

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**RESPUESTA DEL CULTIVO DE SANDÍA (*Citrullus lanatus* [Thunb.] Matsum
y Nakai) A LA FERTILIZACIÓN CON VERMICOMPOST A DOS ESPACIOS
ENTRE HILERAS DE PLANTA.**

POR

FAUSTO PACHECO DÍAZ

TESIS

PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER

EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN AGROECOLOGÍA

TORREÓN COAHUILA, MÉXICO.

DICIEMBRE, 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

RESPUESTA DEL CULTIVO DE SANDÍA (*Citrullus lanatus* [Thunb.] Matsum
y Nakai) A LA FERTILIZACIÓN CON VERMICOMPOST A DOS ESPACIOS
ENTRE HILERAS DE PLANTA.

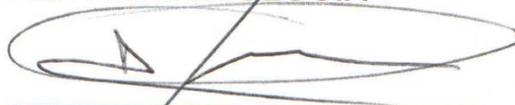
POR

FAUSTO PACHECO DÍAZ

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

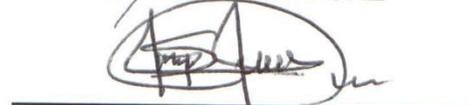
INGENIERO EN AGROECOLOGÍA

ASESOR PRINCIPAL:



DR. ALFREDO OGAZ

ASESOR:



DR. JESÚS VÁSQUEZ ARROYO

ASESOR:

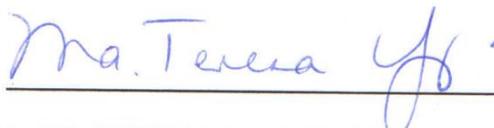


DR. ALEJANDRO MORENO RESÉNDEZ

ASESOR:



M.C. FEDERICO VEGA SOTELO



DRA. MA. TERESA VALDES PEREZGASGA

COORDINADORA INTERINA DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS
AGRONÓMICAS



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

TORREÓN COAHUILA, MÉXICO.

DICIEMBRE, 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

RESPUESTA DEL CULTIVO DE SANDÍA (*Citrullus lanatus* [Thunb.] Matsum
y Nakai) A LA FERTILIZACIÓN CON VERMICOMPOST A DOS ESPACIOS
ENTRE HILERAS DE PLANTA.

POR

FAUSTO PACHECO DÍAZ

TESIS QUE PRESENTA A LA CONSIDERACION DEL H. JURADO
EXAMINADOR, COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO
DE:

INGENIERO EN AGROECOLOGÍA

APROBADA POR:



PRESIDENTE:

DR. ALFREDO OGAZ

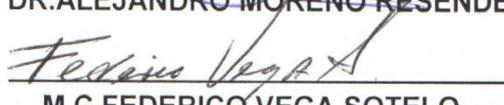
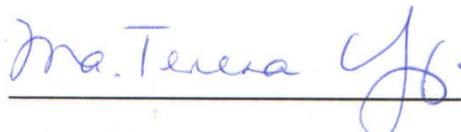
VOCAL:


DR. JESÚS VÁSQUEZ ARROYO

VOCAL:


DR. ALEJANDRO MORENO RESÉNDEZ

VOCAL SUPLENTE:


M.C. FEDERICO VEGA SOTELO

DRA. MA. TERESA VALDES PEREZGASGA

COORDINADORA INTERINA DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



de la División de
Carreras Agronómicas

TORREÓN COAHUILA, MÉXICO.

DICIEMBRE, 2014

DEDICATORIA

A DIOS

Que me dio la fortaleza de culminar esta gran meta, ya que, él todo lo puede y además, por ser mi guía y protector durante el recorrido de esta Carrera Universitaria.

A MIS QUERIDOS PADRES

Con mucho cariño y respeto Hipólito Pacheco Vásquez e Isabela Díaz Jiménez, por haberme dado la vida, por todo su valioso apoyo y confianza que me han brindado, porque gracias a sus consejos he podido concluir mis estudios.

A MIS HERMANOS

Con cariño para: Javier, Gregorio, Avito, Luisa, Adelina, Víctor, a mis cuñadas y sobrinos(as), por estar presente en mi vida, sobre todo por los apoyos incondicionalmente y ánimos que me dieron durante mi preparación profesional.

A LA UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

Por haberme facilitado el conocimiento, con la ayuda de todo su personal para mi formación académica y profesional.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

Por darme fuerza de seguir luchando día a día, por iluminar mi camino y dejarme escalar otro nivel más importante en mi vida, por ponerme en el lugar exacto para mi formación profesional, por darme bendiciones de concluir satisfactoriamente mi estudio.

A MI FAMILIA

Que me acompañó y me brindó su apoyo en cada momento, donde siempre me preguntaban y estaban atentos como iba en mis estudios.

A mi novia Maribel, por confiar en mí, por esperarme el tiempo que estuve ausente de ella, para culminar esta etapa de estudio, gracias mi amor, te amo.

A MI “ALMA TERRA MATER”

Quien fue mi casa durante los cuatro años de mi estancia, en ella estuvieron los profesores quienes me compartieron parte de sus conocimientos que me ayudó a fortalecer mis aprendizajes y experiencias para mi formación profesional.

A MIS PROFESORES DE CLASE

Por haberme compartido parte de sus conocimientos adquiridos a lo largo de los años, que pondré en práctica en mi vida laboral.

A LOS PROFESORES DE TESIS

Alfredo Ogaz, Alejandro Moreno Reséndez, Jesús Vásquez Arroyo y Federico Vega Sotelo, por haberme asesorado y brindado su valiosa colaboración para la realización y mejoramiento de éste trabajo.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTOS	II
ÍNDICE DE CONTENIDO	IV
ÍNDICE DE CUADROS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	X
RESUMEN	XII
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 OBJETIVO GENERAL	2
1.1.1 Objetivos específicos.....	2
1.2 HIPÓTESIS	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 ANTECEDENTES DEL CULTIVO DE SANDÍA	3
2.1.1 Importancia económica y social del cultivo de la sandía	4
2.2 DE ACUERDO CON ROBINSON ET AL. (1997) LA CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LA SANDÍA INCLUYE LOS SIGUIENTES ELEMENTOS:	4
2.3 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DEL CULTIVO DE LA SANDIA.....	5
2.4 CONDICIONES AGROECOLÓGICAS FAVORABLES PARA LA SIEMBRA DEL CULTIVO DE LA SANDIA.....	5
2.4.1 Temperatura.....	6
2.4.2 Hídricos	7
2.4.3 Suelo	7
2.4.4 Luz.....	8
2.5 CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE LA PLANTA DE SANDIA	8
2.6 MORFOLOGÍA DEL CULTIVO DE LA SANDIA	9
2.6.1 Sistema radicular.....	9

2.6.2 Tallo.....	10
2.6.3 Hojas	10
2.6.4 Flor	11
2.6.5 Polinización	11
2.6.6 Fruto	11
2.7 LOMBRICULTURA	12
2.7.1 Efectos del vermicompost en el crecimiento de las plantas	13
2.7.2 Efecto de la distancia entre plantas en el cultivo de sandía.	14
III. MATERIALES Y MÉTODOS	16
3.1 LOCALIZACIÓN DEL LUGAR DEL EXPERIMENTO	16
3.2 CLIMA.....	16
3.3 ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO.....	17
3.4 PREPARACIÓN DEL TERRENO.....	17
3.4.1 Barbecho	17
3.4.2 Rastro	17
3.4.3 Levantamientos de cama	18
3.4.4 Empareje de camas.....	18
3.5 DISTANCIA ENTRE PLANTA	18
3.6 RIEGO	19
3.7 DISEÑO EXPERIMENTAL	19
3.8. FERTILIZACIÓN	20
3.9 VARIABLES EVALUADAS	21
Numero de frutos por hectárea (NFHA)	21
Rendimiento de fruto por hectárea (RFHA)	21
Peso promedio del fruto: (PPF)	21
Diámetro polar promedio del fruto: (DPPF)	22
Diámetro ecuatorial promedio del fruto: (DEPF).....	22
3.10 COSECHA	22
3.11 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	23

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
4.1. ANÁLISIS DE SUELO	24
4.2. ANÁLISIS DE AGUA DE RIEGO	26
4.3. ANÁLISIS DEL VERMICOMPOST.....	27
4.4. NÚMERO DE FRUTOS POR HECTÁREA (NFHA).....	28
4.4.1 Medias de los tratamientos para NFHA de la combinación de método de fertilización y distancias entre hilera del cultivo de la sandía.....	31
4.5. RENDIMIENTOS DE FRUTO EN KILOGRAMOS POR HECTÁREA (RFHA).....	33
4.5.1 Medias de los tratamientos para RFHA de la combinación de método de fertilización y distancias entre hilera del cultivo de la sandía.....	37
4.6. PESO PROMEDIO DEL FRUTO EN KILOGRAMOS (PPF).....	39
4.6.1 Medias de los tratamientos para PPF de la combinación de método de fertilización y distancias entre hilera del cultivo de la sandía.....	42
4.7. DIÁMETRO POLAR PROMEDIO DEL FRUTO (DPPF).	44
4.7.1 Medias de los tratamientos para DPPF de la combinación de método de fertilización y distancias entre hilera del cultivo de la sandía.....	47
4.8. DIÁMETRO ECUATORIAL PROMEDIO DEL FRUTO (DEPF).	49
4.8.1 Medias de los tratamientos para DEPF de la combinación de método de fertilización y distancias entre hilera del cultivo de la sandía.....	52
V. CONCLUSIONES.....	55
VI. LITERATURA CITADA	57

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Características físicas y químicas del suelo, del área experimental, para la evaluación de la respuesta del cultivo de la sandía, bajo dos distancias entre hilera y tres fuentes de fertilización, en la UAAAN-UL, Ciclo PV-2013.....	25
Cuadro 2. Análisis de agua de riego, en la respuesta del cultivo de la sandía, bajo dos distancias entre hileras y dos métodos de fertilización, y un testigo absoluto, en la UAAAN-UL, Ciclo PV-2013.	26
Cuadro 3. Análisis físico y químico del vermicompost empleado como fertilizante, en la respuesta del cultivo de la sandía, bajo dos distancias entre hileras y dos métodos de fertilización, y un testigo absoluto, en la UAAAN-UL, Ciclo PV-2013.....	28
Cuadro 4. Número de frutos por hectárea (NFHA), en la respuesta del cultivo de la sandía, bajo dos distancias entre hileras y dos métodos de fertilización, y un testigo absoluto, en la UAAAN-UL, Ciclo PV-2013.....	29
Cuadro 5. Significancia de los factores distancia entre hileras y método de fertilización, para el número de frutos por hectárea (NFHA), en la respuesta del cultivo de la sandía, bajo dos distancias entre hileras y dos métodos de fertilización, y un testigo absoluto, en la UAAAN-UL, Ciclo PV-2013.	29
Cuadro 6. Medias de numero de frutos por hectárea (NFHA) de la combinación de métodos de fertilización y distancias entre hilera en la respuesta del cultivo de la sandía, en la UAAAN-UL, Ciclo PV-2013.	32

Cuadro 7. Rendimientos de fruto por hectárea (RFHA) en la respuesta del cultivo de la sandía, bajo dos distancias entre hileras, dos métodos de fertilización, y un testigo absoluto, en la UAAAN-UL, Ciclo PV-2013.	33
Cuadro 8. Significancia de los factores distancia entre hileras y método de fertilización, para el rendimiento de fruto en kilogramos por hectárea (RFHA), en la respuesta del cultivo de la sandía, en la UAAAN-UL, Ciclo PV-2013. ...	34
Cuadro 9. Medias del rendimiento de fruto por hectárea (RFHA) de la combinación de métodos de fertilización y distancias entre hilera del cultivo de la sandía, en la UAAAN-UL, Ciclo PV-2013.	37
Cuadro 10. Peso promedio del fruto en kilogramos (PPF), en la respuesta del cultivo de la sandía, bajo dos distancias entre hileras y dos métodos de fertilización, y un testigo absoluto, en la UAAAN-UL, Ciclo PV-2013.	39
Cuadro 11. Significancia de los factores distancia entre hileras y métodos de fertilización, para el peso promedio del fruto en kilogramos (PPF), en la respuesta del cultivo de la sandía, bajo dos distancias entre hileras y dos fuentes de fertilización, en la UAAAN-UL, Ciclo PV-2013.	40
Cuadro 12. Medias de Peso del fruto (PPF) de la combinación de métodos de fertilización y distancias entre hilera del cultivo de la sandía, en la UAAAN-UL, Ciclo PV-2013.....	43
Cuadro13. Diámetro polar promedio del fruto (DPPF) en centímetros (cm), en la respuesta del cultivo de la sandía, bajo dos distancias entre hileras y dos métodos de fertilización, y un testigo absoluto, en la UAAAN-UL, Ciclo PV-2013.....	44
Cuadro 14. Significancia de los factores distancia entre hileras y métodos de fertilización, para el diámetro polar promedio del fruto en centímetro (DPPF), en la respuesta del cultivo de la sandía, bajo dos distancias entre hileras, dos	

