

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO UNIDAD
LAGUNA**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



RENDIMIENTO Y CALIDAD DE SEMILLA DE ALGODÓN (*Gossypium hirsutum*

L.) BAJO FERTILIZACIÓN FOLIAR CON TÉ DE VERMICOMPOST

MAYRA BIBIANA ROMÁN JIMÉNEZ

TESIS

PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER

EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN AGROECOLOGÍA

TORREÓN COAHUILA, MÉXICO. MARZO 2015

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Rendimiento y calidad de semilla de algodón (*Gossypium hirsutum* L.)
bajo fertilización foliar con té de vermicompost

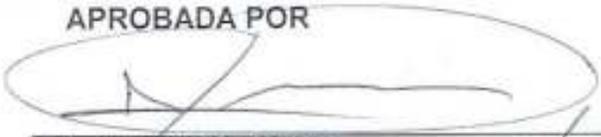
POR
MAYRA BIBIANA ROMÁN JIMÉNEZ
TESIS

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ DE ASESORÍA
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE

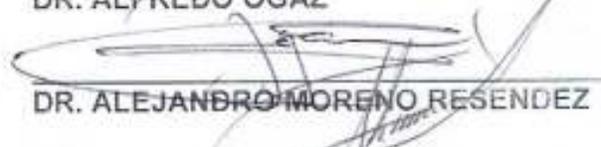
INGENIERO EN AGROECOLOGIA

APROBADA POR

ASESOR PRINCIPAL:


DR. ALFREDO OGAZ

ASESOR:

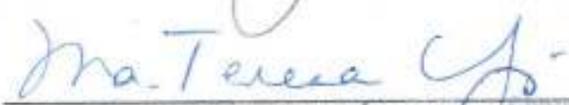

DR. ALEJANDRO MORENO RESENDEZ

ASESOR:


M.C. ARMANDO MORENO RUBIO

ASESOR:


M.C. ERNESTO LUNA DÁVILA


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



TORREÓN, COAHUILA

MARZO DE 2015

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Rendimiento y calidad de semilla de algodón (*Gossypium hirsutum* L.)
bajo fertilización foliar con té de vermicompost

POR
MAYRA BIBIANA ROMÁN JIMÉNEZ

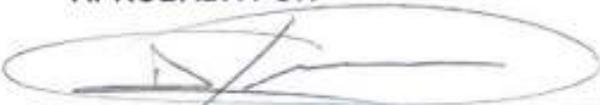
TESIS

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

INGENIERO EN AGROECOLOGIA

APROBADA POR

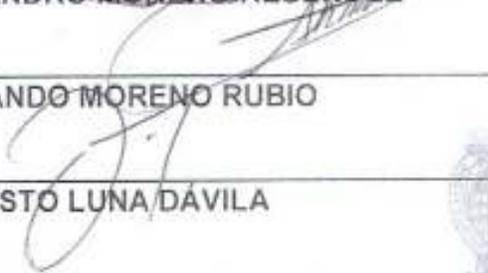
PRESIDENTE:


DR. ALFREDO OGAZ

VOCAL:

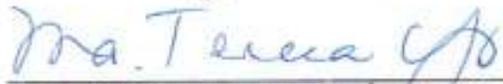

DR. ALEJANDRO MORENO RESENDEZ

VOCAL:


M.C. ARMANDO MORENO RUBIO

VOCAL SUPLENTE:

M.C. ERNESTO LUNA DÁVILA


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



TORREÓN, COAHUILA

MARZO DE 2015

AGRADECIMIENTOS

A **DIOS** POR HABERME BRINDADO EL DON DE LA VIDA, POR HABERME BRINDADO A MI SAGRADA FAMILIA Y POR SIEMPRE DERRAMAR SUS BENDICIONES EN MI HOGAR, GRACIAS PADRE POR TODO LO QUE NOS BRINDAS CADA DÍA.

A MI **ALMA TERRA MATER** LA UNIVERSIDAD QUE ME BRINDÓ LA OPORTUNIDAD DE SUPERARME Y DE LOGRAR UNA META MÁS EN MI VIDA, GRACIAS POR SER MI SEGUNDO HOGAR.

A MIS **ASESORES DE TESIS**, DR. ALFREDO OGAZ MUCHAS GRACIAS POR EL VOTO DE CONFIANZA DEPOSITADO EN MÍ, POR SIEMPRE APOYARME Y POR LA PACIENCIA QUE TUVO EN LA ELABORACIÓN Y CULMINACIÓN DEL DOCUMENTO. DR. ALEJANDRO MORENO RESENDEZ GRACIAS POR SU AMISTAD, CONFIANZA Y APOYO INCONDICIONAL, TAMBIÉN POR SUS AMABLES APORTACIONES FUNDAMENTALES A ESTE TRABAJO. MC. ARMANDO MORENO RUBIO, GRACIAS POR SU AMISTAD Y COLABORACIÓN EN LA REVISIÓN DE ESTE DOCUMENTO. MC. ERNESTO LUNA DÁVILA GRACIAS POR BRINDARME SU APOYO Y POR SU VALIOSA APORTACIÓN A ESTE TRABAJO.

A **COLABORADOR** DEL LABORATORIO DE SUELOS, Q.I. JUAN CARLOS MEJIA Y DRA. ORALIA DEL LABORATORIO DE FITOMEJORAMIENTO POR SU VALIOSA COLABORACIÓN EN LOS ANÁLISIS REALIZADOS PARA ESTE TRABAJO DE TESIS.

A **MI NOVIO** EMMANUEL VELÁZQUEZ GRACIAS POR ESTAR EN LOS MOMENTOS DIFICILES, POR EL APOYO Y LA CONFIANZA QUE ME BRINDAS, TE QUIERO MUCHO. ERES MUY ESPECIAL.

GRACIAS A TODOS Y QUE DIOS BENDIGA SIEMPRE SUS CAMINO.

DEDICATORIAS

A **DIOS** POR DARMER LA FUERZA Y SABIDURÍA NECESARIA PARA REALIZAR Y ALCANZAR ESTE OBJETIVO QUE TRAZASTE EN MI VIDA Y GRACIAS DIOS POR REGALARME UNA FAMILIA DE ÁNGELES QUE CUIDAN SIEMPRE DE MI.

A MIS PADRES **LUIS HUMBERTO Y MARIA AMPARO** POR HABERME ENGENDRADO. A TI MAMITA QUIERO DARTE LAS GRACIAS POR TODO TU AMOR, POR TODA TU PACIENCIA Y PORQUE A PESAR DE LOS ERRORES QUE EH COMETIDO SIEMPRE HAS CONFIADO EN MI. A TI MADRE MIA DEDICO ESTE GRAN LOGRO, DIOS TE BENDIGA SIEMPRE MAMITA. TE AMO.

BETO, QUERIDO HERMANO GRACIAS POR CREER EN MI Y POR APOYARME EN TODO MOMENTO, ERES UN GRAN EJEMPLO A SEGUIR, ERES UN PILAR FUNDAMENTAL EN ESTE CAMINAR. DIOS DUPLIQUE LO QUE UN DIA ME DISTE Y DERRAME BENDICIONES EN TI HERMANO MIO.

SARVE MIL GRACIAS POR TODO EL APOYO QUE ME BRINDASTE EN EL TRANCURSO DE MI VIDA, GRACIAS POR TUS CONSEJOS Y GRACIAS POR SER UN GRAN EJEMPLO.

ALEX, DEISY Y JHOVA GRACIAS HERMANOS POR SIEMPRE APOYARME EMOSIONALMETE.

BELENCITA Y LUISIN MIS SOBRINOS ADORADOS GRACIAS POR LAS ALEGRIAS QUE ME HAN DADO.

KARLI, RUBI Y PACO GRACIAS POR SUS CONSEJOS CUÑAD@S.

ESTE LOGRO ES DEDICADO A TODOS USTEDES QUE DE UNA U OTRA FORMA ME APOYARON CONSTANTE E INCONDICIONALMENTE EN TODA MI VIDA Y AUN MÁS EN MI FORMACIÓN PROFESIONAL. DIOS LOS BENDIGA SIEMPRE FAMILIA. LAS PALABRAS NO BASTAN PARA DESCRIBIR TODO MI AGRADECIMIENTO HACIA USTEDES. LA ESENCIA DE CADA UNO DE USTEDES LOS LLEVO IMPREGNADA EN MI MENTE Y CORAZÓN.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTOS.....	I
DEDICATORIAS.....	II
ÍNDICE DE CONTENIDOS	III
ÍNDICE DE CUADROS.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VI
ÍNDICE DE APÉNDICE.....	IX
RESUMEN	X
I INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 OBJETIVOS.....	3
1.2 HIPOTESIS	3
II REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 Origen geográfico del algodón	4
2.1.1 Clasificación taxonómica del algodón	4
2.2 Fenología del algodón.	5
2.2.1 Morfología del algodón.....	5
2.3 Importancia de la semilla.....	7
2.3.1 Calidad de la semilla	7
2.3.2 Clasificación de la semilla.....	8
2.3.3 Germinación de la semilla de algodón	9
2.3.4 Vigor de las semillas de algodón.....	9
2.4 Usos de semilla	9
2.5 Fertilización foliar.....	10
2.6 Lombricultura	11
2.6.1 Vermicompostaje	12
2.6.1.1 Té de compost.....	12

