle manure. *Soil Biol Biochem* 29:, 3-4.
- MUSCOLO, A., FELICI, M., CONCHERI, G. & NARDI, S. 1993. Effect of earthworm humic substances on esterase and peroxidase activity during

- growth of leaf explants of *Nicotiana plumbaginifolia*. . *Biol Fertil Soils*, 15:, 127-131.
- Nardi, S., Arnoldi, G. & Dell'agnola, G. 1988. Release of hormone-like activities from *Alloborophora rosea* and *Alloborophora caliginosa* feces. *J Soil Sci* 68:, 563-657.
- Ndegwa, P., Thompson, S. & Das, K. 2000. Effects of stocking density and feeding rate on vermicomposting of biosolids. *Bioresour Technol* 71:, 5-12.
- Oosterhuis, D. M.; Wullschleger, R. L.; Maples, R. L.; Miley, W. N. Foliar application of potassium nitrate in cotton. *Better crops*, p. 8-9, 1990.
- Oosterhuis, W. N.; Miley, D. M.; Maples, R. L.; Wullschleger, R. L. Foliar fertilization with potassium nitrate on cotton. In: BELTWIDE COTTON CONFERENCES, 1991, San Antonio, TX. Proceedings... Memphis, TN: National Cotton Council, 1991. p. 942.
- Oosterhuis, W. N; Albers, D. W.; Baker, W. H.; Burmester, C. H.; Cothren, J. T.; Ebelhar, M. W.; Guthrie, D. S.; Hickey, M. G.; Hodges, S. C.; Howard, D. D.; Janes, L. D.; Mullins, G. L.; Roberts, B. A.; Silvertooth, J. C.; Tracy, P. W.; Weir, B. L. A Beltwide study of soil and foliar fertilization with potassium nitrate in cotton. In: beltwide cotton conferences, 1992, Nashville, TN. Proceedings... National Cotton Council, 1992. p. 1176-1177.
- Orozco, F. H., Cegarra, J., Trujillo, L. M. & Roig, A. 1996. Vermicomposting of coffee pulp using the earthworm *Eisenia fetida*: effects on C and N contents and the availability of nutrients *Biol Fertil Soils* 22:, 162-166.
- Palomo G. A., A. Gayan M, M G Chavarría R (2002). Respuesta de una variedad Precoz de algodón al número de riegos y dosis de nitrógeno. *Revista Fitotecnia Mexicana* 25:43-47.
- Palomo G. A., S. Godoy A., j. F. Chávez G. (1999b). Ahorro en la fertilización nitrogenada con nuevas variedades de algodón: Rendimiento, componentes de rendimiento y calidad de fibra. *Agrociencia* 33:451-455.
- Palomo Gil, A. J F Chávez, S Godoy a (1996). Respuesta de la variedad dealgodón "Laguna ()" a la fertilización nitrogenada. *Revista Fitotecnia Mexicana* 19:185-192.
- Palomo Gil, A., A. Gaytán – Mascorro y S. Godoy-Ávila (2003). Rendimiento, Componentes del rendimiento y calidad de fibra del algodón en relación con la dosis de nitrógeno y la densidad poblacional. *Revista fitotecnia Mexicana* 26(3): 167-171.

- Palomo, G. A., A. Gaytán, M. y S. Godoy, A. 2003. Rendimiento, componentes del rendimiento y calidad de fibra del algodón en relación con la dosis de nitrógeno y la densidad poblacional. *Rev. Fitotec. Mex.* Vol. 26 (3): 167-171.
- Quiñones, R.E. 1988. Fundación de producción de maíz forrajero usado laminas y frecuencia de riego. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" Unidad Laguna. Torreón, Coahuila, México.
- Robles S. R., 1980. Producción de oleaginosas y textiles. Primera edición. Editorial Limusa. México D.F. pp 70-176.
- Robles Sánchez R., 1980. Producción de oleaginosas y textiles. Primera edición. Editorial Limusa. México D.F. pg. 70-176.
- Rojas, P.L. 2000. El fertirriego y la plasticultura. Primera edición, Ed. UAAAN. Pp. 64-66.
- Santamaría R., R., S. Y. & C., F. 1996. . Contenido nutrimental de vermicompostas producidas de diferentes desechos orgánicos. . *Memorias del XXVII Congreso Nacional de las Ciencia del Suelo Cd. Obregón, Son.* , Pág. 116.
- Schuldt, M. 2006. Manual de lombricultura teoría y práctica. Ed. Mundiprensa. Madrid. 188 pp.
- Shi-Wei, Z., Y & Fu-Zhen, H. 1991. The nitrogen uptake efficiency from <sup>15</sup>N labeled chemical fertilizer in the presence of earthworm manure (cast). In: Veeresh GK, Rajagopal D, Viraktamath CA (eds) *Advances in Management and Conservation of Soil Fauna. Oxford and IBH publishing Co, New Delhi*, 539-542.
- Sinha, R. K., Agarwal, S., Chauhan, K. & Valani, D. 2010. The wonders of earthworms and its vermicompost in farm production: Charles Darwin's 'friends of farmers', with potential to replace destructive chemical fertilizers from agriculture. *Agricultural sciences*, 1:, 76-94.
- Somarriba, R. R. & G.G. Guzmán. 2004. Análisis de la influencia de la cachaza de azúcar y estiércol de bovino como sustrato de lombriz roja californiana para producción de humus. Trabajo de diploma. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 55 pp.
- Swietlik, D.; Faust, M. Foliar nutrition of fruit crops. In: Janik, J. (Ed.). *Horticultural reviews*. Connecticut, USA: AVI Publishing Company, 1984. v. 6, p. 287-355.
- Zakaria M. Sawan. Saeb A. Hernandez, Ahmed E. Basyony, and Abou- El- Ela R. Alkassas (2007) cottonseed: protein, oil yields, and oil properties as

inflenced y potassium fertilization and foliar application of zinc and phosphorus Grasas y aceites 58(1) Enero- Marzo pp. 40-48.