métodos de fertilización y testigo absoluto, en la UAAAN-UL, Ciclo PV-2013.	45
Cuadro 15. Medias de diámetro polar del fruto (DPPF) de la combinación de métodos de fertilización y distancias entre hilera del cultivo de la sandía, en la UAAAN-UL, Ciclo PV-2013.....	48
Cuadro 16. Diámetro ecuatorial promedio del fruto (DEPF), en centímetros (cm), en la respuesta del cultivo de la sandía, bajo dos distancias entre hileras y dos métodos de fertilización, y un testigo absoluto, en la UAAAN-UL, Ciclo PV-2013.....	49
Cuadro 17. Significancia de los factores distancia entre hileras y métodos de fertilización, para el diámetro ecuatorial del fruto (DEPF) en centímetro (cm), en la respuesta del cultivo de la sandía, bajo dos distancias entre hileras y tres fuentes de fertilización, en la UAAAN-UL, Ciclo PV-2013.	50
Cuadro 18. Medias de diámetro ecuatorial del fruto de sandía (DEPF) de la combinación de métodos de fertilización y distancias entre hilera del cultivo de la sandía, en la UAAAN-UL, Ciclo PV-2013.	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Comparación de medias de tratamiento del número de fruto por hectárea (NFHA) para la distancia entre hileras de 2.5 y 7 metros.	30
Figura 2. Comparación de medias de tratamiento del número de fruto por hectárea (NFHA) para la fertilización orgánica, sintética y testigo absoluto. .	31
Figura 3. Comparación de medias de número de fruto por hectárea (NFHA), de la combinación de distancia entre hileras y método de fertilización en el cultivo de la sandía.....	32
Figura 4. Comparación de medias de tratamiento del rendimiento de fruto en kilogramos por hectárea (RFHA), para la distancia entre hileras de 2.5 y 7 metros.....	35
Figura 5. Comparación de medias de tratamiento del rendimiento de fruto en kilogramos por hectárea (RFHA) para la fertilización orgánica, sintética y testigo absoluto	36
Figura 6. Comparación de medias de rendimiento del fruto por hectárea (RFHA), de la combinación de distancia entre hileras y métodos de fertilización en el cultivo de la sandía.	38
Figura 7. Comparación de medias de tratamiento de peso promedio del fruto de sandía en kilogramos (PPF) para la distancia entre hileras de 2.5 y 7 metros.	41
Figura 8 Comparación de medias de tratamiento de peso promedio del fruto de sandía en kilogramo (PPF), para la fertilización orgánica, sintético y testigo absoluto.....	42

Figura 9. Comparación de medias del peso promedio del fruto (PPF), de la combinación de distancia entre hileras y método de fertilización en el cultivo de la sandía	43
Figura 10. Comparación de medias de tratamiento de diámetro polar promedio del fruto (DPPF) de sandía en centímetros (cm), para la distancia entre hileras de 2.5 y 7 metros.....	46
Figura 11. Comparación de medias de tratamiento de diámetro polar promedio del fruto de Sandía en centímetros (DPPF), para la fertilización orgánica, sintética y testigo absoluto.....	47
Figura 12. Comparación de medias del diámetro polar del fruto (DPPF), de la combinación de distancia entre hileras y métodos de fertilización en el cultivo de la sandía.	48
Figura 13. Comparación de medias de tratamiento de diámetro ecuatorial del fruto de sandía (DEPF) en centímetros (cm), para la distancia entre hileras de 2.5 y 7 metros.....	51
Figura 14. Comparación de medias de tratamiento de diámetro ecuatorial del fruto de sandía (DEPF) en centímetros (cm), para la fertilización orgánica, sintética y testigo absoluto.....	52
Figura 15. Comparación de medias del diámetro ecuatorial del fruto de sandía (DEPF), de la combinación de distancia entre hileras y métodos de fertilización en el cultivo de la sandía.	53

RESUMEN

Es de interés, desde el punto de vista de la sostenibilidad de los sistemas de producción agrícola, identificar las técnicas de producción que incrementen los rendimientos y sean inocuas para el ambiente. Dos factores que inciden directamente con la productividad y el cuidado del ambiente en el cultivo de sandía, son el uso de vermicompost como fuente de fertilizante y la reducción en la distancia entre hileras de plantas en el cultivo.

Se estableció un experimento en un diseño de bloques completos al azar en parcelas divididas, la parcela mayor correspondió al factor distancia entre hileras con dos niveles, 2.5 y 7.0 metros; la parcela menor correspondió al método de fertilización con tres niveles: a) testigo absoluto (sin fertilización); b) testigo regional (fertilización sintética) y c) fertilización orgánica (aplicación de vermicompost); se evaluaron el número, rendimiento, peso promedio, diámetro polar y diámetro ecuatorial de fruto.

Se obtuvo diferencias significativas para número y rendimiento de fruto a favor de la distancia a 2.5 m con 5,066.6 frutos \cdot ha $^{-1}$ y 28,998 kg \cdot ha $^{-1}$ respecto a la distancia a 7.0 m, con valores de y 2,466.7 frutos \cdot ha $^{-1}$ y 14,407 kg \cdot ha $^{-1}$, lo cual representa un incremento de 100% a favor de la distancia a 2.5m. En cuanto al método de fertilización y la interacción no hubo diferencia significativa en las variables evaluadas.

PALABRAS CLAVES: Vermicompost, *Citrullus lanatus*, fertilización, distancia, hileras.

I. INTRODUCCIÓN

En la Comarca Lagunera el cultivo de sandía es de importancia económica debido a que se siembran manualmente un promedio de 1,500 ha y se producen alrededor de 50,000 toneladas. El método de producción es en hileras a 7.5 m de separación entre ellas y 1.0 m de separación entre plantas dentro de la hilera, método de riego por agua rodada, y fertilización a base de fuentes inorgánicas. Este cultivo genera en la región aproximadamente 114 jornales/hombre por ha al año, lo que equivale a aproximadamente 170,000 jornales anuales. (Aserca, 1999).

Es de interés, desde el punto de vista de la sostenibilidad de los sistemas de producción agrícola, identificar las técnicas de producción que incrementen los rendimientos y sean inocuas para el ambiente. Dos factores que inciden directamente con la productividad y el cuidado del ambiente en el cultivo de sandía, son el uso de vermicompost como fuente de fertilizante y la reducción en la distancia entre hileras de plantas en el cultivo. Se ha demostrado que la adición del vermicompost a los suelos y sustratos de cultivo, incrementa considerablemente el crecimiento y la productividad de cultivos hortícolas tales como el tomate (Gutiérrez-Miceli *et al.*, 2007), los ajos (Argüello *et al.*, 2006), y las fresas (Arancon *et al.*, 2004a). Además, se ha propuesto que los efectos del vermicompost podrían no reducirse a los meramente físicos y/o químicos, y

señalan la posible existencia de mecanismos biológicos de estimulación del crecimiento vegetal (Ferrerías *et al.*, 2006).

1.1 Objetivo General

Determinar la respuesta del cultivo de sandía a la fertilización con vermicompost y fuentes inorgánicas, en dos espacios entre hileras.

1.1.1 Objetivos específicos

Comparar el rendimiento y número de frutos por hectárea, peso promedio, diámetro polar y diámetro ecuatorial del fruto de sandía, como respuesta a la fertilización con vermicompost y fertilizante sintético, a espacios entre hileras de plantas de 2.50 y 7.0 m.

1.2 Hipótesis

El cultivo de sandía fertilizado con vermicompost a distancia entre hileras de 2.5 m genera mayor rendimiento.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Antecedentes del cultivo de sandía

La historia de esta fruta, que pertenece a la familia de los pepinos y de las calabazas, se remota en África. Las primeras sandías eran prácticamente solo concha y semillas; mientras que las variedades de hoy en día son más grandes, la pulpa es más dulce, las semillas son más pequeñas y la concha es más delgada. Esta es quizás la fruta más refrescante, ideal para calmar la sed. La sandía está compuesta por 92% de agua y 8% de azúcar, es decir le hace honor a su nombre en inglés watermelon (Denisen, 1987).

La Comarca Lagunera es una región situada al Norte Centro de México. Comprende las porciones Sureste del estado de Coahuila y Noreste del estado de Durango. La región está integrada por cinco municipios del estado de Coahuila y diez del estado de Durango. En esta región se siembran anualmente un promedio de 1,500 ha de sandía y se producen alrededor de 50,000 toneladas (Aserca, 1999).

2.1.1 Importancia económica y social del cultivo de la sandía

La sandía es uno de los productos agrícolas que se cultivan en casi todo el mundo. Por su frescura es un producto muy demandado, principalmente en la época de calor, aunque su agradable sabor la hace apetecible en cualquier época del año (Aserca, 1999).

Esta hortaliza es una de las que más divisas que se generan en México debido a los altos volúmenes que se exportan año con año. En el año 2003 México exportó 316,000 toneladas de sandía, lo que generó una captación de 78.8 millones de dólares (USDA.).

2.2 De acuerdo con Robinson *et al.* (1997) la clasificación taxonómica de la sandía incluye los siguientes elementos:

Reino: *Plantae*

División: *Magnoliophyta*

Clase: *Magnoliopsida*

Orden: *Cucurbitales*

Familia: *Cucurbitaceae*

Género: *Citrullus*

Especie: *Lanatus (vulgaris)*

Nombre binomial: *Citrullus lanatus* T.

2.3 Descripción botánica del cultivo de la sandía

La sandía *Citrullus lanatus* (Thunb). Pertenece a la familia de las Cucurbitáceas, es una planta anual herbácea, rastrera, monoica, cuyo ciclo vegetativo se ve afectado principalmente por las temperaturas y por la variedad en cuestión. Normalmente este rango varía de los 90- 130 días a partir de la siembra hasta su fructificación (Leñano, 1978.).

2.4 Condiciones agroecológicas favorables para la siembra del cultivo de la sandía

El terreno para el cultivo de sandía debe ser ligeramente siliceoarcilloso o arenoso, de manera que al regar no se produzca encharcamiento, por lo tanto conviene tener abundante materia orgánica en el suelo. El clima ideal para el desarrollo del cultivo, es el clima cálido, logra adaptarse bien a temperaturas entre 13 y 17 °C pero sus condiciones adecuadas están entre 18 y 28 °C. a partir de la siembra requiere poca humedad, las lluvias en la época de floración disminuyen la producción, pero son necesarias para la formación de frutos. La siembra de la sandía se puede realizar en cualquier época del año dependiendo del riego, pero conviene sembrar en tiempo lluvioso, para que la madurez y la cosecha de las frutas coincidan con la época seca. La densidad

de siembra depende de la variedad, del tipo de suelo y del sistema de cultivo(Enciclopedia, 1998).

La sandía se cultiva en climas templado-cálido. No obstante, para obtener buenos rendimientos y frutos de mejor calidad, estas plantas deben cultivarse en regiones de clima cálido, suelos ligeros arenosos y ricos en materia orgánica. Éste cultivo requiere de luminosidad, calor y buena humedad (Parsons, 1981).

2.4.1 Temperatura

Es de clima cálido y no tolera heladas. Tiene un rango de buen desarrollo que está entre los 21° a 30°C, para la etapa de madurez requiere temperaturas promedio de 32°C y mucha luminosidad, con el fin de favorecer la alta actividad y tasa fotosintética (Manual, 2002).

Es una planta con exigencia de calor, por ello se desarrolla y produce bien cuando los días son soleados, esto hace que incremente la calidad de solidos solubles (dulzura en la pulpa y su color sea más rojo). La planta de sandía requiere mucha luz. Cuando los días son corto la floración se presenta antes de tiempo, los frutos se desarrollan menos y son insípidos esto también ocurre cuando la planta está asociada o intercalada con otra planta (Trejo, 1978).

2.4.2 Hídricos

La sandía requiere una gran cantidad de agua para formar el fruto recordemos que su composición alcanza cerca de 93% de agua, por lo que el experimento de la cosecha depende en gran parte de la humedad disponible en el terreno (Edmond, 1981.).

Esta hortaliza necesita abundante agua en el periodo de crecimiento, iniciación del desarrollo del fruto y maduración durante el ciclo agrícola requiere de 500 a 750 mm. de agua, se recomienda disminuir los riegos en la maduración para concentrar más sólidos solubles (Valadez, 1997).

2.4.3 Suelo

Se adapta en cualquier tipo de suelo con preferencia a los de textura franca arenosa, de buen contenido de materia orgánica y un pH de 5.0 a 6.8 (Manual, 2002).

La sandía no es muy exigente en suelos, aunque le van bien los suelos bien drenados, ricos en materia orgánica y fertilizantes. No obstante la realización de la técnica del enarenado hace que el suelo nos sea un factor limitante para el cultivo de la sandía, ya que una vez implantado se adecuara la fertirrigacion al medio (Caseres, 1971).

2.4.4 Luz

La sandía es un cultivo que pertenece a la familia de las cucurbitáceas son muy exigentes con respecto a la luz, por lo que no se debe cultivarse junto con otras plantas que le sombreen (Camacho Ferre and Fernandes Rodriguez, 1996).

La luz es parte de la acción integral fotosintética en la cual produce la energía por la combinación del bióxido de carbono y el agua para la formación de los primeros compuestos orgánicos. Cuanto mayor sea la cantidad de luz aprovechable, con otras condiciones favorables, mayor es la porción de fotosíntesis y a cantidad de carbohidratos utilizables para el crecimiento y desarrollo de la planta (Edmond, 1981.).