III	MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
	3.1 Localización geográfica de Torreón, Coahuila.....	14
	3.2 Manejo del cultivo.....	14
	3.2.1 Preparación del terreno.....	14
	3.2.2 Siembra.....	15
	3.2.3 Riegos.....	15
	3.2.4 Cosecha.....	15
	3.3 Diseño experimental.....	15
	3.4 Tratamientos.....	16
	3.5 Variables respuesta.....	18
	3.5.1 Variables de rendimiento de semilla de algodón.....	18
	3.5.2 Variables de calidad de semilla de algodón.....	19
IV	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	21
	4.1 Análisis de suelo, agua de riego y vermicompost.....	21
	4.2 Variables de rendimiento.....	25
V	CONCLUSIÓN.....	37
VI	BIBLIOGRAFÍA.....	38

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Soluciones foliares en la evaluación de rendimiento y calidad de semilla de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) bajo fertilización foliar con té de vermicompost. (UAAAN UL 2015)..... 17

Cuadro 2. Conductividad eléctrica y pH de las soluciones foliares de los tratamientos en el rendimiento y calidad de semilla de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) bajo fertilización foliar con té de vermicompost. (UAAAN UL 2015). 18

Cuadro 3. Características físicas y químicas del suelo del área experimental, para la evaluación de rendimiento y calidad de semilla de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) bajo fertilización foliar con té de vermicompost. (UAAAN UL 2015). 22

Cuadro 4. Análisis de agua de riego empleada durante el desarrollo del cultivo de algodón en el rendimiento y calidad de semilla de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) bajo fertilización foliar con té de vermicompost. (UAAAN UL 2015)..... 23

Cuadro5. Análisis químico del Vermicompost empleado en las soluciones foliares en el rendimiento y calidad de semilla de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) bajo fertilización foliar con té de vermicompost. (UAAAN UL 2015)..... 24

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Producción de semilla por planta (PSP) en el rendimiento y calidad de semilla de algodón bajo fertilización foliar con té de vermicompost (UAAAN UL 2015).	26
Figura 2. Porcentaje de semilla (% de semilla), en el rendimiento y calidad de semilla de algodón bajo fertilización foliar con té de vermicompost (UAAAN UL 2015).	26
Figura 3. Rendimiento de semilla por hectárea (RSHA), en el rendimiento y calidad de semilla de algodón bajo fertilización foliar con té de vermicompost (UAAAN UL 2015).	27
Figura 4. Medias de tratamientos de vigor de semillas germinadas y no germinadas en el rendimiento y calidad de semilla de algodón (<i>Gossypium hirsutum</i> L.) bajo fertilización foliar con té de vermicompost. (UAAAN UL 2015).	29
Figura 5. Media de tratamiento del peso de cien semillas de algodón en el rendimiento y calidad de semilla de algodón (<i>Gossypium hirsutum</i> L.) bajo fertilización foliar con té de vermicompost. (UAAAN UL 2015)	30

Figura 6. Media de tratamientos de semillas buenas de algodón en el rendimiento y calidad de semilla de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) bajo fertilización foliar con té de vermicompost. (UAAAN UL 2015). 31

Figura 7. Medias de tratamientos de semillas vanas de algodón en el rendimiento y calidad de semilla de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) bajo fertilización foliar con té de vermicompost. (UAAAN UL 2015). 32

Figura 8. Medias de tratamientos de plantas normales en el rendimiento y calidad de semilla de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) bajo fertilización foliar con té de vermicompost. (UAAAN UL 2015). 33

Figura 9. Medias de tratamientos de las variables plantas anormales en el rendimiento y calidad de semilla de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) bajo fertilización foliar con té de vermicompost. (UAAAN UL 2015). 34

Figura 10. Medias de tratamientos de las variables semillas muertas en el rendimiento y calidad de semilla de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) bajo fertilización foliar con té de vermicompost. (UAAAN UL 2015). 35

Figura 11. Medias de tratamientos de las variables semillas duras en el rendimiento y calidad de semilla de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) bajo fertilización foliar con té de vermicompost. (UAAAN UL 2015). 35

Figura 12. Medias de tratamientos de la variable promedio de longitud de raíz en el rendimiento y calidad de semilla de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) bajo fertilización foliar con té de vermicompost. (UAAAN UL 2015)..... 36

ÍNDICE DE APÉNDICE

Cuadro 1A. Significancia de las variables en el rendimiento y calidad de semilla de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) bajo fertilización foliar con té de vermicompost. (UAAAN UL 2015)..... 25

Cuadro 2A. Significancia de las variables en el rendimiento y calidad de semilla de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) bajo fertilización foliar con té de vermicompost. (UAAAN UL 2015)..... 28

RESUMEN

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^{-2} , con niveles de producción que oscilan en 4.5 y 5.0 toneladas de algodón hueso y 2.5 toneladas de semilla por hectárea. 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, tomando en 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. Una forma para suplir elementos minerales vía foliar al cultivo del algodón, es el té de vermicompost.

Con el objetivo de conocer el rendimiento y calidad de semillas de algodón fertilizados foliarmente con té de vermicompost, se llevó a cabo un experimento en el Campus Laguna de la UAAAN la cual se encuentra ubicado en el municipio de Torreón. El municipio de Torreón se localiza en la parte oeste del sur del estado de Coahuila, en las coordenadas $103^{\circ} 26' 33''$ longitud oeste y $25^{\circ} 32' 40''$ latitud norte, a una altura de 1,120 metros sobre el nivel del mar. El diseño experimental que se utilizó fue 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. Se utilizaron tres tipos de soluciones foliares, un

tipo consistió en té de vermicompost que se preparó haciendo la mezcla de agua y vermicompost, V1 (3 L té de vermicompost en 10 L agua), V2 (6 L té de vermicompost en 10 L agua) y V3 (9 L té de vermicompost en 10 L agua), el segundo tipo de solución consistió en tres concentraciones de ácido fosfórico diluido en agua, F1 (1 L de H_3PO_4 en 200 L), F2 (3 L de H_3PO_4 en 200 L), y F3 (5 L de H_3PO_4 en 200 L), el tercer tipo consistió en la dilución de fertilizantes inorgánicos en tres concentraciones diferentes, S1 (3,2.5, 2.5, 1, 1), S2 (9,7.5, 7.5, 3, 3,) y S3 (15,12.6, 12.6, 5, 5) g/L de urea, sulfato de magnesio, sulfato ferroso, sulfato de zinc y sulfato de manganeso respectivamente y un testigo absoluto con agua solamente. Para el desarrollo del cultivo del algodón, no se aplicó fertilizante, aparte de los tratamientos de fertilización foliar.

No se encontró diferencia significativa por efecto de la fertilización foliar con té de vermicompost, ácido fosfórico y solución inorgánica en las variables de producción de semilla por planta, porcentaje de semilla, rendimiento de semilla por hectárea, vigor, germinadas y no germinadas, semillas buenas, semillas vanas, normales, anormales, muertas, duras y longitud de raíz. Solo existe diferencia significativa en el peso de cien semillas. Por lo cual se rechaza la hipótesis planteada de que la aplicación foliar de té de vermicompost en la etapa de maduración del algodón mejora el rendimiento y la calidad de semilla de algodón.

Palabras clave: té, vermicompost, algodón, semilla, calidad

I INTRODUCCIÓN

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^{-2} , con niveles de producción que oscilan en 4.5 y 5.0 toneladas de algodón hueso y 2.5 toneladas de semilla por hectárea (Palomo *et al.*, 2003; Gaytán *et al.*, 2004). La calidad de la semilla para siembra está dada por características físicas y fisiológicas. La calidad física involucra la pureza física, color, peso, tamaño y contenido de humedad, principalmente. La pureza física indica el grado de contaminación con semillas extrañas y materia inerte; el color de la semilla es una característica propia de cada especie y genotipo, pero que puede ser afectada por factores ambientales; el peso de la semilla es un indicador del tamaño de la misma, así que un lote de semilla con menor peso que lo establecido para cada cultivo es también resultado del efecto negativo de factores adversos (Palomo *et al.*, 2003). La calidad fisiológica se relaciona con los atributos de germinación y vigor. El primero se refiere al porcentaje de semillas que producen plántulas normales capaces de desarrollarse bajo condiciones favorables de campo, y el segundo al potencial de emergencia bajo un amplio margen de ambientes (McDonald, 1975).

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, tomando en 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). Una forma para suplir elementos minerales vía foliar al cultivo del algodón, es el té de vermicompost.

El té de vermicompost es el extracto líquido de vermicompost 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 (Edwardset *al.*, 1996). Se conoce que el humus de vermicompost en disolución, conocido también como té de vermicompost, 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-Escobar 1996).

1.1 OBJETIVOS

Conocer el rendimiento y calidad de semilla de algodón bajo fertilización foliar con té de vermicompost.

1.2 HIPOTESIS

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

II REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 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 se fueron separados, después de que diferentes especies vegetales se habían dispersado, en grandes aéreas geográficas.

2.1.1 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: *hirsutum*

2.2 Fenología del algodón.

Díaz (2002), menciona que el ciclo del algodón se divide en cinco partes diferentes, las cuales son: fase nacimiento, la cual se extiende de la germinación a el despliegue de los cotiledones, fase "plántula" o embrión: desde el despliegue de los cotiledones al estadio de 3 a 4 hojas, fase prefoliación: del estadio de 3 a 4 hojas al comienzo de la floración, fase de floración y fase de la maduración de la capsula.

