

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Producción de sandía (*Citrullus lanatus* Thunb.) variedad Jubilee con fertilización orgánica bajo sistemas de riego por goteo y acolchado plástico.

POR

MIGUEL ÁNGEL RODRÍGUEZ MARTÍNEZ

TESIS

PRESENTADA COMO REQUERIMIENTO PARCIAL

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO, DICIEMBRE DE 2010

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Producción de sandía (*Citrullus lanatus* Thunb.) variedad Jubilee con fertilización orgánica bajo sistemas de riego por goteo y acolchado plástico.

TESIS DEL C. MIGUEL ÁNGEL RODRIGUEZ MARTÍNEZ QUE SOMETE A LA CONSIDERACION DEL COMITÉ ASESOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

REVISADA POR EL COMITÉ ASESOR

ASESOR PRINCIPAL:



Dr. ALEJANDRO MORENO RESÉNDEZ

ASESOR:



ME. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

ASESOR:

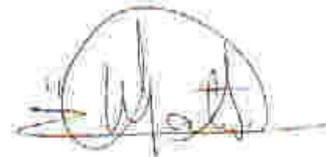


Dr. VICENTE HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

ASESOR:



ING. JUAN DE DIOS RUIZ DE LA ROSA



ME. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE LAS CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División de Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA, MEXICO, DICIEMBRE DE 2010

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRÓ"

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Producción de sandía (*Citrullus lanatus* Thunb.) variedad Jubilee con fertilización orgánica bajo sistemas de riego por goteo y acolchado plástico.

TESIS QUE PRESENTA EL C. MIGUEL ÁNGEL RODRÍGUEZ MARTÍNEZ QUE SOMETE A LA CONSIDERACION DEL COMITÉ ASESOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADO POR

PRESIDENTE:



Dr. ALEJANDRO MORENO RESÉNDEZ

VOCAL:



ME. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

VOCAL:

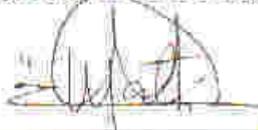


Dr. VICENTE HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

VOCAL:



ING. JUAN DE DIOS RUIZ DE LA ROSA



ME. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE LAS CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División de Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA, MEXICO, DICIEMBRE DEL 2010

AGRADECIMIENTOS

A mi “Alma Terra Mater” que me dio la oportunidad de realizarme como profesionista y por haberme cobijado durante estos cuatro años y medio de mi carrera profesional. No hubiese sido posible la finalización de este trabajo sin la cooperación desinteresada de todas y cada una de las personas que a continuación citaré y muchas de las cuales han sido un soporte muy fuerte en momentos de angustia y desesperación.

Primero y antes que nada, dar gracias a Dios, por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de mi estudio.

Agradecer hoy y siempre a mi familia porque a pesar de no estar presentes físicamente, se que procuran mi bienestar desde mi estado, Morelos, y esta claro que si no fuese por el esfuerzo realizado por ellos, mis estudios no hubiesen sido posible.

A mi padre Miguel Ángel Rodríguez Flores que le agradezco el carácter y la fuerza de salir siempre adelante, ser mejor cada día y de superar los retos que la vida te presenta. Por todos los consejos que me has dado en mi vida, tu tenacidad y coraje de sacar a la familia adelante, el que nunca nos falte nada... Por todo esto y muchas cosas más gracias papá.

A mi madre Patricia Martínez Magaña de quien saque un poco de lo mucho de su inteligencia y paciencia para resolver las cosas, además del gran amor y la devoción que nos tienes, por el apoyo ilimitado e incondicional que siempre me has dado, por tener siempre la fortaleza de salir adelante sin importar los obstáculos, por haberme formado como un hombre de bien, por ser la mujer que me dio la vida y me enseñó a vivirla.... No hay palabras en el mundo para agradecerte, mamá

A mis hermanos Ivonne y Marco y mis sobrinas Evelyn y Michelle, porque a pesar de la distancia, el ánimo, apoyo y alegría que me brindan me dan la fortaleza necesaria para seguir adelante. Los llevo dentro de mi corazón, los quiero mucho.

A mi novia por el apoyo y comprensión, el cual me impulso y mantuvo firme en mis decisiones. Por demostrarme que el carácter se forja con los golpes de la vida y de quien aprendí a tener siempre una buena cara ante la adversidad además por a ver estado en las buenas y malas en este periodo, solo queda decirte te amo..... Mi niña

De igual manera mi más sincero agradecimiento a mi asesor de tesis, el Dr. Alejandro Moreno Reséndez por compartir su conocimiento y por tenerme paciencia en este trabajo de investigación, al ME. Víctor Martínez Cueto, al Dr. Vicente Hernández Hernández y al Ing. Juan de Dios Ruiz de la Rosa a quienes debo el realizar mi tesis en una Universidad tan prestigiosa como lo es la Antonio Narro.

Sin duda a mis compañeros de carrera Miguel, Medinael, Arturo, Patricio, Joaquín, Francisco, Berna, Jehú, Calixto, Ramón, Omar, Emanuel, Roselín, Jorge, Michell, Belén, Wilmar, Manuel, Roselín Duarte, Anayeli, Fida, Abelina, Mayra y a todos aquellos que conformaron el grupo, sin duda me llevo grandes recuerdos, hazañas, anécdotas y sin lugar a duda muchas costumbres de los lugares de donde provienen cada uno de Uds.