2.5 Crecimiento y desarrollo de la planta de sandía

El crecimiento de la sandía inicia en la germinación con la aparición de los cotiledones doblados hacia abajo para luego de emergidos enderezarse, típico crecimiento de las semillas epigeas. Una vez aparecida la plantita, tiene color blanco y, en la extremidad del tallito, unidos los cotiledones, poco a poco estos se van separando tomando color verde y forma oval con un nervio central y otros dos adyacentes, que parten del mismo punto de inserción de las hojitas con el tallo. Cuando la plantita tiene unos 8 cm de altura, empieza a aparecer

por el punto de crecimiento, entre las dos hojas, una tercera hojita o yema terminal; poco a poco los cotiledones se parten comenzando por los bordes; esta hojita o yema terminal se va alargando y en su base se aprecian rudimentos de nuevas hojas. A los 10 o 12 días los cotiledones comienzan a marchitarse, existiendo ya una yema terminal formada que inicia su brotación. A los 40 días de sembrada comienza la sandía a extenderse por el suelo, y desarrollar sus tallos rastreros, que, en número variable, parten todos ellos del cuello de la planta, dando inicio a las brotaciones que posteriormente llevarán los frutos cuajando en las flores femeninas de la planta. Al mes y medio comienzan a notarse estos en las variedades más tempranas y, a los dos meses de sembradas, pueden ya tener el tamaño de un huevo de gallina: desde este momento la planta necesita un período cálido prolongado para la madurez de los frutos, que culmina entre 80 y 120 días de la siembra (Mendoza, 2009.).

2.6 Morfología del cultivo de la Sandía

2.6.1 Sistema radicular

La sandía tiene una raíz principal que se subdivide en secundarias, son cónicas con pelos radicales filamentosos transparentes y fuertes al tacto, que pueden alcanzar hasta 2 m de longitud llegando a formar un diámetro radicular de aproximadamente de 4 m. la mayor distribución de las raíces se encuentran entre 20 y 40 cm. de profundidad (Edmond, 1981.).

2.6.2 Tallo

Desde los 25 a 30 días después de la germinación el tallo es erecto y posee alrededor de cinco hojas verdaderas, luego se hace decumbente o rastrero alcanzando una longitud de 5 m de largo, posee 5 aristas y está cubierto de bellos blanquecinos, del tallo principal se forman guías principales y sobre éstas guías secundarias (Edmond, 1981.).

2.6.3 Hojas

Edmond, (1981) Indica que las hojas de la sandía son grandes, palminerviada lobuladas, obtusas, situadas, alternas simples y largamente pecioladas. Poseen una nervadura principal muy pronunciada con nervios secundarios. En las axilas y al lado opuesto de las hojas, nacen los zarquillos, que se emplean para sujetarse al suelo o a otras plantas.

Robinson *et al.*, (1997) Dice que las hojas están divididas en 5 a 7 lóbulos irregulares, de bordes sinuosos, llegando a medir entre 10 y 20 cm. de largo y están cubiertas de fina pubescencia.

2.6.4 Flor

Flor de color amarilla, pedunculada y axilar, con polinización entomófila. La corola simétrica regular, formada de 5 pétalos unidos en su misma base. El cáliz posee sépalos libres. Coexisten flores de dos sexos en la misma planta, pero en flores distintas (flores unisexuales). Las flores masculinas disponen de 8 estambres que forman 4 grupos soldados por sus filamentos (Trejo, 1978).

2.6.5 Polinización

Como la mayoría de las cucurbitáceas, la sandía necesita de la polinización para producir una mayor cantidad de frutos, debido a que es una planta monoica con flores masculinas y femeninas separadas en la misma planta para el cual se debe colocar en el campo de 3 a 4 colmenas de abejas por hectárea al inicio de la floración (Gaitan T. N., 2005).

2.6.6 Fruto

El fruto es una baya globulosa u oblonga de tamaño variable, pudiendo pesar entre 2 a 15 kg. El ovario representa la placenta central con numerosos óvulos que darán origen a las semillas. El color de la corteza es variable, pudiendo aparecer uniforme (verde oscuro, verde claro o amarillo) o a franjas

de color amarillento, grisáceo o verde claro sobre fondos de diversas tonalidades verdes. La pulpa también presenta diferentes colores (rojo, rosado o amarillos) y las semillas pueden estar ausentes o mostrar tamaños y colores variables (negro, marrón o blanco), dependiendo del cultivar (Trejo, 1978).

2.7 Lombricultura

Es una biotecnología que posibilita reciclar desechos sólidos y líquidos, obteniéndose beneficios ecológicos y un remanente económico. Las lombrices se adaptan a distintos tipos de desechos y se convierten en un recurso valioso en piscicultura como alimento y carnada, reducen, además malos olores y poblaciones de microorganismos dañinos para la salud humana, y también pueden atenuar los efectos de la contaminación por desechos orgánicos (Hernández, 2002) Además, el valor de la materia orgánica que contiene ofrece grandes ventajas que difícilmente pueden lograrse con los fertilizantes inorgánicos (Castellanos, 1984).

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 (Santamaría R. *et al.*, 1996.).

2.7.1 Efectos del vermicompost en el crecimiento de las plantas

El uso de vermicompost como biofertilizante ha aumentado recientemente debido a su extraordinario nivel de elementos nutritivos, y una mayor actividad microbiana y antagónica contra las enfermedades que presentan las plantas. El Vermicompost producido a partir de diferentes materiales primarios como los residuos de alimentos, estiércol, purines, etc. cuando se usa como suplemento de medios, el crecimiento de plántulas mejora en su desarrollo, y el aumento de la productividad de una amplia variedad de cultivos (Atiyeh RM *et al.*, 2000c).

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

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, se ha comprobado que

tienen efecto hormonal similar a los promotores de crecimiento (Muscolo *et al.*, 1993).

Se ha demostrado que la adición del vermicompost a los suelos y sustratos de cultivo, incrementa considerablemente el crecimiento y la productividad de una gran cantidad de cultivos hortícolas tales como el tomate (Gutierrez-Miceli *et al.*, 2007), los ajos (Argüello *et al.*, 2006), las fresas (Arancon *et al.*, 2004a), algunas leguminosas como el garbanzo verde (Karmegam *et al.*, 1999), algunas gramíneas como el sorgo (Sunil *et al.*, 2005) y el arroz (Bhattacharjee *et al.*, 2001), algunos frutales como el plátano (Cabanas-Echevarría *et al.*, 2005) y la papaya (Acevedo and Pire., 2004). Por otra parte la aparición de otros trabajos ha puesto de manifiesto que los efectos del vermicompost podrían no reducirse a los meramente físicos y/o químicos y señalan la posible existencia de mecanismos biológicos de estimulación del crecimiento vegetal (Ferrerías *et al.*, 2006).

2.7.2 Efecto de la distancia entre plantas en el cultivo de sandía.

La distancia entre plantas tiene un efecto significativo en el crecimiento y rendimiento del cultivo de sandía, y puede generar competencia por agua y nutrientes en el cultivo. Se estudiaron los efectos de diferentes distancias de plantas dentro hileras (1.0; 1.5; 2.0 y 2.5 m) y de inoculaciones con micorrizas

arbusculares (AM), *Glomus mosseae*, sobre el crecimiento y el rendimiento de la sandía. El ensayo se llevó a cabo en condiciones de campo durante 2003, 2004, y 2005. En el año 2003 se observó un aumento cuadrático sobre la longitud del tallo principal, número de hojas y ramas laterales, debido al aumento de la distancia entre plantas de 1.0 a 2.5 m. En 2004, con un aumento de separación entre plantas se redujo el rendimiento temprano, y el número de frutos disminuyó en 2003 y 2004. Durante el ensayo, la producción total y el número de frutos disminuyeron con el aumento de la separación entre plantas, mientras en el año 2003 aumentó el peso de los frutos. En este estudio, el marco de plantación de 1.0 m mostró la producción temprana y total más alta manteniendo un alto peso del fruto (Dean Ban *et al.*, 2011).

Mayor rendimiento por unidad de superficie en la sandía se relaciona con denso espaciado de plantas en hileras (Huitron-Ramirez *et al.*, 2009). De alta densidad de la planta se recomienda en la producción de semillas de sandía, porque más fruta por área se logra con una separación más densa (Edelstein and Nerson., 2002).

La investigación sobre diversos cultivos vegetales han demostrado que el rendimiento aumenta linealmente cuando la separación en-fila planta se reduce (Ban *et al.*, 2006).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización del lugar del experimento

El trabajo de investigación, se llevó a cabo durante el ciclo primavera verano del año 2013, en el área agrícola del campo de investigación de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna (UAAAN-UL). Que se encuentra ubicado en las coordenadas geográficas 103° 25' 57" de Longitud Oeste del Meridiano de Greenwich y 25° 31' 11" de Latitud Norte, con una altura de 1,123 msnm (CNA, 2005.).

3.2 Clima

De acuerdo a la clasificación climática de Köppen modificada por García (1973), el clima de la Comarca Lagunera es de tipo desértico con escasa humedad atmosférica y precipitación pluvial promedio de 240 mm anuales; el periodo de lluvia comprende de mayo a septiembre donde ocurre 70% de la precipitación. En la mayor parte de la región se tiene una evaporación anual de 2 600 mm y una temperatura media anual de 20 °C (CNA, 2005.).

3.3 Establecimiento del cultivo

La siembra de la sandía se realizó en forma manual, en suelo húmedo después de la aplicación del riego, el día tres de Abril del año 2013, utilizando la variedad Summer Flavor 800® de la compañía Harris Moran Seed Company.

3.4 Preparación del terreno

3.4.1 Barbecho

Se realizó en el área agrícola de investigación el día 22 de Marzo del año 2013, a 30 cm de profundidad con arado de discos, para remover, destruir e incorporar la maleza, voltear el suelo y romper el ciclo biológico de las plagas, darle uniformidad al terreno, favorecer la aireación y aumentar la infiltración del agua de riego.

3.4.2 Rastreo

Se realizó el 26 de Marzo del mismo año, con el fin de romper y desmenuzar los terrones que quedaron después de haber realizado el barbecho.

3.4.3 Levantamientos de cama

Esta actividad se realizó el día 28 de Marzo del año 2013, con un implemento agrícola denominado bordeadora o bordero, las dimensiones de siembra en las hileras entre planta fueron de 2.5 metros y 7 metros; y 30 m de largo.

3.4.4 Empareje de camas

Esta actividad se realizó con un implemento agrícola denominado nivelador, el día 30 de Marzo del mismo año, con la finalidad de eliminar los altos y bajos de las camas.

3.5 Distancia entre planta

Se colocó una semilla con una distancia de 0.75 m entre planta y planta, para un total de 42 plantas aproximadamente por hilera. Para obtener una densidad de 5,400 plantas por hectárea, para la distancia entre hileras de 2.5 metros y 2,400 plantas por hectárea para la distancia entre hilera de 7.0 metros

3.6 Riego

Se utilizó un sistema de riego por gravedad, en base a las necesidades del cultivo, la frecuencia se determinó dependiendo de la humedad del suelo. Durante el ciclo del cultivo se aplicó un riego de presembrado y seis riegos de auxilio, con un periodo de 18 días entre riegos en los primeros tres de auxilio, y un periodo de 12 días entre riegos, para los últimos tres de auxilio.

3.7 Diseño Experimental

Se estableció un diseño de bloques completos al azar en parcelas divididas, la parcela mayor correspondió al factor distancia entre hileras con dos niveles, 2.5 y 7.0 metros; la parcela menor correspondió al método de fertilización con tres niveles: a) testigo absoluto (sin fertilización); b) testigo regional (fertilización sintética) y c) fertilización orgánica (aplicación de vermicompost); se establecieron cuatro repeticiones. La superficie del área experimental fue de 1,500 m²; la parcela experimental útil, se conformó por 7.5 metros lineales de una cama con dos hileras de planta.

3.8. Fertilización

Se aplicaron dos etapas de fertilización durante el desarrollo del cultivo de la sandía.

La primera fertilización sintética se aplicó el día 23 de Mayo, en base a la fórmula Nitrógeno (N), Fosforo (P), Potasio (K) (120-60-00), utilizando $1,386 \text{ g} \cdot \text{parcela}^{-1}$, la cual se obtuvo al mezclar 402.5 g de fosfato mono amónico (11-52-00) y 983.5 g de sulfato de amonio (20.5-00-00). La segunda fertilización fue el día 10 de Junio con $1,200 \text{ g} \cdot \text{parcela}^{-1}$ de sulfato de amonio (20.5-00-00).

La fertilización con vermicompost, se aplicó en dos etapas, la primera fue el 23 de Mayo con $3,750 \text{ g} \cdot \text{parcela}^{-1}$. La segunda fertilización fue el día 10 de Junio con $3,750 \text{ g} \cdot \text{parcela}^{-1}$. Durante el desarrollo del cultivo se aplicó un total de 500 g de vermicompost por metro lineal de hileras de plantas, que corresponde a $2,000$ y 714 kg ha^{-1} , para la distancia entre hileras de 2.5 y 7.0 m respectivamente.