2.2.1 Morfología del algodón

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, 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. 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 otra la 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. 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 normal mente la planta entre dos o tres de estas ramas. Las 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. 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. 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. El fruto es una capsula con tres a cinco carpelos, que tienen de seis a nueve semilla 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. 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. 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 una alcaloide denominado gossypol, que es toxico. 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 Importancia de la semilla

La semilla es esencial para la supervivencia de la humanidad, por cuanto almacena el más alto potencial genético que la ciencia pudiera llegar a desarrollar y es un elemento vital en la agricultura moderna, la semilla certificada contribuye a alcanzar una producción más alta. La germinación, la pureza y la sanidad son los tres criterios de la calidad de semilla que están bien establecidos y los cuales son determinados por pruebas de rutinas en estaciones de pruebas de semilla (Méndez *et al.*, 2008).

2.3.1 Calidad de la semilla

La calidad de la semilla es un concepto múltiple que comprende varios aspectos (Bustamante, 1982). Para un agricultor, la calidad significa idoneidad para sembrar en un momento determinado del año y para su propósito personal (Humphrey, 1980).

García (1980) señala que la calidad física involucra aspectos tales como: pureza física, color, peso, tamaño y contenido de humedad principalmente.

La calidad fisiológica está integrada por los atributos de germinación y vigor, refiriéndose al primero como el porcentaje de semillas que producen plántulas normales capaces de desarrollarse bajo condiciones favorables de campo, y el segundo como el potencial de emergencia de calidad más allá de la germinación que señala la completa habilidad de la semilla para establecer plántulas en condiciones adversas (McDonald, 1975).

La germinación y pureza física son dos criterios de la calidad de la semilla los cuales están debidamente establecidos y son determinados en pruebas rutinarias (Perry, 1980).

La capacidad de germinación es el criterio comúnmente usado para determinar la viabilidad o calidad de la semilla y que es universalmente aceptado que la germinación y la viabilidad de la semilla se consideran términos sinónimos para los semilleros (Copeland y McDonald, 1985)

2.3.2 Clasificación de la semilla

La ISTA (1996) menciona que las semillas frescas son aquellas que han absorbido agua pero que están aletargadas y no han pasado de esta fase inicial de la germinación. Las semillas duras son aquellas que no han absorbido agua como consecuencia de la impermeabilidad de sus cubiertas. Moreno, (1996) refiere que las semillas duras permanecen intactas hasta el final de la prueba de germinación, ya que no absorben agua porque tienen una cubierta impermeable. Semillas latentes, se les denomina así a las semillas viables (diferentes de las semillas duras) pero que no germinan aun cuando estén bajo las condiciones de germinación ideales que se especificaba para dicha especie. Semillas muertas, son aquellas semillas que no germinan y que no se les clasifican como latentes o duras a las cuales se les deberá ser considerada como semillas muertas.

2.3.3 Germinación de la semilla de algodón

La germinación de una semilla en una prueba de laboratorio es la emergencia y desarrollo de la plántula hasta una etapa donde el aspecto de sus estructuras esenciales indica si es o no capaz de desarrollarse en una planta bajo condiciones favorables en el suelo (Méndez *et al.*, 2008).

2.3.4 Vigor de las semillas de algodón

El vigor está representado por el porcentaje de semillas que germinan bajo condiciones limitantes, diferenciándose del ensayo de germinación en condiciones normales u óptimas (Turuel, 2008). Moreno (1996), menciona que las causas de la variabilidad del vigor de las semillas son las siguientes: Genotipo, medio ambiente y nutrición de la planta, estado de madurez, tamaño, peso y peso volumétrico, daño físico, deterioro y envejecimiento, patógenos presentes en las semillas.

2.4 Usos de semilla

La semilla se emplea en la alimentación del ganado y en menor escala en la industria extractora de aceite para consumo humano, la semilla entera (motosa) de algodón, es utilizada por muchos ganaderos en todo el mundo, obtenida después del proceso de desmote y que contiene filamentos de “linter”, los cuales aportan cantidades importantes de fibra, adicionando semilla motosa a la dieta diaria del ganado usualmente se incrementa significativamente el contenido total de energía de la ración, lo que incide en la producción de leche y carne, el aceite de cocina, la harina de semilla de algodón ha sido empleada por más de 100 años en la suplementación de dietas

para ganadería de carne y leche. Y la cascarilla de semilla de algodón constituye un forraje altamente fibroso y voluminoso, su baja densidad es un limitante para utilización en mezclas para formulación de dietas, debido al alto costo del transporte, La cascarilla de la semilla algodón es también un material de potencial interesante para la producción de pre-húmicos y abonos orgánicos y para la generación de energía mediante la fermentación anaeróbica o la pirolisis. Un nuevo segmento de mercado para el aceite de semilla de algodón es el que se está consolidando en la producción de bio-diesel (Román, 2014).

2.5 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, tomando en dificultades de solucionar vía suelo, con lo cual se puede prevenir la pérdida de rendimientos (Oosterhuis *et al.*, 1991).

La fertilización foliar 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, dificultades de solucionar vía suelo, con lo cual se puede prevenir la pérdida de rendimientos (Oosterhuis *et al.*, 1991).

Las razones para el uso de la fertilización foliar en los cultivos, pueden ser debido a condiciones del suelo que limitan la disponibilidad de nutrientes, cuando los

factores tales, como la etapa de crecimiento la planta, demanda interna de nutrimentos y condiciones ambientales, interactúan para limitar el suplemento adecuado de nutrientes a los órganos críticos de la planta. El proceso por el cual la solución nutritiva aplicada al follaje es utilizada por la planta incluye adsorción foliar, penetración cuticular, toma y absorción dentro de los compartimentos celulares metabólicamente activos de la hoja y por último la translocación y utilización de los nutrientes absorbidos por la planta (Fernández *et al.*, 2013)

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).

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 *et al.*, 1996.).

2.6.1 Vermicompostaje

El Vermicompostaje 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).

El vermicompostaje 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 del gusano a las capas más frescos de los residuos no digeridos o cuando el producto se elimina del vermicompost. La duración de la fase activa depende de la especie y la densidad de las lombrices de tierra que intervienen (Ndegwa *et al.*, 2000).

2.6.1.1 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 (Edwardset *al.*, 1996).

III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización geográfica de Torreón, Coahuila.

El Campus Laguna de la UAAAN se encuentra ubicado en Torreón. El municipio de Torreón se localiza en la parte oeste del sur del estado de Coahuila, en las coordenadas 103° 26'33" longitud oeste y 25° 32' 40" latitud norte, a una altura de 1,120 metros sobre el nivel del mar (Corballan, 2015).

3.2 Manejo del cultivo

3.2.1 Preparación del terreno.

Se realizó la labor de barbecho el día 22 de Marzo del año 2013, a 30 cm de profundidad con arado de discos, para remover, destruir e incorporar las malas hierbas, voltear el suelo y romper el ciclo biológico de las plagas, darle uniformidad al terreno, aireación y aumentar la infiltración del agua de riego. En seguida se realizó la labor de rastreo, el 26 de Marzo del mismo año, con el fin de romper y desmenuzar los terrones que quedaron después de haber realizado el barbecho. Se realizó la labor de bordeado el día 28 de Marzo del año 2013, con un implemento agrícola denominado bordeadora.

3.2.2 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®.

3.2.3 Riegos

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 con lámina de riego de 12 cm, por el método de inundación por gravedad.

3.2.4 Cosecha

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

3.3 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.

3.4 Tratamientos

Se evaluaron 10 soluciones foliares asperjadas a la planta en tres ocasiones: Primera aspersión, el 29 de agosto 2013 a los 112 días después de la siembra. Segunda aspersión, el 6 de septiembre de 2013 a los 120 días después de la siembra. Tercera aspersión, 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 vermicompost que se preparó haciendo la mezcla de agua y vermicompost, 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, y un testigo absoluto con agua solamente (Cuadro 1). Para el desarrollo del cultivo del algodón, no se aplicó fertilizante, aparte de los tratamientos de fertilización foliar.

Cuadro 1. Soluciones foliares en la evaluación de rendimiento y calidad de semilla de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) bajo fertilización foliar con té de vermicompost. (UAAAN UL 2015).

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

V1, V2, V3, Vermicompost, F1, F2, F3, Ácido fosfórico y S1, S2, S3, Solución inorgánica, 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 ($\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$) a las soluciones foliares empleados y el resultado se muestra en el cuadro 2.

Cuadro 2. Conductividad eléctrica y pH de las soluciones foliares de los tratamientos en el rendimiento y calidad de semilla de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) bajo fertilización foliar con té de vermicompost. (UAAAN UL 2015).

Tratamientos	pH	CE (mS•cm ⁻¹)
V1	8.64	4.54
V2	8.65	6.90
V3	8.70	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, V2, V3, Vermicompost, F1, F2, F3, Ácido fosfórico y S1, S2, S3, Solución inorgánica, a base de urea, sulfato de magnesio, sulfato ferroso, sulfato de zinc y sulfato de manganeso con sus respectivas proporciones en la solución.

3.5 Variables respuesta

3.5.1 Variables de rendimiento de semilla de algodón.

Se evaluaron las variables producción de semilla por planta (PSP), porcentaje de semilla (%SEM), y rendimiento de semilla por hectárea (RSHA), en base a una población de 60,000 plantas por hectárea. Para obtener la PSP, se cosecharon los capullos de algodón de cada planta y se obtuvo el peso de capullos por planta, en

seguida se realizó la separación de semilla y fibra de algodón, se determinó el peso de semilla por planta para obtener la PSP. Para obtener %SEM se dividió la PSP entre el peso de capullos por planta y se multiplico por 100. Para obtener el RSHA se multiplico la PSP por 60,000 plantas.

3.5.2 Variables de calidad de semilla de algodón.

Calidad de semilla (CS), para evaluar la calidad de semilla se usó el porcentaje de germinación y vigor de la misma mediante el método de germinación estándar, para determinar la capacidad de germinación se utilizó el método de papel toalla. Para ello se realizaron tres repeticiones de 100 semillas (300 semillas previamente desbarradas y tratadas) por tratamiento, el desborre de semilla fue químicamente con ácido sulfúrico al 100% grados reactivo. Se colocaron las semillas en un vaso de precipitado de 500mL y durante 1 minuto se agitaron las semillas constantemente para eliminar el exceso de fibra. Transcurrido el tiempo se enjuagó con agua y finalmente se aplicó otro enjuague con cal deshidratada (CaO), para neutralizar el efecto del ácido sobre la semilla, se dejó secar la semilla durante un periodo de 24 horas, transcurrido este intervalo de tiempo se dio tratamiento a la semilla con un fungicida: CAPTAN 50 PH de contacto con un ingrediente activo de: N- triclorometiltio-4-ciclohexeno-1,2-dicarboximida, para evitar la contaminación por hongos. Las semillas fueron colocadas en papel canela, cada papel contenía 100 semillas bien ordenadas, posteriormente el papel se enrolla en forma de taco y fue sujetado con ligas en los extremos. Los tacos fueron después colocados dentro de bolsas de polietileno y posteriormente se colocaron en una incubadora marca ThermoScientific Modelo 818 ® a una temperatura de $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$, dando riegos cada tercer día a los tacos para mantener la humedad

durante la prueba. Se realizó un primer conteo (PC) al cuarto día y se registraron únicamente las variables semillas germinadas y semillas no germinadas. Al octavo día se realizó el conteo final (segundo conteo (SC)) determinando las variables porcentaje de germinación con las plántulas que presentaban todas las estructuras intactas, plantas normales, plantas anormales, semillas duras y podridas, así también se tomaron 10 plántulas por tratamiento para obtener longitud de raíz. La interpretación de los resultados se basó en a los criterios establecidos por ISTA (1985, 1987). Otras pruebas se realizaron en el laboratorio de suelos, tales como el Peso de 100 semillas (P100). El conteo se realizó en forma manual, cada una de las repeticiones se pesó en gramos con el mismo número de cifras decimales en una balanza granataria AND EK-600 i ®, peso de 10g de semillas (P10g) En una balanza granataria AND EK-600 i ®, se pesaron 10 gramos de semillas de cada repetición, posteriormente a cada semilla se le realizó un corte transversal para determinar la calidad de la semilla y se clasificaron como: buenas y vanas. 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, agua de riego y vermicompost.

Con el propósito de conocer las características químicas del suelo del área experimental, del agua de riego y vermicompost, se analizó una muestra representativa de suelo, agua y vermicompost, las determinaciones se llevaron a cabo en el laboratorio de suelos de la UAAAN-UL, las características se determinaron mediante diferentes técnicas: la densidad aparente (Da) se obtuvo con el método rápido de la probeta, el pH; la conductividad eléctrica (CE) se determinaron por método de potenciometría; el calcio (Ca), magnesio (Mg) y sodio (Na) con el método de espectrofotometría de absorción atómica en el espectrofotómetro (PERKIN ELMER 2380®); la materia orgánica (MO) se aplicó la técnica de Walker y Black; el nitrógeno (N) mediante el método de semi-micro Kjeldahl; la capacidad de intercambio catiónico (CIC) mediante el método de cloruro de bario; el fósforo (P) mediante la técnica de Olsen modificado; y los micro elementos como el cobre (Cu), manganeso (Mn) y zinc (Zn) mediante extracción con DTPA y absorción atómica (PERKIN ELMER 2380®).

En el cuadro 3, 4 y 5, se presentan los valores promedios de las características físicas y químicas de suelo del área experimental, características físico químicas del agua de riego y del vermicompost.

Cuadro 3. Características físicas y químicas del suelo del área experimental, para la evaluación de rendimiento y calidad de semilla de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) bajo fertilización foliar con té de vermicompost. (UAAAN UL 2015).

Parámetros	Profundidad 0 -30 (cm)
Textura del suelo	Franco limoso
pH	7.6
Cond. Eléctrica mS•cm ⁻¹	2.52
Nitrógeno %	.078
Fosforo (P) ppm	18.219
Cationes solubles	
Calcio(Ca) meq•L ⁻¹	9.6
Magnesio (Mg) meq•L ⁻¹	0.4
Sodio (Na) meq•L ⁻¹	4.8
Micronutrientes	
Cobre(Cu) ppm	123
Fierro (Fe) ppm	117
Zinc (Zn) ppm	75
Manganeso (Mn) ppm	377

Cuadro 4. Análisis de agua de riego empleada durante el desarrollo del cultivo de algodón en el rendimiento y calidad de semilla de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) bajo fertilización foliar con té de vermicompost. (UAAAN UL 2015).

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

Cuadro5. Análisis químico del Vermicompost empleado en las soluciones foliares en el rendimiento y calidad de semilla de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) bajo fertilización foliar con té de vermicompost. (UAAAN UL 2015).

Características	Unidades	Concentración
CIC	meq•100g ⁻¹	9.0
Ca	meq•100g ⁻¹	111.02
Mg	meq•100g ⁻¹	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 ⁻³	0.40
Na	meq•L ⁻¹	164.48
pH	-	7.9

4.2 Variables de rendimiento

Se realizó el análisis de varianza a los resultados obtenidos de las variables de rendimiento de semilla de algodón, para obtener la significancia de los tratamientos y los resultados se presentan en el cuadro 6.

Cuadro 1A. Significancia de las variables en el rendimiento y calidad de semilla de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) bajo fertilización foliar con té de vermicompost. (UAAAN UL 2015).

Variables	CV (%)	R ²	Pr > F
PSP	28.44735	0.505863	0.1348
% SEM	5.716177	0.579578	0.0817
RSHA	28.23547	0.516577	0.1181

PSP= Producción de semilla por planta, %SEM= porcentaje de semilla, RSHA=rendimiento de semilla por hectárea.

En las figuras 1, 2 y 3 se muestran los valores de las variables de rendimiento PSP, %SEM y RSHA de cada uno de los tratamientos. No se presentó diferencia significativa en las variables de rendimiento de semilla por efecto de los tratamientos (Cuadro 6), para la PSP el tratamiento S3 (solución inorgánica) muestra el mayor rendimiento con 63.33g mientras que el tratamiento V2 (té de vermicompost) tiene el menor rendimiento con 34.77g (Figura 1). Para el %SEM el tratamiento F2 muestra el mayor valor con 53.83%, mientras que el V2 (té de vermicompost) presenta el menor valor con 45.73% y para el RSHA el tratamiento S3 (solución inorgánica) muestra el mayor rendimiento con 4,750 Kg•Ha⁻¹ mientras que el tratamiento V2 (té de vermicompost) presenta el menor rendimiento con 2,600 Kg•Ha⁻¹. Palomo *et al.*, (2003) reportó un valor de RSHA de 1391 Kg•Ha⁻¹.

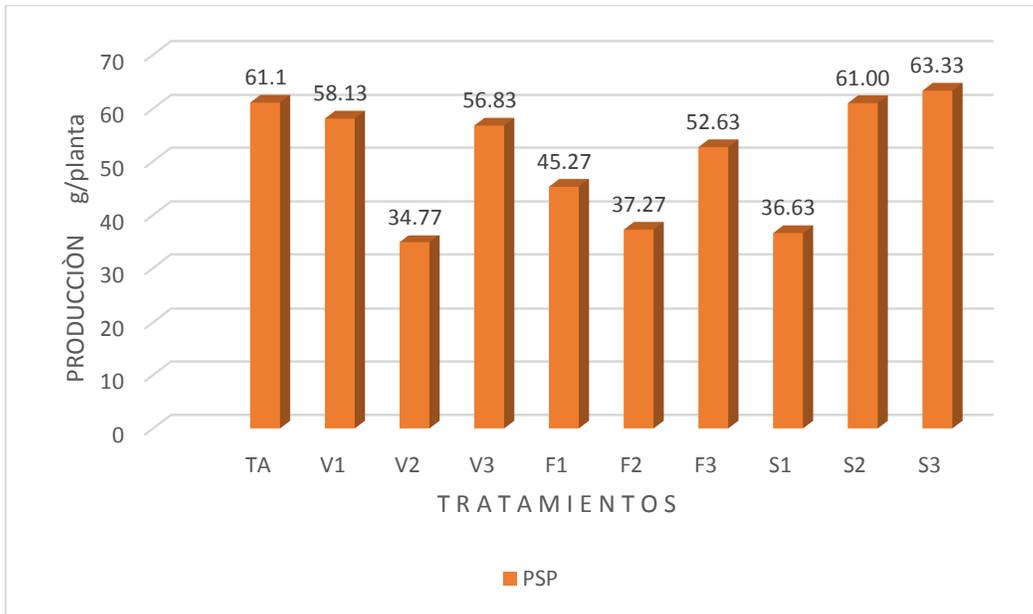


Figura 1. Producción de semilla por planta (PSP) en el rendimiento y calidad de semilla de algodón bajo fertilización foliar con té de vermicompost (UAAAN UL 2015).