La aplicación del fertilizante orgánico y sintético se hizo a 20 cm de la hilera de plantas incorporándolo en forma manual

3.9 variables evaluadas

Durante el desarrollo del cultivo y para determinar el efecto de los tratamientos en estudio se evaluaron las siguientes variables:

Numero de frutos por hectárea (NFHA)

Se contaron los números de frutos totales por tratamiento sumando la cantidad de frutos obtenidos por corte y por repetición.

Rendimiento de fruto por hectárea (RFHA)

Se obtuvo el peso en kg de fruto por parcela, y en función del área de la parcela se convirtió a rendimiento de fruto en kilogramo por hectárea.

Peso promedio del fruto (PPF)

Para obtener el peso promedio del fruto se sumó el peso total de frutos por parcela en kilogramos y se dividió entre el número total de frutos cosechadas por parcela.

Diámetro polar promedio del fruto (DPPF)

Se realizó la medición con regla y escuadra de madera tipo vernier, con graduación en centímetros, y se midió el largo del fruto por la parte exterior.

Diámetro ecuatorial promedio del fruto (DEPF)

Se realizó la medición con regla y escuadra de madera tipo vernier, con graduación en centímetros, y se midió el ancho del fruto por la parte exterior.

3.10 Cosecha

Para realizar la cosecha se tomó como referencia, las siguientes características del fruto: un color verde claro de la corteza, los zarcillos más cercanos al fruto completamente secos, y un sonido sordo al golpear los frutos con los dedos; la cosecha se hizo de forma manual. El periodo de cosecha fue del 28 de junio al 01 de agosto.

3.11 Análisis estadístico

Los datos obtenidos para cada una de las variables, se sometieron al análisis de varianza (ANAVA), y en caso de significancia se realizó la prueba de comparación de medias de tratamientos por el método de la diferencia mínima significativa (DMS), con probabilidad de error del (0.05%), utilizando el paquete estadístico SAS 9.3.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis de suelo

Con el propósito de conocer las características químicas del suelo ubicado en el campo experimental de la Narro, se analizó una muestra representativa del área; 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 (D_a) 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 Walkley 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®). Los valores obtenidos del análisis químico del suelo se presentan en el cuadro 1.

En los cuadros uno, dos y tres se presentan los valores de las características físicas y químicas de suelo del área experimental; características físico químicas del agua de riego; y análisis químico del Vermicompost.

Cuadro 1. Características físicas y químicas del suelo, del área experimental, para la evaluación de la respuesta del cultivo de la sandía, bajo dos distancias entre hilera y tres métodos de fertilización, en la UAAAN-UL, Ciclo PV-2013

Parámetros	Profundidad 0 -30 cm
Textura del suelo	Franco limoso
pH	7.6
Conductividad Eléctrica (mS/cm)	2.52
Nitrógeno (%)	.078
Fosforo (P) (ppm)	18.219
CATIONES SOLUBLES	
Calcio(Ca) (meq/lto)	9.6
Magnesio (Mg) (eq/lto)	0.4
Sodio (Na) (meq/lto)	4.8
MICRONUTRIENTES	
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 realizó un análisis de ésta (cuadro 2). El análisis químico se realizó en el Laboratorio de Suelos de la UAAAN-UL, empleándose las siguientes técnicas: el pH; la conductividad eléctrica (CE) se determinaron por método de potenciómetro y el conductímetro respectivamente; el calcio (Ca), Magnesio (Mg) y Sodio (Na) con el método de espectrofotometría de absorción atómica en el espectrofotómetro (PERKIN ELMER 2380®).

Cuadro 2. Análisis de agua de riego, en la respuesta del cultivo de la sandía, bajo dos distancias entre hileras y dos métodos de fertilización, y un testigo absoluto, en la UAAAN-UL, Ciclo PV-2013.

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

4.3. Análisis del Vermicompost

El vermicompost se adquirió en el Módulo de abonos Orgánicos y Lombricultura de la UAAAN-UL.

Para conocer 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; la densidad aparente (Da) se obtuvo con el método rápido de la probeta, el pH y la conductividad eléctrica (CE) se determinaron por medio de la técnica de potenciómetro, el calcio (Ca), Magnesio (Mg) y Sodio (Na) con la regla de espectrofotometría de absorción atómica (marca y modelo®), la materia orgánica (MO) se aplicó la norma de Walkley 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 el método de Olsen modificado, los microelementos como el cobre (Cu), manganeso (Mn) y Zinc (Zn) mediante el procedimiento de extracción con DTPA y absorción atómica (marca y modelo®).

Los valores obtenidos del análisis químico del VC se presentan en el cuadro tres.

Cuadro 3. Análisis físico y químico del vermicompost empleado como fertilizante, en la respuesta del cultivo de la sandía, bajo dos distancias entre hileras y dos métodos de fertilización, y un testigo absoluto, en la UAAAN-UL, Ciclo PV-2013.

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
Mn	ppm	0.75
Cu	ppm	3.32
Zn	ppm	0.23
N	%	0.91
MO	%	13.55
R. C/N		8.63
Na	meq•L ⁻¹	164.48
pH	=	7.9
Da	g•cm ⁻³	0.40

4.4. Número de frutos por hectárea (NFHA)

En el cuadro cuatro, se presentan los resultados obtenidos en número de frutos por hectárea en distancia entre hileras de 2.5 y 7 metros, bajo la fertilización con vermicompost y fertilizante sintético.

Cuadro 4. Número de frutos por hectárea (NFHA), en la respuesta del cultivo de la sandía, bajo dos distancias entre hileras y dos métodos de fertilización, y un testigo absoluto, en la UAAAN-UL, Ciclo PV-2013.

Distancia entre hilera (m)	NFHA	Métodos de fertilización	NFHA
2.5	5,067	Vermicompost	3,950
7.0	2,468	Fertilización sintética	3,800
		Testigo absoluto	3,550

A los valores obtenidos de la variable NFHA se les aplicó el ANAVA para determinar la significancia de los factores estudiados y los resultados se presentan en el cuadro cinco.

Cuadro 5. Significancia de los factores distancia entre hileras y métodos de fertilización, para el número de frutos por hectárea (NFHA), en la respuesta del cultivo de la sandía, bajo dos distancias entre hileras y dos métodos de fertilización, y un testigo absoluto, en la UAAAN-UL, Ciclo PV-2013.

Fuente de variación	NFHA	
	Pr >F	Significancia
Distancia entre hileras	0.0069	**
Método de fertilización	0.6783	NS
Distancia entre hileras* método de fertilización	0.0656	NS

$R^2 = 0.840568$

CV (%) = 23.95351

Media general = 3766.625

*=diferencia significativa **= diferencia altamente significativa NS= diferencia no significativa

De acuerdo a la significancia de las fuentes de variación se realizó la prueba de comparación de medias por el método de diferencia mínima significativa a la probabilidad de error $P=0.05$, y los resultados se presentan en las figuras uno y dos.

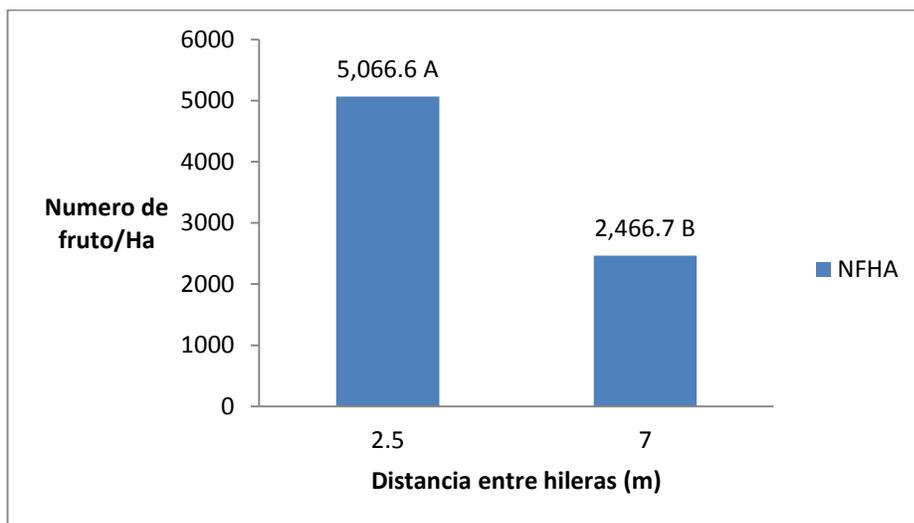


Figura 1. Comparación de medias de tratamiento del número de fruto por hectárea (NFHA) para la distancia entre hileras de 2.5 y 7 metros.

De acuerdo a los resultados que se muestran en la gráfica uno, se acepta la hipótesis planteada.

El rendimiento en número de sandías por hectáreas para la distancia a 2.5 m fue significativamente mayor que el de la distancia a 7 m, con valores de 5,066.6 y 2,466.7 respectivamente, lo cual representa un incremento de 100% a favor de la distancia a 2.5 m entre hileras. El resultado anterior coincide con lo obtenido por Ban *et al* (2011), quienes al estudiar el número de sandías a diferentes distancias entre plantas encontraron que al reducir la distancia de 2.5 m a 1 m el número de sandía por hectárea se incrementó significativamente, de 4,311 a 8,176, representando un incremento de 90% del rendimiento.

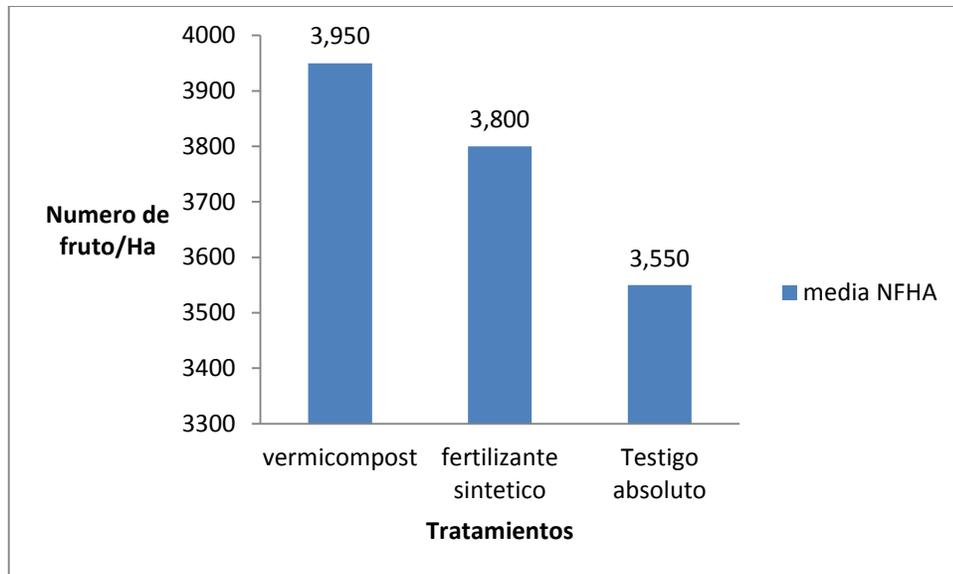


Figura 2. Comparación de medias de tratamiento del número de fruto por hectárea (NFHA) para la fertilización orgánica, sintética y testigo absoluto.

En cuanto al método de fertilización no hubo diferencia significativa en los tres tratamientos de fertilización, sin embargo se ve una tendencia en la fertilización con vermicompost a ser mayor que la fertilización sintética y el testigo absoluto con 3, 950, 3,800 y 3,550 respectivamente.

4.4.1 Medias de los tratamientos para NFHA de la combinación de método de fertilización y distancias entre hilera del cultivo de la sandía.

En cuanto a la interacción distancia entre hileras y métodos de fertilización no se encontró diferencia significativa para NFHA. En el cuadro seis se presentan los valores medios para la combinación de las distancias entre hileras y métodos de fertilización.

Cuadro 6. Medias de número de frutos por hectárea (NFHA) en la combinación de métodos de fertilización y distancias entre hilera en la respuesta del cultivo de la sandía, en la UAAAN-UL, Ciclo PV-2013.

Distancias entre hileras	Tratamientos		
	Vermicompost	Fertilizante sintético	Testigo absoluto
2.5	5,933	4,733	4,533
7.0	1,966	2,866	2,566

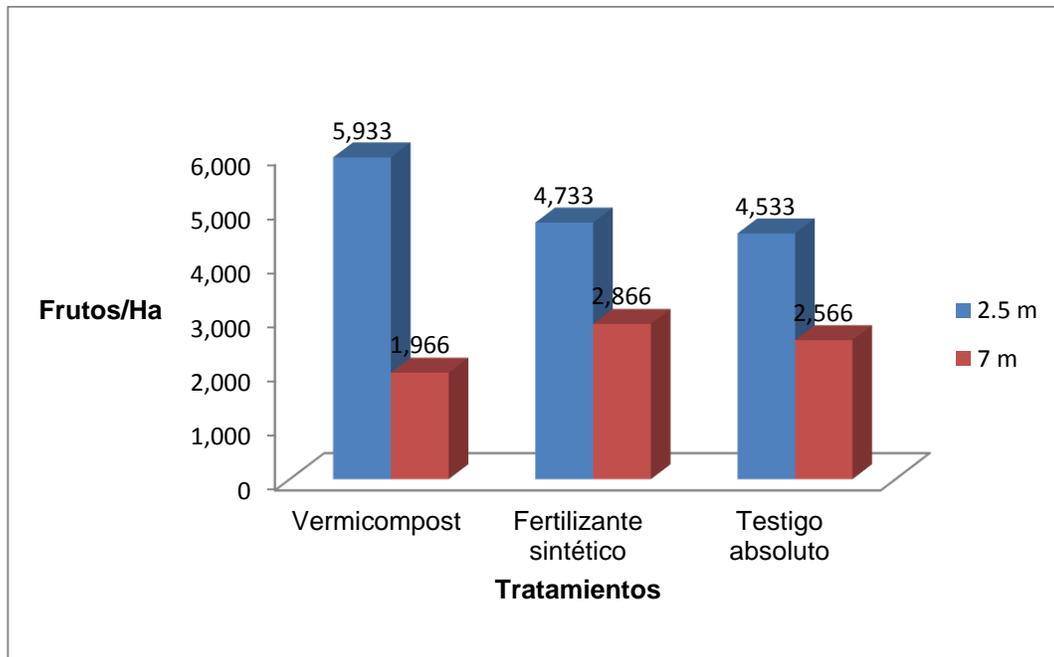


Figura 3. Comparación de medias de número de fruto por hectárea (NFHA), en la combinación de distancia entre hileras y método de fertilización en el cultivo de la sandía.