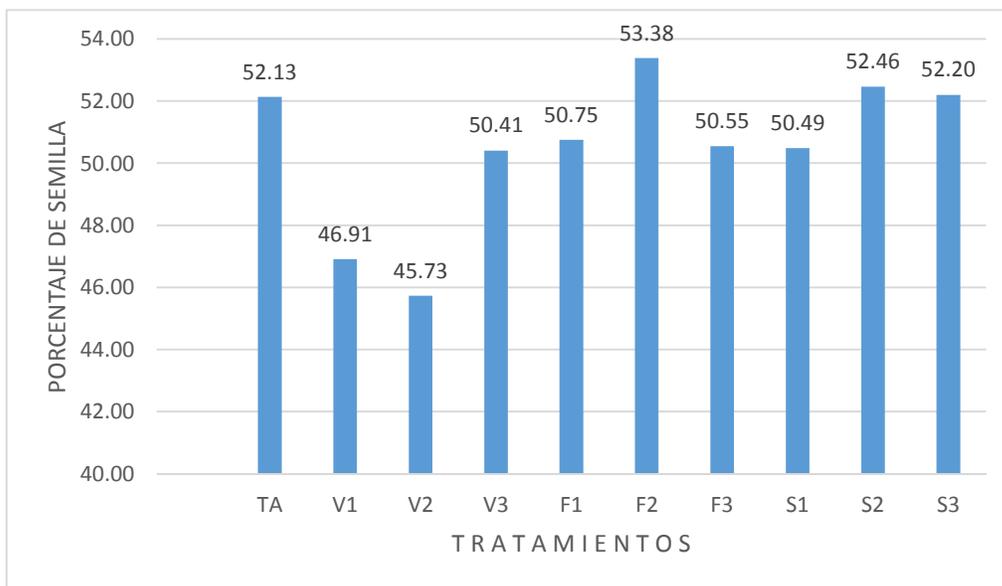


Figura 2. Porcentaje de semilla (% de semilla), en el rendimiento y calidad de semilla de algodón bajo fertilización foliar con té de vermicompost (UAAAN UL 2015).

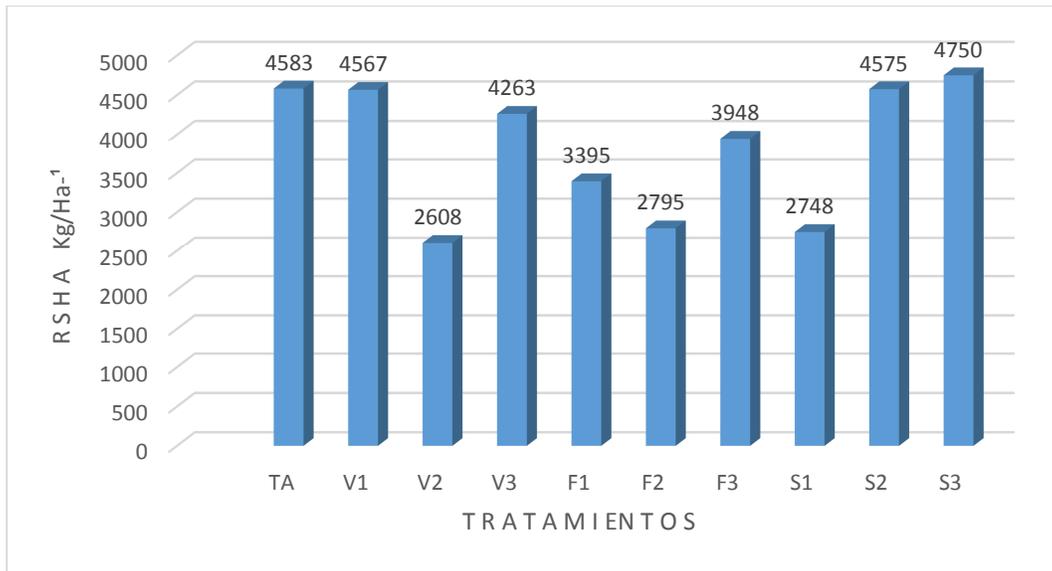


Figura 3. Rendimiento de semilla por hectárea (RSHA), en el rendimiento y calidad de semilla de algodón bajo fertilización foliar con té de vermicompost (UAAAN UL 2015).

Se realizó el análisis de varianza a los resultados obtenidos de las variables de calidad de semilla de algodón, para obtener la significancia de los tratamientos y los resultados se presentan en el cuadro 8.

Cuadro 2A. Significancia de las variables en el rendimiento y calidad de semilla de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) bajo fertilización foliar con té de vermicompost. (UAAAN UL 2015).

variables	CV (%)	R ²	Pr > F
Germinadas	13.67315	0.409535	0.4505
No germinadas	24.36813	0.400240	0.3747
Buenas	2.517287	0.282330	0.6792
Vanas	166.6982	0.253175	0.7335
P100	4.562470	0.583588	0.0359
Normales	9.932834	0.496954	0.1424
Anormales	45.74995	0.339650	0.8083
Muertas	72.08910	0.252949	0.8005
Duras	50.20903	0.527123	0.0998
Long. Raíz	8.712735	0.536923	0.3973

En la figura 4 se muestra la variable de vigor (semillas germinadas y no germinadas), en cada uno de los tratamientos. No se presentó diferencia significativa en la variable de vigor de semilla por efecto de los tratamientos (Cuadro 8). El tratamiento S2 (solución inorgánica) presentó el mayor porcentaje de semillas germinadas con 78.33%, por el contrario el tratamiento S3 (Solución inorgánica) muestra el menor porcentaje de germinación con 60,00%. Salinas *et al.*, (2008) menciona que el vigor de las semillas ha sido definido como la sumatoria total de aquellas propiedades de las semillas que determinan el nivel de actividad y el

comportamiento de las semillas o de un lote de semillas durante la germinación y emergencia de las plántulas.

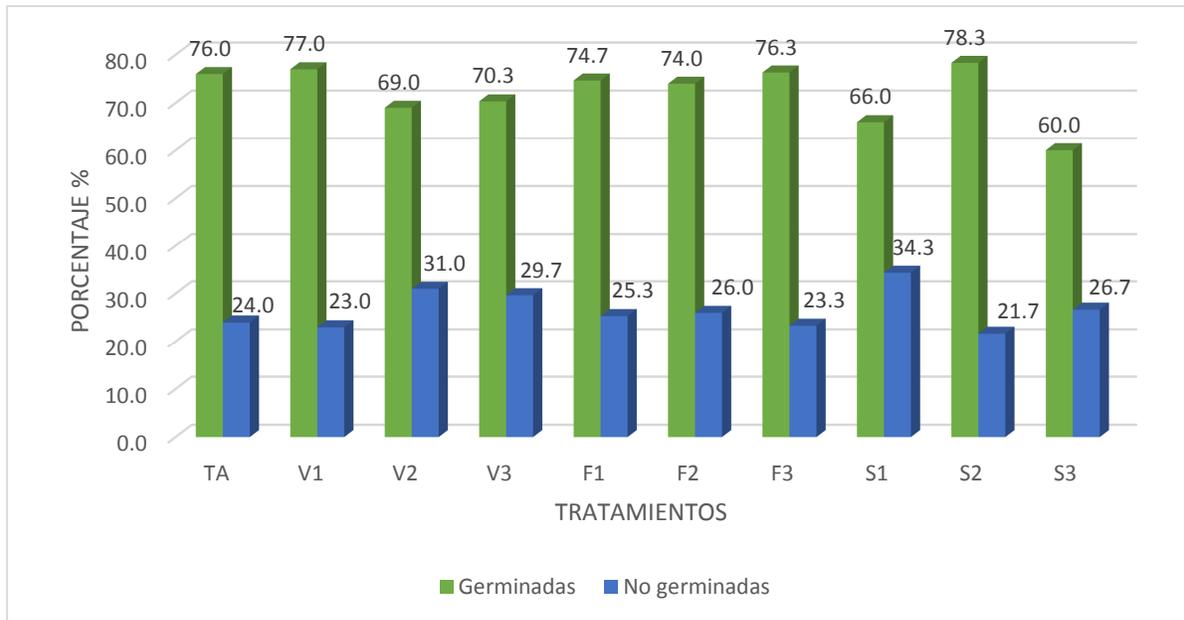


Figura 4. Medias de tratamientos de vigor de semillas germinadas y no germinadas en el rendimiento y calidad de semilla de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) bajo fertilización foliar con té de vermicompost. (UAAAN UL 2015).

La figura 5 muestra la variable peso de 100 semillas (P100) en cada uno de los tratamientos. Se presentó diferencia significativa en la variable P100 por efecto de los tratamientos (Cuadro 8). El tratamiento F1 (Ácido fosfórico) con 9.66 gramos obtuvo el mayor peso de 100 semillas, mientras el S2 (Solución inorgánica) con 8.43 gramos fue el que presentó el menor peso de 100 semillas entre los tratamientos, Zakaria *et al.*, (2007) encontraron incremento significativo en el P100 por efecto de aspersiones

foliares de P, con 10.16 g, para aplicaciones de 17.28 g•ha⁻¹ de fosforo, con la variedad de algodón “6130 86” (*Gossypium barbadense* L.).