En la figura tres se muestran la comparación de media de los tratamientos producto de la combinación de los factores, distancia entre hileras y métodos de fertilización, para la variable NFHA. El valor mayor lo obtuvo la

distancia entre hileras de 2.5 m fertilizado con vermicompost con 5,933 frutos•ha⁻¹, y el valor menor lo obtuvo la distancia entre hileras de 7m fertilizado con vermicompost con 1,966 frutos•ha⁻¹, aunque la diferencia fue estadísticamente no significativa.

4.5. Rendimientos de fruto en kilogramos por hectárea (RFHA)

En el cuadro siete se presentan los resultados obtenidos en rendimiento de fruto por hectárea en distancia entre hileras de 2.5 y 7 metros, bajo la fertilización con vermicompost, fertilizante sintético y testigo absoluto.

Cuadro 7. Rendimientos de fruto por hectárea (RFHA) en la respuesta del cultivo de la sandía, bajo dos distancias entre hileras, dos métodos de fertilización, y un testigo absoluto, en la UAAAN-UL, Ciclo PV-2013.

Distancia entre hilera (m)	RFHA (kg•ha ⁻¹)	Métodos de fertilización	RFHA (kg•ha ⁻¹)
2.5	28,998	Vermicompost	22,067
7.0	14,407	Fertilización sintética	23,457
		Testigo absoluto	19,583

A los valores obtenidos de la variable RFHA se les aplicó el ANAVA para determinar la significancia de los factores estudiados y los resultados se presentan en el cuadro ocho.

Cuadro 8. Significancia de los factores distancia entre hileras y método de fertilización, para el rendimiento de fruto en kilogramos por hectárea (RFHA), en la respuesta del cultivo de la sandía, en la UAAAN-UL, Ciclo PV-2013.

Fuente de variación	Pr >F	RFHA Significancia
Distancias entre hilera	0.0110	**
Métodos de fertilización	0.4525	NS
Distancias entre hileras* métodos de fertilización	0.1878	NS
R ² = 0.788536		
CV (%)= 27.77643		
Media general = 21702.29		

*=diferencia significativa **= diferencia altamente significativa NS= diferencia no significativa

De acuerdo a la significancia de las fuentes de variación se realizó la prueba de comparación de medias por el método de diferencia mínima significativa a la probabilidad de error P=0.05, y los resultados se presentan en las figuras cuatro y cinco.

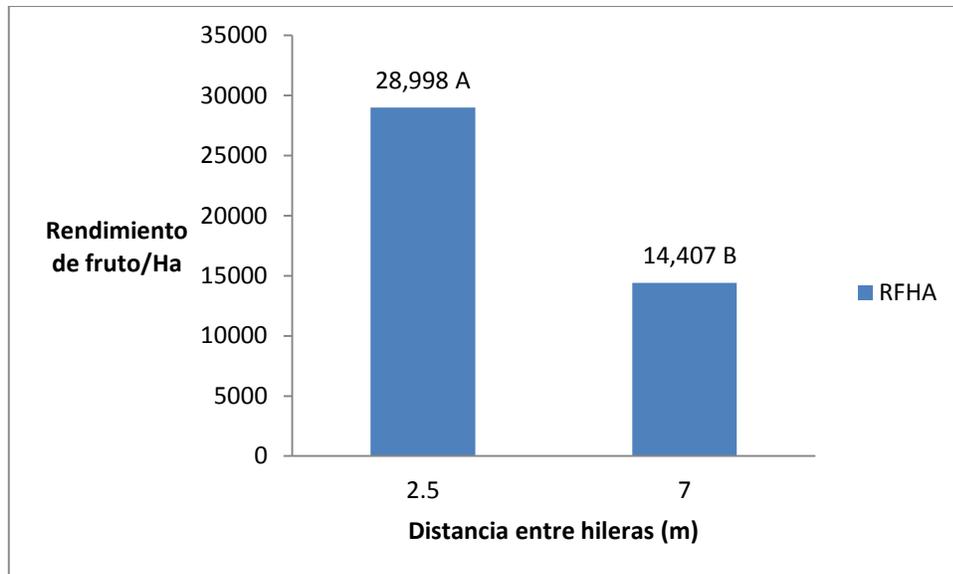


Figura 4. Comparación de medias de tratamiento del rendimiento de fruto en kilogramos por hectárea (RFHA), para la distancia entre hileras de 2.5 y 7 metros.

El rendimiento de frutos en kilogramos por hectárea para la distancia a 2.5 m fue significativamente mayor mientras que la distancia a 7 m, con valores de $28,998\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ y $14,407\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ respectivamente, lo cual representa un incremento de 100% a favor de la distancia de 2.5 m.

Se aprecia que hubo diferencia altamente significativa para la distancia entre hilera, presentando mayor cantidad en distancia entre hilera de 2.5 m ($28,998\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), lo cual concuerda con los resultados obtenidos por Ban *et al* (2011) el cual obtuvo la mayor cosecha con la menor distancia entre plantas estudiada. El rendimiento obtenido en este trabajo también concuerda con lo reportado por (Sagarpa, 2006), donde se obtuvo una media regional en la Comarca Lagunera en junio de 2006, cuyo rendimiento fue de $28,990\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. El

rendimiento obtenido en este trabajo fue menor que lo obtenido por (García, 2007), cuyo rendimiento fue de 52,270 kg•ha⁻¹. El rendimiento menor obtenido en el presente trabajo fue debido al efecto de las fuertes lluvias, la cual provocó el ataque de enfermedades fungosas, cenicilla (*Erysiphe cichoracearum*) y tizón de la sandía (*Didymella bryoniae*).

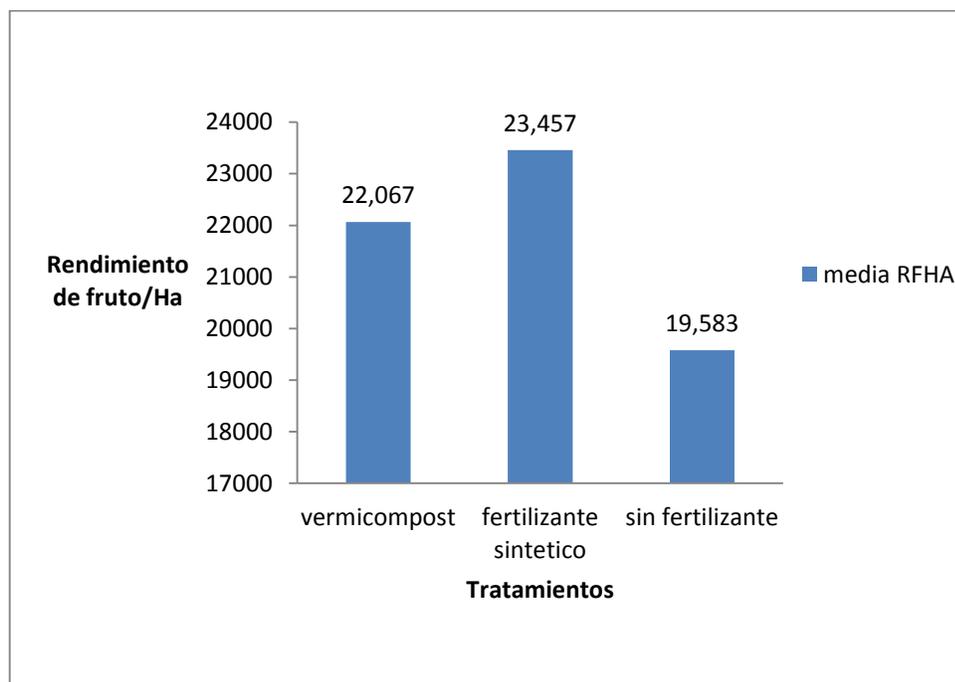


Figura 5. Comparación de medias de tratamiento del rendimiento de fruto en kilogramos por hectárea (RFHA) para la fertilización orgánica, sintética y testigo absoluto

En cuanto al método de fertilización no hubo diferencia significativa en las tres fuentes de fertilización, sin embargo se observa una tendencia favorable para la fertilización con sintético, con valores de 23,457kg•ha⁻¹, mientras que

para la fertilización con vermicompost de 22,067 kg•ha⁻¹ y el testigo con 19,583 kg•ha⁻¹.

4.5.1 Medias de los tratamientos para RFHA de la combinación de método de fertilización y distancias entre hilera del cultivo de la sandía.

En cuanto a la interacción distancia entre hileras y métodos de fertilización no se encontró diferencia significativa para RFHA. En el cuadro nueve se presentan los valores medios para la combinación de la distancias entre hileras y métodos de fertilización.

Cuadro 9. Medias del rendimiento de fruto por hectárea (RFHA) en la combinación de métodos de fertilización y distancias entre hilera del cultivo de la sandía, en la UAAAN-UL, Ciclo PV-2013.

Distancias entre hileras	Tratamientos		
	Vermicompost	Fertilizante sintético	Testigo absoluto
2.5	32,606	30,060	24,326
7.0	11,527	16,853	14,840

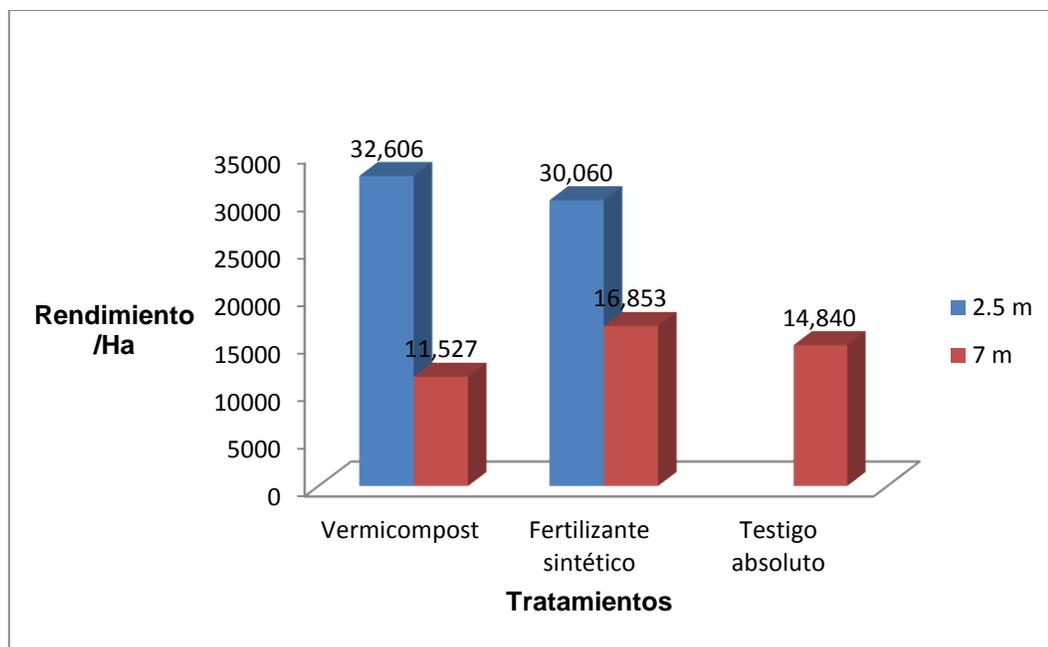


Figura 6. Comparación de medias de rendimiento del fruto por hectárea (RFHA), en la combinación de distancia entre hileras y métodos de fertilización en el cultivo de la sandía.

En La figura seis se muestran la comparación de media de los tratamientos producto de la combinación de los factores distancia entre hileras y métodos de fertilización, para la variable RFHA. El valor mayor lo obtuvo la distancia entre hileras de 2.5 m fertilizado con vermicompost con 32,606 kg• ha⁻¹, y el valor menor lo obtuvo la distancia entre hilera de 7 m fertilizado con vermicompost con 11,527 kg• ha⁻¹.

4.6. Peso promedio del fruto en kilogramos (PPF)

En el cuadro 10 se presentan los resultados obtenidos en peso de fruto por hectárea, en distancia entre hileras de 2.5 y 7 metros, bajo la fertilización con vermicompost, fertilizante sintético y testigo absoluto.

Cuadro 10. Peso promedio del fruto en kilogramos (PPF), en la respuesta del cultivo de la sandía, bajo dos distancias entre hileras y dos métodos de fertilización, y un testigo absoluto, en la UAAAN-UL, Ciclo PV-2013.

Distancia entre hilera (m)	PPF (kg)	Métodos de fertilización	PPF (kg)
2.5	5.80	Vermicompost	5.71
7.0	5.74	Fertilización sintética	6.05
		Testigo absoluto	5.55

A los valores obtenidos de la variable PPF se les aplicó el ANAVA para determinar la significancia de los factores estudiados y los resultados se presentan en el cuadro 11.

Cuadro 11. Significancia de los factores distancia entre hileras y métodos de fertilización, para el peso promedio del fruto en kilogramos (PPF), en la respuesta del cultivo de la sandía, bajo dos distancias entre hileras y dos fuentes de fertilización, en la UAAAN-UL, Ciclo PV-2013.

Fuente de variación	PPF	
	Pr >F	Significancia
Distancias entre hilera	0.8033	NS
Métodos de fertilización	0.3231	NS
Distancias entre hilera* métodos de fertilización	0.2476	NS
R ² = 0.448566		
CV (%)=	11.21158	
Media general =	5.770833	

*=diferencia significativa **= diferencia altamente significativa NS= diferencia no significativa

De acuerdo al cuadro 11, no se encontró diferencia significativa para las fuentes de variación distancia entre hileras, métodos de fertilización e interacción. Los valores medios para PPF en las distancias entre hileras de 2.5 y 7 m se presentan en la figura siete.

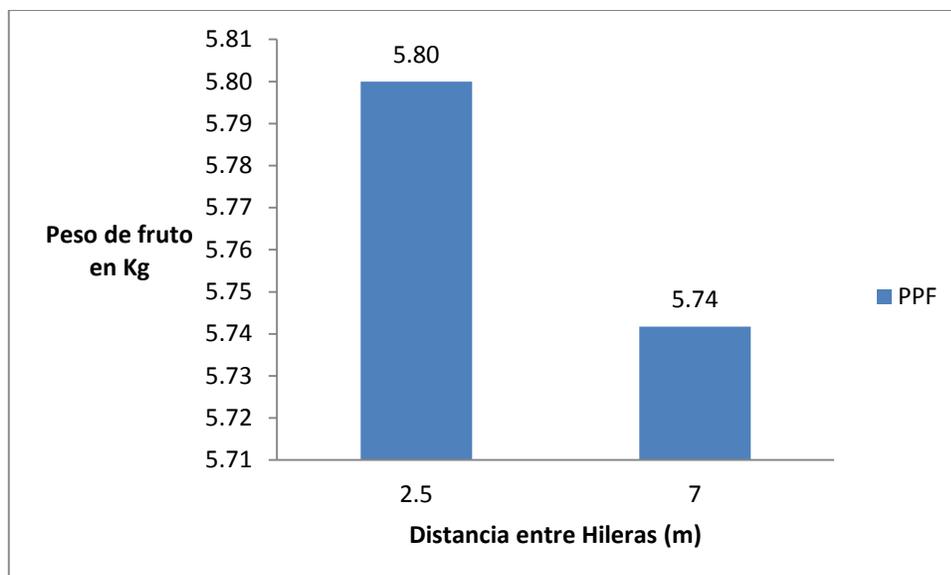


Figura 7. Comparación de medias de tratamiento de peso promedio del fruto de sandía en kilogramos (PPF) para la distancia entre hileras de 2.5 y 7 metros.

El PPF en kilogramos para la distancia a 2.5 m fue mayor que la distancia a 7 m, con valores de 5.80 y 5.74 respectivamente. El peso promedio obtenido en este trabajo fue menor que lo obtenido por (López J. *et al.*, 2011) quienes obtuvieron el peso promedio del fruto de 7.4 kg•fruto⁻¹. Otro estudio realizado por Ban *et al* (2011), no encontraron diferencia significativa en el peso promedio de fruto en dos años, al disminuir la distancia entre plantas, obtuvieron un peso promedio de 7.41 kg•fruto⁻¹.

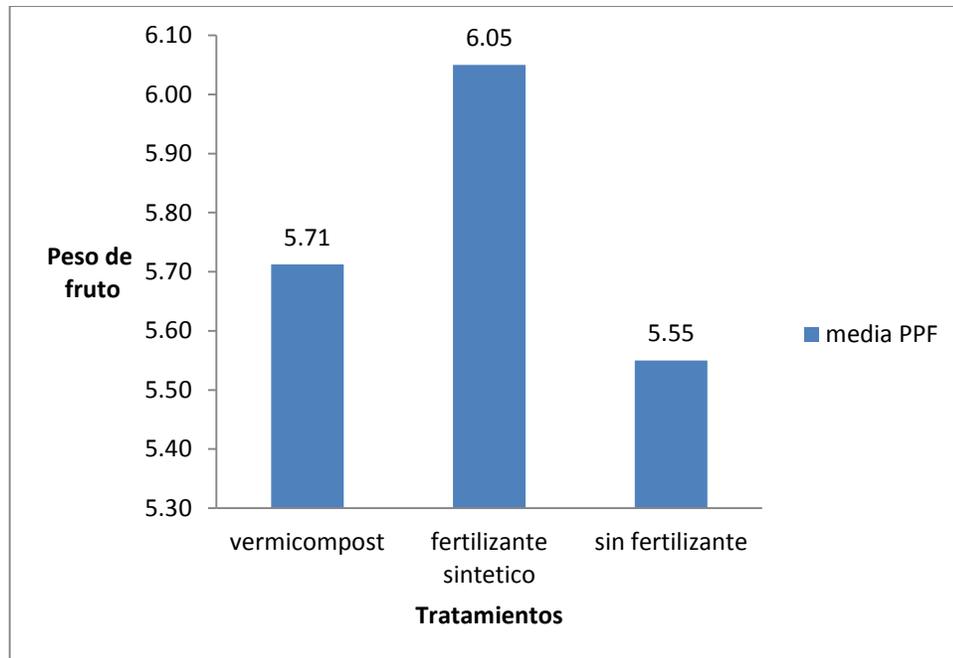


Figura 8. Comparación de medias de tratamiento de peso promedio del fruto de sandía en kilogramo (PPF), para la fertilización orgánica, sintético y testigo absoluto.

En cuanto al método de fertilización no hubo diferencia significativa en las tres fuentes de fertilización, sin embargo se observa una tendencia favorable para la fertilización sintética, con valores de $6.05 \text{ kg}\cdot\text{fruto}^{-1}$, mientras que para la fertilización con vermicompost de $5.71 \text{ kg}\cdot\text{fruto}^{-1}$ y el testigo con $5.55 \text{ kg}\cdot\text{fruto}^{-1}$.

4.6.1 Medias de los tratamientos para PPF de la combinación de método de fertilización y distancias entre hilera del cultivo de la sandía.

En cuanto a la interacción distancia entre hileras y métodos de fertilización no se encontró diferencia significativa para PPF. En el cuadro 12 se

presentan los valores medios para la combinación de la distancias entre hileras y métodos de fertilización.

Cuadro 12. Medias de Peso del fruto (PPF) en la combinación de métodos de fertilización y distancias entre hilera del cultivo de la sandía, en la UAAAN-UL, Ciclo PV-2013.

Distancias entre hileras	Tratamientos		
	Vermicompost	Fertilizante sintético	Testigo absoluto
2.5	5.55	6.35	5.32
7.0	5.87	5.75	5.77

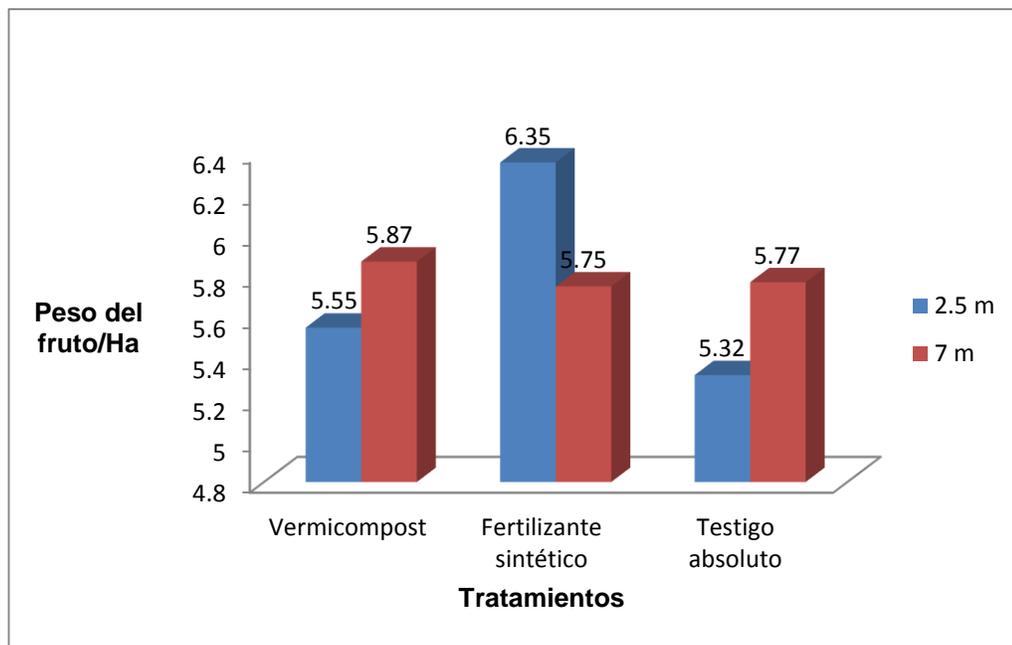


Figura 9. Comparación de medias del peso promedio del fruto (PPF), de la combinación de distancia entre hileras y método de fertilización en el cultivo de la sandía.

En La figura nueve se muestran la comparación de media de los tratamientos producto de la combinación de los factores distancia entre hileras y métodos de fertilización, para la variable PPF. El valor mayor lo obtuvo la distancia entre hileras de 2.5 m con fertilización sintética con $6.35 \text{ kg}\cdot\text{fruto}^{-1}$, y el valor menor lo obtuvo la distancia entre hilera de 2.5 m con testigo absoluto con $5.32 \text{ kg}\cdot\text{fruto}^{-1}$.

4.7. Diámetro polar promedio del fruto(DPPF).

En el cuadro 13 se presentan los resultados obtenidos en diámetro polar del fruto de la sandía, para la distancia entre hileras de 2.5 y 7 metros, bajo la fertilización con vermicompost, fertilizante sintético y testigo absoluto.

Cuadro13. Diámetro polar promedio del fruto (DPPF) en centímetros (cm),en la respuesta del cultivo de la sandía, bajo dos distancias entre hileras y dos métodos de fertilización, y un testigo absoluto, en la UAAAN-UL, Ciclo PV-2013.

Distancia entre hilera (m)	DPPF (cm)	Métodos de fertilización	DPPF (cm)
2.5	30.5	Vermicompost	30.0
7.0	30.0	Fertilización sintética	30.2
		Testigo absoluto	29.06

A los valores obtenidos de la variable DPPF se les aplicó el ANAVA para determinar la significancia de los factores estudiados y los resultados se presentan en el cuadro 14.

Cuadro 14. Significancia de los factores distancia entre hileras y métodos de fertilización, para el diámetro polar promedio del fruto en centímetro (DPPF), en la respuesta del cultivo de la sandía, bajo dos distancias entre hileras, dos métodos de fertilización y testigo absoluto, en la UAAAN-UL, Ciclo PV-2013.

Fuente de variación	Pr >F	DPPF Significancia
Distancias entre hilera	0.6204	NS
métodos de fertilización	0.0829	NS
Distancias entre hilera* métodos de fertilización	0.1024	NS
R ² = 0.631184		
CV (%)= 7.072925		
Media general = 30.15000		

*=diferencia significativa **= diferencia altamente significativa NS= diferencia no significativa

De acuerdo al cuadro 14, no se encontró diferencia significativa para las fuentes de variación distancia entre hileras, métodos de fertilización e interacción. Los valores medios para DPPF en las distancias entre hileras de 2.5 y 7 m se presentan en la figura 10.