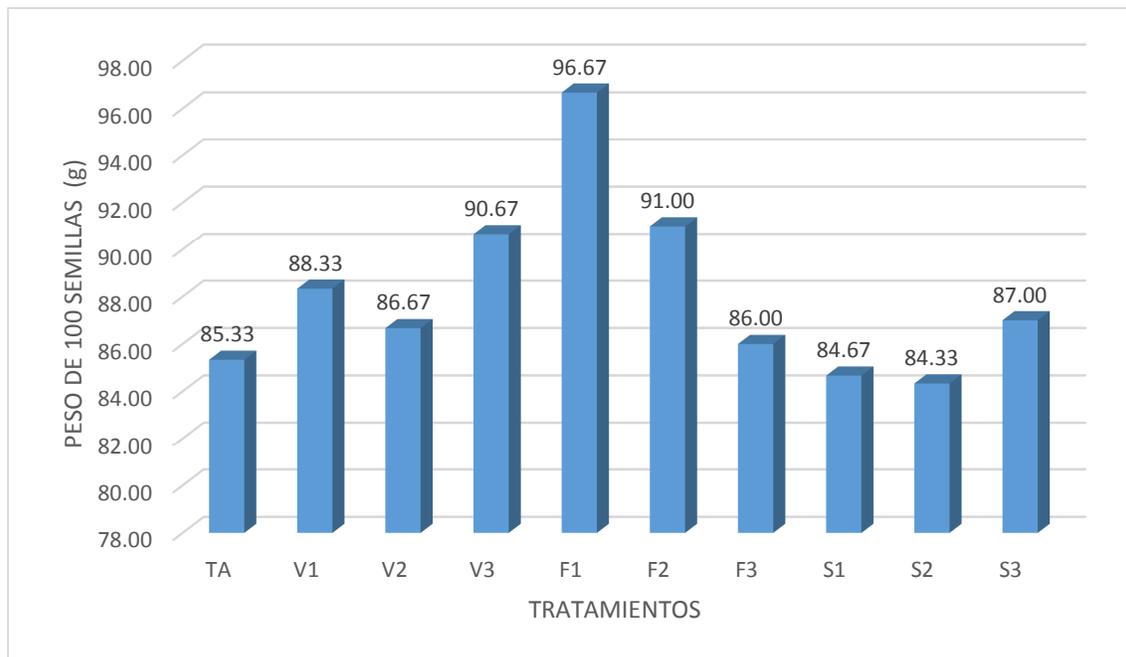


Figura 5. Media de tratamiento del peso de cien semillas de algodón en el rendimiento y calidad de semilla de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) bajo fertilización foliar con té de vermicompost. (UAAAN UL 2015).

En las figuras 6 y 7 se muestra las variables de calidad semillas buenas y semillas vanas. No se presentó diferencia significativa en los tratamientos, el tratamiento F1 (Ácido fosfórico) con 9.93 gramos obtuvo mayor peso de semillas buenas y con un peso de 0.06 gramos de semillas vanas mientras el F3 (ácido fosfórico) con 9.63 gramos fue el que presentó menor peso de semillas buenas y con 0.26 gramos el mayor número de semillas vanas. Colpos (2015) menciona que las

semillas vanas son las semillas que por diferentes causas no tuvieron un desarrollo completo de la almendra y su aspecto generalmente es chupado y seco.

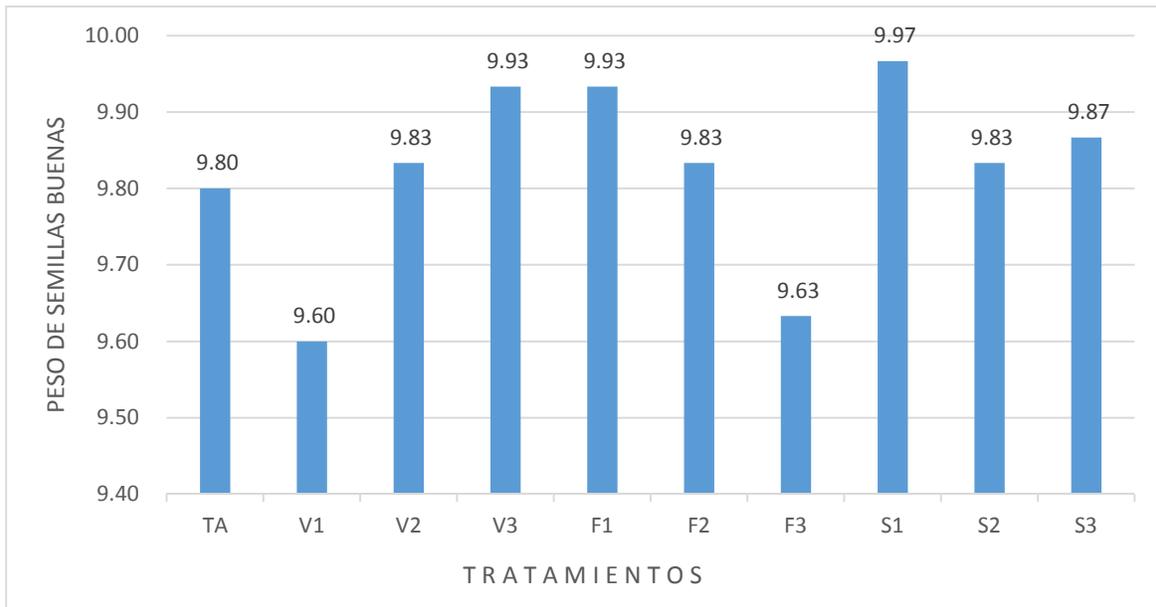


Figura 6. Media de tratamientos de semillas buenas de algodón en el rendimiento y calidad de semilla de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) bajo fertilización foliar con té de vermicompost. (UAAAN UL 2015).

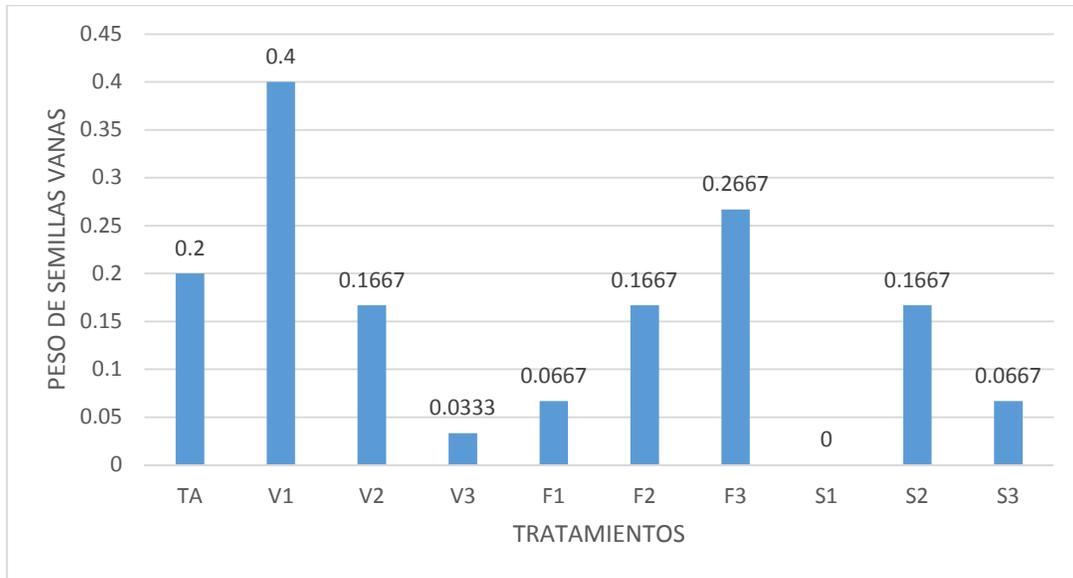


Figura 7. Medias de tratamientos de semillas vanas de algodón en el rendimiento y calidad de semilla de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) bajo fertilización foliar con té de vermicompost. (UAAAN UL 2015).

En la figura 8 se muestra la variable % de semillas normales en cada uno de los tratamientos. No se presentó diferencia significativa en los tratamientos, el tratamiento F1 (ácido fosfórico) presentó mayor número de plantas normales con 83.66 % mientras el F3 (ácido fosfórico) obtuvo menor número de plantas normales con 65.33 %. Méndez *et al.*, (2008) menciona que el porcentaje de semilla reportado sobre el certificado de análisis indica la proporción del número de semillas que han producido plántulas clasificadas como normales bajo las condiciones y dentro de un periodo especificado para cada especie.

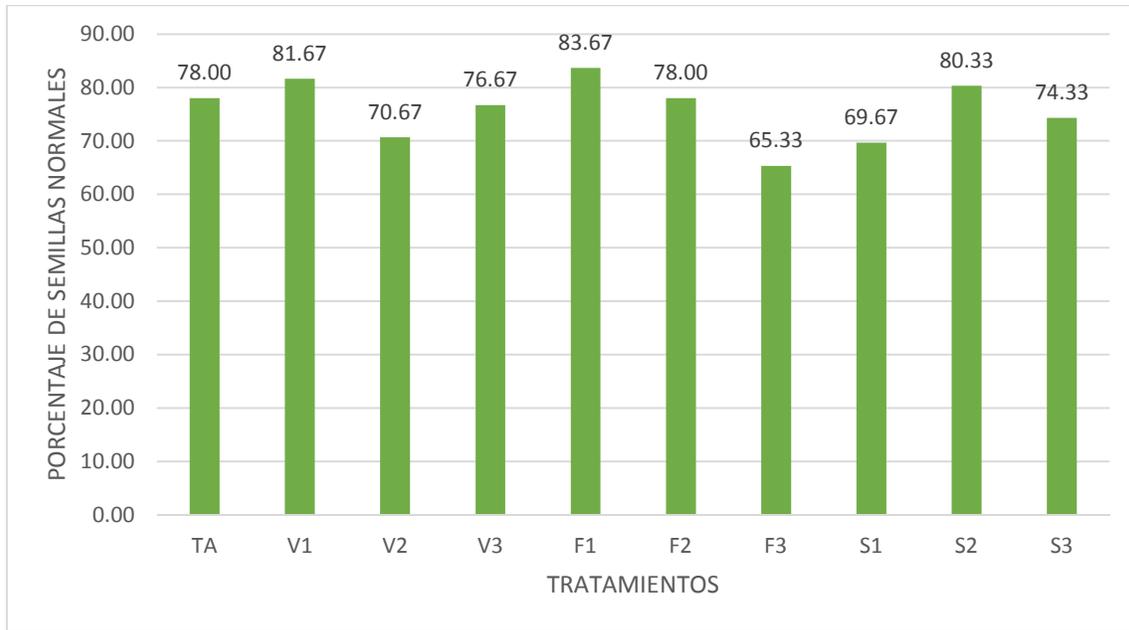


Figura 8. Medias de tratamientos de plantas normales en el rendimiento y calidad de semilla de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) bajo fertilización foliar con té de vermicompost. (UAAAN UL 2015).

En las figuras 9, 10 y 11 se muestran las variables % de semillas anormales, % de semillas muertas y % de semillas duras en cada uno de los tratamientos. No se presentó diferencia significativa en los tratamientos. Para la variable % de semillas anormales el tratamiento V2 (vermicompost) presentó mayor número de plantas anormales con 14.00 % mientras el F2 (ácido fosfórico) obtuvo menor número de plantas anormales con 7.33 %, para la variable % de semillas muertas, el tratamiento S1 (solución inorgánica) presentó mayor número de semillas muertas con 10.66 % mientras el F1 (ácido fosfórico) obtuvo menor número de plantas normales con 4.00 % y para la variable % de semillas duras, el tratamiento F3 (ácido fosfórico) presentó mayor número de plantas normales con 11.33 % mientras el V1 (vermicompost) obtuvo menor número de plantas normales con 3.33 %. Méndez *et al.*, (2008) reporta que la

germinación de las semillas del algodón pueden disminuir extraordinariamente por varias razones: mala constitución, falta de madurez; exceso de humedad; exceso de temperatura; edad (semillas demasiado jóvenes o demasiado viejas) y parasitismo (ataques de las cápsulas y semillas).

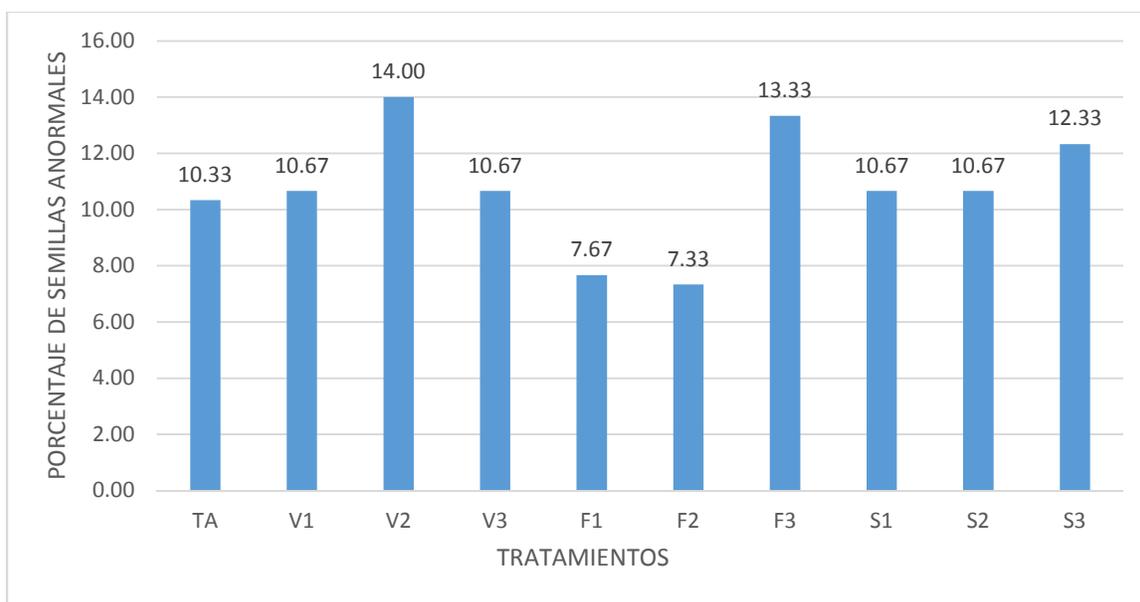


Figura 9. Medias de tratamientos de las variables plantas anormales en el rendimiento y calidad de semilla de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) bajo fertilización foliar con té de vermicompost. (UAAAN UL 2015).

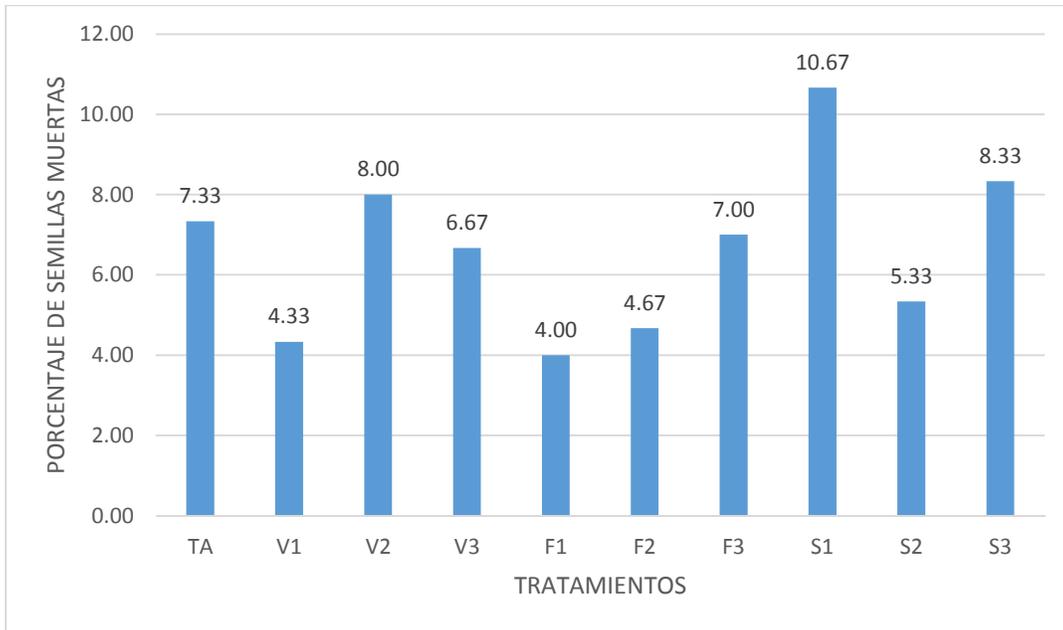


Figura 10. Medias de tratamientos de las variables semillas muertas en el rendimiento y calidad de semilla de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) bajo fertilización foliar con té de vermicompost. (UAAAN UL 2015).

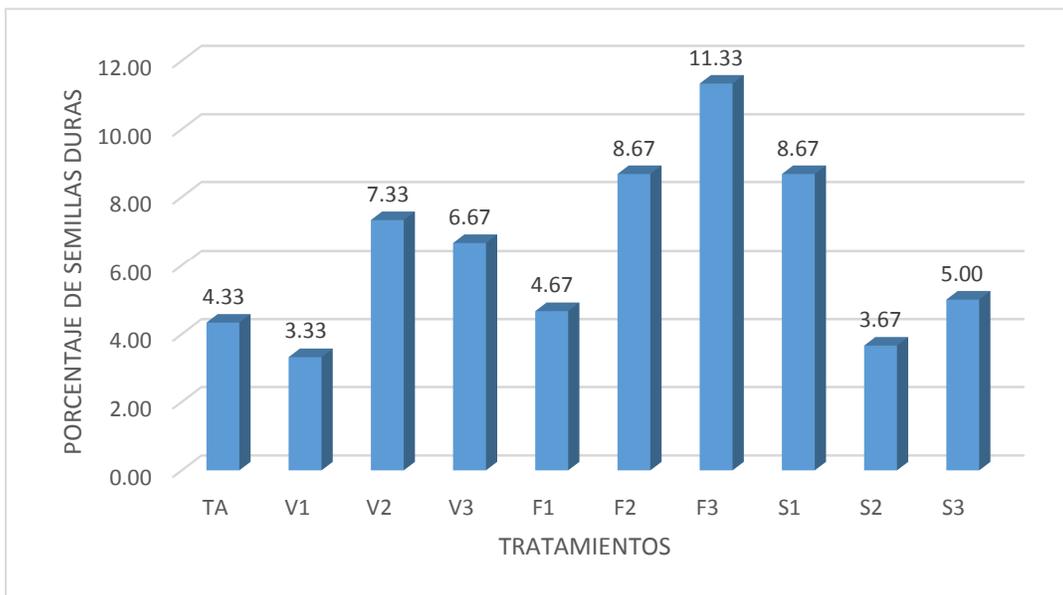


Figura 11. Medias de tratamientos de las variables semillas duras en el rendimiento y calidad de semilla de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) bajo fertilización foliar con té de vermicompost. (UAAAN UL 2015).

En la figura 12 se muestra la variable longitud de raíz en cada uno de los tratamientos. No se presentó diferencia significativa en los tratamientos, el tratamiento F1 (ácido fosfórico) presentó la mayor longitud de raíz 14.04 % mientras el S2 (solución inorgánica) obtuvo menor número de plantas normales con 11.83 %. Palomo *et al.*, (2003) reportó un valor de 13.1 cm en la longitud de raíz.