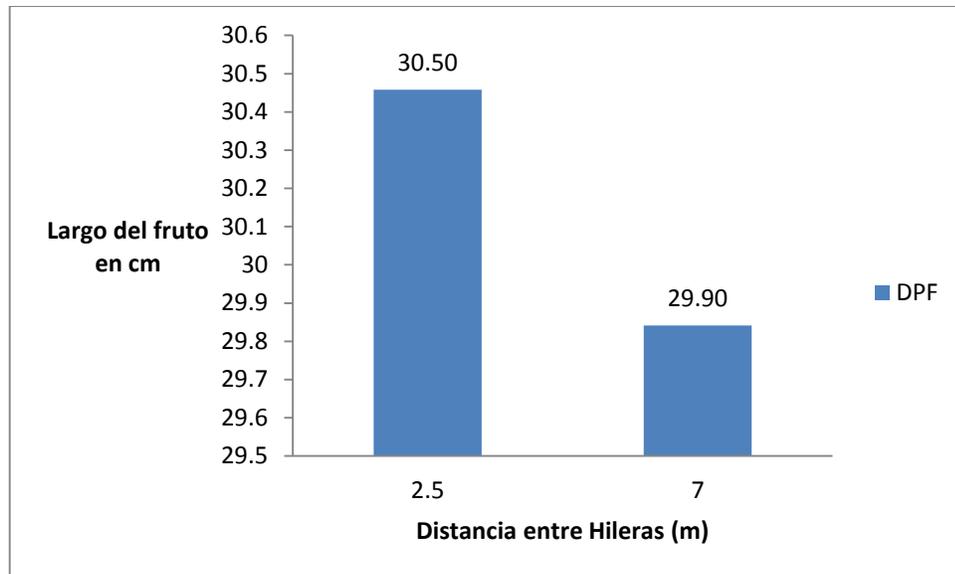


Figura 10. Comparación de medias de tratamiento de diámetro polar promediodel fruto (DPPF) de sandía en centímetros (cm), para la distancia entre hileras de 2.5 y 7 metros.

En el diámetro polar promedio del fruto, no hubo diferencia significativa, para la distancia entre hileras de 2.5 m fue mayor que la distancia a 7 m, con valores de 30.50 cm y 29.90 cm, respectivamente.

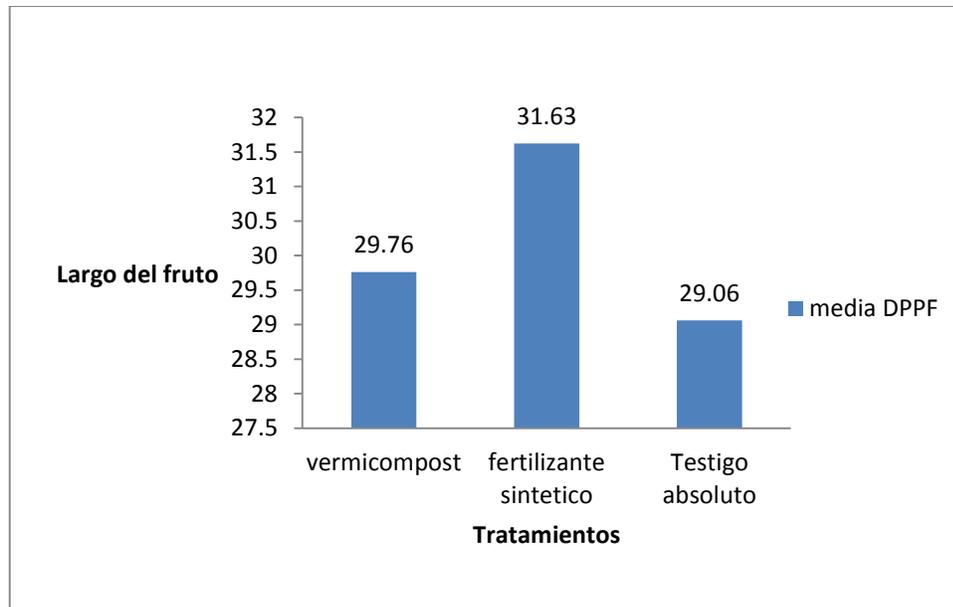


Figura 11. Comparación de medias de tratamiento de diámetro polar promedio del fruto de sandía en centímetros (DPPF), para la fertilización orgánica, sintética y testigo absoluto.

En cuanto al método de fertilización no hubo diferencia significativa en las tres fuentes de fertilización DPPF, sin embargo se observa una tendencia favorable para la fertilización con sintético, con valores de 31.63 cm, mientras que para la fertilización con vermicompost de 29.76 cm y el testigo con 29.06 cm.

4.7.1 Medias de los tratamientos para DPPF de la combinación de método de fertilización y distancias entre hilera del cultivo de la sandía.

En cuanto a la interacción distancia entre hileras y métodos de fertilización no se encontró diferencia significativa para DPPF. En el cuadro 15

se presentan los valores medios para la combinación de la distancia entre hileras y métodos de fertilización.

Cuadro 15. Medias de diámetro polar del fruto (DPPF) en la combinación de métodos de fertilización y distancias entre hilera del cultivo de la sandía, en la UAAAN-UL, Ciclo PV-2013.

Distancias entre hileras	Tratamientos		
	Vermicompost	Fertilizante sintético	Testigo absoluto
2.5	28.55	32.75	28.22
7.0	30.97	30.50	29.90

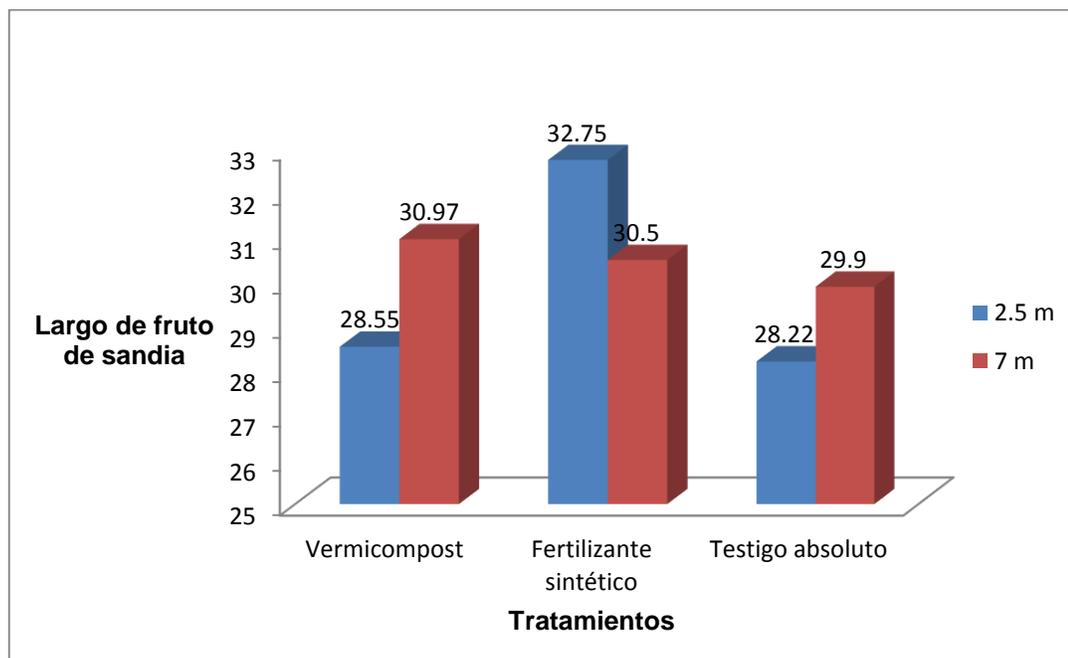


Figura 12. Comparación de medias del diámetro polar del fruto (DPPF), en la combinación de distancia entre hileras y métodos de fertilización en el cultivo de la sandía.

En La figura 12 se muestran la comparación de media de los tratamientos producto de la combinación de los factores distancia entre hileras y métodos de fertilización, para la variable DPPF. El valor mayor lo obtuvo la distancia entre hileras de 2.5 m con fertilización sintética con 32.75 cm, y el valor menor lo obtuvo la distancia entre hilera de 2.5 m con testigo absoluto con 28.22 cm.

4.8. Diámetro Ecuatorial promedio del fruto (DEPF).

En el cuadro 16 se presentan los resultados obtenidos en diámetro ecuatorial de sandias, para la distancia entre hileras, bajo la fertilización con vermicompost, fertilizante sintético y testigo absoluto.

Cuadro 16. Diámetro ecuatorial promedio del fruto (DEPF), en centímetros (cm), en la respuesta del cultivo de la sandía, bajo dos distancias entre hileras y dos métodos de fertilización, y un testigo absoluto, en la UAAAN-UL, Ciclo PV-2013.

Distancia entre hilera (m)	DEPF (cm)	Métodos de fertilización	DEPF (cm)
2.5	19.25	Vermicompost	18.88
7.0	18.91	Fertilización sintética	19.75
		Testigo absoluto	18.61

A los valores obtenidos de la variable DEPF, se les aplicó el ANAVA para determinar la significancia de los factores estudiados y los resultados se presentan en el cuadro 17.

Cuadro 17. Significancia de los factores distancia entre hileras y métodos de fertilización, para el diámetro ecuatorial del fruto (DEPF), en centímetro (cm), en la respuesta del cultivo de la sandía, bajo dos distancias entre hileras y tres fuentes de fertilización, en la UAAAN-UL, Ciclo PV-2013.

Fuente de variación	DEPF	
	Pr >F	Significancia
Distancias entre hileras	0.6113	NS
métodos de fertilización	0.2805	NS
Distancias entre hileras* métodos de fertilización	0.1025	NS
R ² = 0.577148		
CV (%)= 7.420319		
Media general = 19.07917		

*=diferencia significativa **= diferencia altamente significativa N/S= diferencia no significativa

De acuerdo al cuadro 17, no se encontró diferencia significativa para las fuentes de variación, distancia entre hileras, métodos de fertilización e interacción. Los valores medios para DEPF en las distancias entre hileras de 2.5 y 7 m se presentan en las figuras 13 y 14.

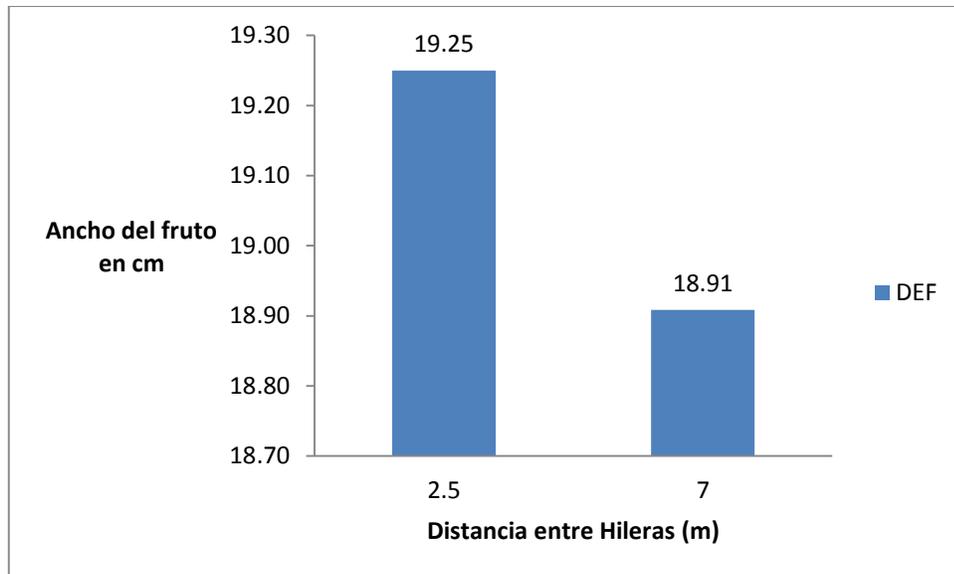


Figura 13. Comparación de medias de tratamiento de diámetro ecuatorial del fruto de sandía (DEPF), en centímetros (cm), para la distancia entre hileras de 2.5 y 7 metros.

El diámetro ecuatorial promedio del fruto, no presento diferencia significativa, para la distancia a 2.5 m fue mayor que la distancia a 7 m, con valores de 19.25 cm y 18.91 cm respectivamente.

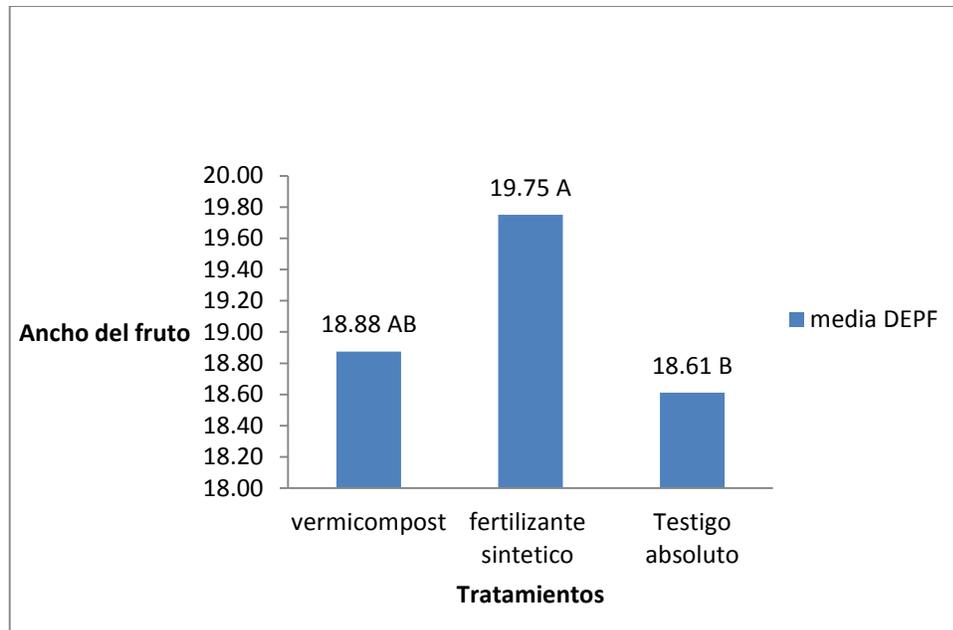


Figura 14. Comparación de medias de tratamiento de diámetro ecuatorial del fruto de sandía (DEPF), en centímetros (cm), para la fertilización orgánica, sintética y testigo absoluto.