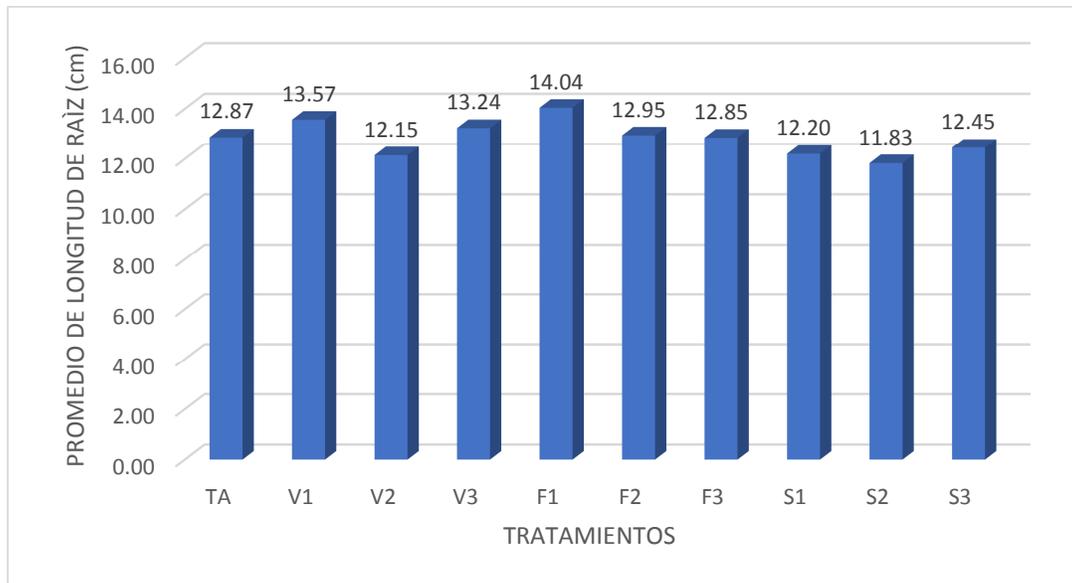


Figura 12. Medias de tratamientos de la variable promedio de longitud de raíz en el rendimiento y calidad de semilla de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) bajo fertilización foliar con té de vermicompost. (UAAAN UL 2015).

V CONCLUSIÓN

No se encontró diferencia significativa por efecto de la fertilización foliar con té de vermicompost, ácido fosfórico y solución inorgánica en las variables de peso de semilla por planta (PSP), porcentaje de semilla (%SEM), rendimiento de semilla por hectárea (RSHA), vigor (germinadas y no germinadas), semillas buenas (SB), semillas vanas (SV), normales, anormales, muertas, duras y longitud de raíz. Solo existe diferencia significativa en el peso de cien semillas (P100S) en el tratamiento. Por lo cual se rechaza la hipótesis planteada de que la aplicación foliar de té de vermicompost en la etapa de maduración del algodón mejora el rendimiento y la calidad de semilla de algodón.

VI BIBLIOGRAFÍA

- Atiyeh RM, Arancon NQ, Edwards CA & JD., M. 2000. Influence of earthworm-processed pig manure on the growth and yield of greenhouse tomatoes. *Bioresour Technol* 75: 175-180.
- Bhatnagar, R., Y & Palta, R. 1996. *Earthworm-Vermiculture and Vermicomposting*. Kalyani Publishers, New Delhi.
- Bustamante, G.L.A 1982. Semillas: Control y evaluación de su calidad. Memorias del curso de actualización de tecnologías de semillas, UAAAN- AMSAC. Saltillo, Coahuila, México. pp 23-25
- Colpos, 2015 NMX-FF-088-1994. Productos no industrializados para uso humano. Oleaginosas semilla de algodón (*Gossypium* spp.). Especificaciones y métodos de prueba. Non industrialized food products for human use. Oilseeds cottonseed (*Gossypium* spp.). Specifications and test method. Normas mexicanas. Dirección general de normas. (En línea) fecha de consulta el 05/febrero/2015 disponible en: <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-FF-088-1994.pdf>
- Copeland, L. O., and M. B. McDonald. 1985. *Principles of seed science and Technology*. Bed Burgues Publishing Company. Minneapolis, Minnesota U.S.A. p. 122,126.

- Díaz, C.I. 2002. Respuesta a la fertilización Nitrogenada de nuevas variedades de algodón: Rendimiento, Componentes de rendimiento y calidad de fibra. Tesis Pp6, 7: 14- 17.
- Edwards CA, Y &Bohlen, P. 1996 Biology and Ecology of earthworms. Chapman and Hall, London, p 426.
- Eyheraguibel, B., J. Silvestre & P. Morard. 2008. Effects of humicsubstancesderivedfromorganic waste enhancement on the growth and mineral nutrition of maize. Bioresource Technology 99: 4206-4212.
- Fernández Victoria, Sotiropoulos T y Brown P. 2013. Foliar fertilizationScientificPrinciples and Field Practices. International FertilizerIndustryAssociation (IFA). Firstedition, IFA, Paris, France, March 2013Copyright 2013 IFA. Allrightsreserved ISBN 979-10-92366-00-6
- Fernández-Escobar, R. 1996. Planificación y diseño de plantaciones frutales. Mundi-prensa. Madrid. 220 pp.
- García, H. A. H. 1980. Efecto del nitrógeno sobre la tecnología y rendimiento del algodónero sembrado en tres sistemas de producción. Informe de Investigación Agrícola. Resúmenes del CAELALA-CIAN-INIA-SARH. Región Lagunera. Pp 21
- 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 espaciamento entre surcos y densidad poblacional. I. Rendimiento,

precocidad y calidad de fibra. □YTON Revista Internacional de Botánica Experimental. pp. 57-67.

Humphreys, L. R. 1980. A guide to be better pastures for the tropics and sub-tropics. Published by Wright Stephenson and Co. (Australia) Pty. Ltd. Revised 4th. Edition. 94 p.

ISTA (International Seed Testing Association). 1996. International Rule for Seed Testing. Rules 1996. Seed Science and Technology. Zurich, Switzerland. 274: 1-333

ISTA International Seed Testing Association 1985. International Rules for Seed Testing seed Science and Technology 13 (2) 299-520. The Netherlands.

ISTA International Seed Testing Association 1987. Handbook of vigour Test Methods. Scand edition Switzerland. p72.

McDonald, M. B. Jr. 1975 A review and evaluation of seed vigor test. Proc. Of Office Seed Analyst. 65: 117-122

Méndez Natera Jesús Rafael, Merazo Pinto José Fernando, Zerpa Zerpa María Y Bolívar Carlos Enrique. Efecto de la colocación de semillas de maíz (*Zea mays* L.), caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) y algodón (*Gossypium hirsutum* L.) en papel toallín (enrollados y sin enrollar) sobre la germinación y el vigor. Revista Científica UDO Agrícola Vol. 8, Jan-Dec., No. 1, 2008, pp. 67-71

Moreno, M. E. 1996. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. UNAM. México. 392p.

Ndegwa, P., Thompson, S. & Das, K. 2000. Effects of stocking density and feed ingrate on vermicomposting of biosolids. *BioresourTechnol* 71, 5-12.

Oosterhuis, D. M.; Wullschleger, R. L.; Maples, R. L.; Miley, W. N. Foliar application of potassiumnitrate in cotton. *Bettercrops*, p. 8-9, 1990.

Oosterhuis, W. N.; Miley, D. M.; Maples, R. L.; Wullschleger, R. L. Foliar fertilization with potassiumnitrate 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 potassiumnitrate in cotton. In: *beltwidecottonconferences, 1992, Nashville, TN. Proceedings...* National Cotton Council, 1992. p. 1176-1177.

Palomo Gil Arturo, Gaitán Mascorro Arturo, Espinoza Banda Armando, Martínez Agüero Héctor Javier y Jasso Cantú Diana. 2003 Dosis de nitrógeno y número de riegos en el rendimiento y calidad de la semilla de algodón *Rev. Fitotec. Mex.* Vol. 26 (2): 95 – 99, 2003

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.

Perry, D. A. 1980. The concept of seed vigor and its relevance to seed production techniques. In Hebblethwaite (ed). Seed production. Butterworths Publishers. Tomo II. Edit. Agropecuaria Hemisferio sur. Uruguay. Pp.585-591

Robles Sánchez R., 1980. Producción de oleaginosas y textiles. Primera edición.

Román G. Eduardo semilla motosa de algodón: un producto de mucho valor, 2014

Salinas Adriana R., Yoldjian Ana Ma., Craviotto Roque M. y Bisaro Vilma. Pruebas de vigor y calidad fisiológica de semillas de soja. Pesq. Agropec. bras., Brasília, v. 36, n. 2, p. 371-379, feb. 2001

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.

SMAMexico- servicios Meteorológicos y Anti-granizo Michoacán. Sobre Coahuila. Citado el 17-02- 2015. (En línea) Disponible en: <http://www.corballan.com/mexico/coahuila.asp>

Swietlik, D.; Faust, M. 1984. Foliar nutrition of fruit crops. In: JANIK, J. (Ed.). Horticultural reviews. Connecticut, USA: AVI Publishing Company, 1984. v. 6, p. 287-355.

Turuel M. E., Biasutti C. A., Nazar M. C. y Perretti D. M. efectos de aptitud combinatoria para vigor de plántula bajo estrés hídrico en maíz. Agriscienta v.25, n1, Córdoba ene/jun. 2008

Zakaria M. Sawan. Saeb A. Hernandez, Ahmed E. Basyony, and Abou- El- Ela R. Alkassas (2007) cottonseed: protein, oilyields, and oilpropecties as inflvenced y potassiumfertilization and foliar application of zinc and phosphorus Grasas y aceites 58(1) Enero- Marzo pp. 40-48.