En cuanto al método de fertilización no hubo diferencia significativa en las tres fuentes de fertilización, sin embargo se observa una tendencia favorable para la fertilización sintética, con valores de 19.75 cm, mientras que para la fertilización con vermicompost de 18.88 cm y el testigo absoluto con 18.61cm.

4.8.1 Medias de los tratamientos para DEPF de la combinación de método de fertilización y distancias entre hilera del cultivo de la sandía.

En cuanto a la interacción distancia entre hileras y métodos de fertilización no se encontró diferencia significativa para DEPF. En el cuadro 18

se presentan los valores medios para la combinación de la distancias entre hileras y métodos de fertilización.

Cuadro 18. Medias de diámetro ecuatorial del fruto de sandía (DEPF), en la combinación de métodos de fertilización y distancias entre hileras del cultivo de la sandía, en la UAAAN-UL, Ciclo PV-2013.

Distancias entre hileras	Tratamientos		
	Vermicompost	Fertilizante sintético	Testigo absoluto
2.5	18.67	20.87	18.20
7.0	19.0	18.62	19.0

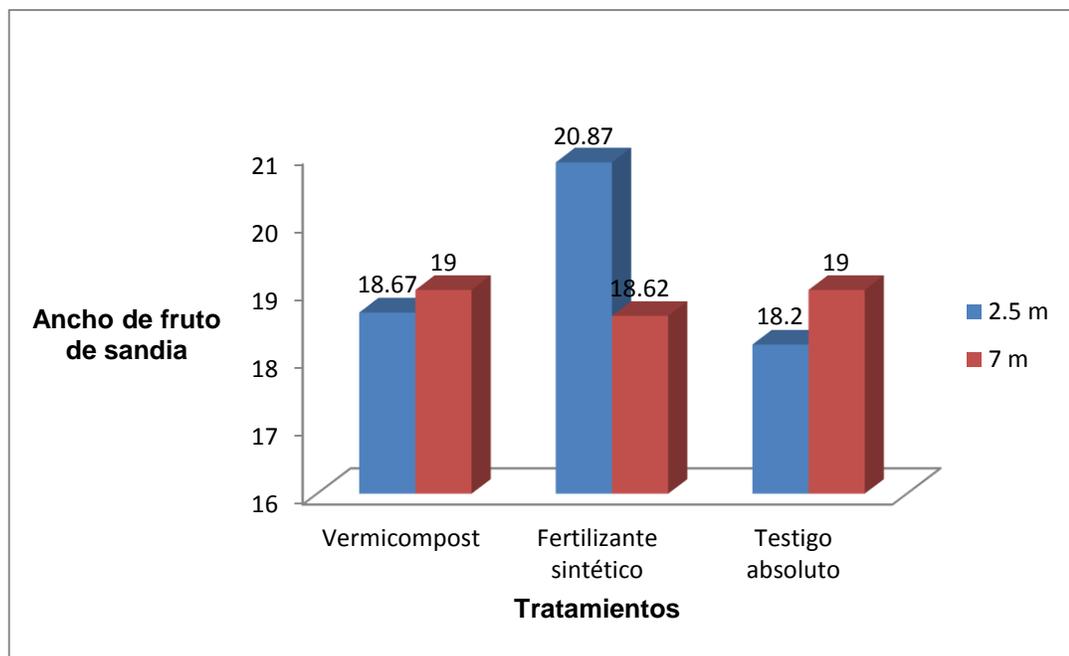


Figura 15. Comparación de medias del diámetro ecuatorial del fruto de sandía (DEPF), en la combinación de distancia entre hileras y métodos de fertilización en el cultivo de la sandía.

En La figura 15 se muestran la comparación de media de los tratamientos producto de la combinación de los factores distancia entre hileras y métodos de fertilización, para la variable DEPF. El valor mayor lo obtuvo la distancia entre hileras de 2.5 m con fertilización sintética con 20.87 cm, y el valor menor lo obtuvo la distancia entre hilera de 2.5 m con testigo absoluto con 18.2 cm.

V. CONCLUSIONES

El presente trabajo de investigación arroja resultados importantes y se describe a continuación.

Para NFHA: Hubo una mayor influencia en la producción, para la distancia a 2.5 m con 5,066.6 frutos•ha⁻¹, que el de la distancia a 7.0 m, con valores de 2,466.7 frutos•ha⁻¹ respectivamente, lo cual representa un incremento de 100% a favor de la distancia a 2.5 m de plantas entre hileras. En cuanto al MF no hubo diferencia significativa en los tres tratamientos de fertilización, pero hay una tendencia en la fertilización con vermicompost con 3, 950 frutos•ha⁻¹.

Para la combinación distancia entre hileras y MF, el mayor número de fruto lo obtuvo la distancia entre hileras de 2.5 m fertilizado con vermicompost con 5,933 frutos•ha⁻¹, mientras que la distancia a 7 m fertilizado con vermicompost con 1,966 frutos•ha⁻¹, aunque la diferencia no fue estadísticamente significativa.

Para el RFHA: Se aprecia que hubo diferencia altamente significativa para la distancia entre hilera de 2.5 m presentando mayor y mejor rendimiento en 28,998 kg•ha⁻¹, que la distancia de 7.0 m con 14,407 kg•ha⁻¹ respectivamente, lo cual representa un incremento de 100% a favor de la distancia de 2.5 m. En cuanto al MF no hubo diferencia significativa en las tres fuentes de fertilización, sin embargo se observa una tendencia favorable para la fertilización con sintético, con 23,457 kg•ha⁻¹.

Para la combinación distancia entre hileras y MF el mayor rendimiento lo obtuvo la distancia entre hileras de 2.5 m, fertilizado con vermicompost con 32,606 kg• ha⁻¹, mientras que la distancia a 7 m fertilizado con vermicompost obtuvo el menor rendimiento con 11,527 kg• ha⁻¹.

Para el PPF, DPPF y DEPF no se encontró diferencia significativa para las fuentes de variación distancia entre hileras, métodos de fertilización e interacción.

De acuerdo a los resultados obtenidos se acepta la hipótesis planteada ya que al reducir las distancias entre hileras de plantas, se obtiene un mayor rendimiento del fruto con la fertilización con vermicompost.

Por los resultados obtenidos, se recomienda continuar con este trabajo, pero incluyendo más métodos de fertilización orgánicas e inorgánicas y más distancias entre hileras (4, 6, 8 y 10 m).

VI. LITERATURA CITADA

- Acevedo, I. C. & Pire., R. 2004. Effects of vermicompost as substrate amendment on the growth of papaya (*Carica papaya* L.). *Interciencia.* , 29(5), 274-279.
- Arancon, N. Q., Edwards, C. A., Atiyeh, R. M. & Metzger, J. D. 2004a. Effects of vermicomposts produced from food waste on the growth and yields of greenhouse peppers. . *Bioresour Technol* 93, 139-144.
- Argüello, J. A., A., Ledesma, S. B., Núñez, C. H., C., R. M. D. & Goldfarb., D. 2006. Vermicompost effects on bulbing dynamics nonstructural carbohydrate content, yield, and quality of 'Rosado Paraguayo' garlic bulbs. *Hortscience*, 41(3), 589-592.
- Aserca 1999. La Sandía una Tradición Exportadora,. *Revista Claridades Agropecuarias* No. , 75, Mexico D. f.
- 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.
- Ban, D., S. Goreta & Borošić, J. 2006. Plant spacing and cultivar affect melon growth and yield components. *Scientia Horticulturae*, 109, 238-243.
- Bhattacharjee, G., Chaudhuri & P. S. & Datta., M. 2001. Response of paddy (Var. TRC-87-251) crop on amendment of the field with different levels of vermicompost. *Asian Journal of Microbiology, Biotechnology and Environmental Sciences*, 3(3), 191-196.
- Cabanas-Echevarría, M., A. Torres -García, B. Díaz-Rodríguez, Ardisana &., E. F. H. & Creme-Ramos. 2005. Influence of three bioproducts of organic origin on the production of two banana clones (*Musa* spp AAB.) obtained by tissue cultures. *Alimentaria.*, 369, 111-116.

- Camacho Ferre, F. & Fernandes Rodriguez, E. J. 1996. influencia de patrones utilizados en el cultivo de sandia bajo plastico sobre la produccion, Precosidad y calidad del fruto en America. caja rural de almeria: la rural.
- Caseres, E. 1971. Produccion de hortalizas. Segunda Edicion. Editorial instituto interamericano de Cooperacion para la Agricultura. San Jose Costa Rica.
- Castellanos, R. J. Z. 1984. El estiércol para uso agrícola en la Región Lagunera. Folleto Técnico No.1. Campo Agrícola Experimental La Laguna.CIAN-INIA, 19.
- CNA, C. N. D. A. 2005. Gerencia regional. Cuencas centrales del norte. Subgerencia Regional Técnica y Administrativa del Agua. Torreón Coahuila, México.
- Dean Ban, Smiljanagoreta Ban, Milan Oplanić, Josipahorvat, Bruno Novak, Katjažanić & Draganžnidarčič. 2011. Growth and yield response of watermelon to in-row plant spacings and mycorrhiza. Chilean journal of agricultural research, 71(4), 497.
- Denisen, E. L. 1987. Fundamentos de horticultura Editorial Limusa Primera Edicion pp 542-548.
- Edelstein, M. & Nerson., H. 2002. Genotype and plant density affect watermelon grown for seed consumption. HortScience, 37, 981-983.
- Edmond, J. B. 1981. Principios de horticultura practica. . tercera edicion. : editorial continental. S. Mex. .
- 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.
- Enciclopedia, P. A. 1998. Agroecología del cultivo de sandía.
- Ferreras, L., E., Gomez, S., Toresani, I. & Rotondo., F. R. 2006. Effect of organicamendmentsonsome physical, chemical and biological properties in a horticultural soil. BioresourceTechnology, 97, 635-640.

- Gaitan T. N. 2005. Cadena de sandia con potencial exportador 23-27.
- Garcia, C. 2007. Aplicacion de lixiviados de vermicomposta a sandia (*Citrullus lanatus*) en un sistema de produccion tradicional. tesis Licenciatura, Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro Unidad laguna (UAAAN-UL).
- Gutiérrez-Miceli, F. A., J. , Santiago-Borraz, J. A., Montes Molina, C. C., Nafate, M., Abdud-Archila, M. A., Oliva Llaven, R. & Deendoven., R.-R. L. 2007. Vermicompost as a soil supplementto improve growth, yield and fruit quality of tomato (*Lycopersicon esculentum*). *BioresourceTechnology*, 98, 2781-2786.
- Hernández, D. 2002. La lombricultura Contra la contaminación ambiental.
- Huitron-Ramirez, M. V., M., Ricardez-Salinas, F. & Camacho-Ferre. 2009. Influence of grafted watermelon plant density on yield and quality in soil infested with melon necrotic spot virus. *HortScience*, 44, 1838-1841.
- Karmegam, N., Alagumalai, K. & Daniel., T. 1999. Effect of vermicompost on the growth and yield of green gram (*Phaseolus aureus* Roxb.). *Tropical Agriculture*, 76, 143-146.
- Leñano, F. 1978. Sandia en hortalizas de fruto. ¿Como?, ¿Donde?, ¿Cuando?, Manual de cultivo Moderno del Suizo Barcelona.
- López J., Huez Marco A., Jiménez J., Rodríguez Julio C., Garza S. & F., E. L. 2011. Efecto de la densidad de plantacion en sandia sin semilla injertada sobre bule (*Lagenaria siceraria* (Molina) Standl.). *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14 349 - 355.
- Manual, A. 2002. biblioteca del campo, Editorial Mexico Ibalpe, primera edicion.
- Mendoza, D. 2009. Incidencia del número de guías principales sobre la producción orgánica de sandía en dos cultivares (Royal Charleston y Paladin). Tesis Ing. Agrónomo. Riobamba - Escuela Superior Politécnica del Chimborazo.
- 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.

Parsons, D. B. 1981. Cucurbitaceas editorial Trillas Primera Edicion Mexico D.F.

Sagarpa. 2006. Mexico: Avance produccion de la sandia en los principales estados productores (reporte al 31 de mayo de 2006). Available: <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/InfOMer/analisis/sand120706.pdf>.

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. .

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.

Sunil, K., C. R. Rawat, & D. S. & Suchit., K. R. 2005. Dry matter accumulation, nutrient uptake and changes in soil fertility status as influenced by different organic and inorganic sources of nutrients toforage sorghum (Sorghum bicolor). Indian Journal of Agricultural Science, 75(6), 340-342.

Trejo, R. A. 1978. Tecnologia para la produccion de hortalizas a cielo abierto en peninsula de Yucatan.

USDA. Agricultural Marketing Service. Fresh Fruits and Vegetables Shipments by Commodities, States, and Months. . In: WASHINGTON, D. C. V. I. (ed.). www.usda.gov

Valadez, L. A. 1997. produccion de Hortalizas, Editorial Limusa, Mexico D.F. pp 233-245.