A mis amigos y amigas Gabriela por a verme convencido de venir a estudiar hasta acá, Elvia e Isabel, Jorge, Andrea y Alan porque gracias a ellos descubrí que la familia se encuentra siempre que uno esta lejos de casa. A las personas que me brindaron apoyo al llegar acá y que no dudaron en brindarme su amistad.

A todos ustedes

Gracias Totales.....

INDICE

AGRADECIMIENTOS	II
INDICE	VI
INDICE DE CUADROS Y FIGURAS	VII
RESUMEN	VIII
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo.....	7
1.2. Hipótesis.....	7
1.3. Metas.....	7
II. REVISIÓN DE LITERATURA	8
2.1. Generalidades y origen de la Sandía	8
2.2. Clasificación taxonómica.	9
2.3. Descripción Botánica.....	9
2.4. Requerimientos climáticos, edáficos e hídricos.	11
2.5. Agricultura convencional	13
2.6. Agricultura orgánica.....	14
2.7. Importancia de los abonos orgánicos.....	16
2.8. Compost y té de compost.....	18
2.9. Vermicompost	20
III. MATERIALES Y MÉTODOS	23
3.1. Localización geográfica de la Comarca Lagunera	23
3.2. Condiciones ambientales	23
3.3. Localización del área experimental.....	24
3.4. Conducción del experimento.....	24
3.4.1. Obtención de las plántulas.	24
3.4.2. Preparación del terreno.	26
3.4.3. Fertilización.....	26
3.4.4. Instalación del sistema de riego.....	27
3.4.5. Acolchado plástico	28
3.4.6. Trasplante	29
3.5. Riegos.....	30
3.6. Control de maleza	30
3.7. Polinización	31
3.8. Control de plagas y enfermedades.....	31
3.9. Cosecha.....	32
3.10. Variables evaluadas	33
3.10.1. Longitud de guías.....	33
3.10.2. Peso del fruto	33
3.10.3. Rendimiento total.....	33
3.10.4. Número de frutos totales	34
3.10.5. Calidad	34
3.10.6. Contenido en sólidos solubles	34

3.10.7. Espesor de la corteza.....	35
3.10.8. Color Interno.....	35
3.11. Diseño experimental y análisis estadístico.	35
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	36
4.1. Longitud de Guía Principal.....	36
4.2. Peso de frutos	37
4.3. Rendimiento en Toneladas por hectárea total.....	37
4.4. Número de frutos por hectárea	40
4.5. Sólidos solubles.....	41
4.6. Espesor de cascara.....	41
4.7. Espesor de Pulpa	42
4.8. Diámetro Polar	42
4.9. Diámetro Ecuatorial.....	42
V. CONCLUSIONES.....	43
VI. LITERATURA CITADA	46
VII. APÉNDICE.....	55

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Figura 1. Distribución de tratamientos en el campo experimental y dimensiones de la cama de trasplante para evaluar en el desarrollo de la sandía en condiciones de campo UAAAN, 2010.	28
--	----

Cuadro 1. Valores promedio de las variables evaluadas en el cultivo de sandia variedad Jubilee comparando la fertilización sintética contra dos niveles de vermicompost.....	36
---	----

RESUMEN

En México la sandía (*Citrullus lanatus* Thunb.) es uno de los cultivos hortícola más importantes, debido a que genera divisas como producto de exportación y utiliza una gran cantidad de mano de obra durante el desarrollo de su ciclo de cultivo. La sandía es un fruto muy apreciado que goza de gran demanda en época de calor, ocupando el segundo lugar en importancia dentro de las Cucurbitáceas por la superficie sembrada en este país. Siendo uno de los siete principales productos hortícola de México que representan un 80% de su producción agrícola total. Además que es uno de los pocos productos agrícolas que se cultivan en casi todo el país.

En México, la Región Lagunera del Estado de Coahuila reúne las condiciones climáticas favorables para el cultivo de la sandía y su cercanía a la frontera con Estados Unidos de América la hace muy conveniente para la comercialización internacional de este producto. En cuanto a la superficie de sandía sembrada en la Comarca Lagunera durante el periodo de 1990-2004 fue de 1,560 hectáreas, la producción obtenida fue de 35,46 toneladas y el valor promedio por año 37.29 millones de pesos. Por lo tanto, la Comarca Lagunera ha sido considerada por mucho como una de las regiones más importantes del país por el buen desarrollo de los cultivos y en especial, de la sandía.

Con el propósito de buscar alternativas a la fertilidad sintética, debido al creciente agotamiento de los recursos naturales y al impacto sobre la salud humana y el ambiente han provocado diversos productos agroquímicos, se evaluaron tres tratamientos que consistieron en aplicar; vermicompost a razón de 10 y 20 t·ha⁻¹, además de la fertilización sintética tradicional. La variedad de Sandía utilizada en el experimento fue Jubilee (Westar Seeds International®). Los tratamientos fueron distribuidos en un diseño de bloques al azar con tres repeticiones.

Para garantizar la polinización de la sandía se utilizó un cajón de abejas el cual se colocó en el extremo final de la parcela y la cosecha se realizó a los 97 días (después de la siembra), llevando acabo 2 cortes a partir del 25 de Junio del 2009.

Las variables que se evaluaron fueron: Diámetro polar y ecuatorial, Espesor de cascara y pulpa, Sólidos solubles y Rendimiento total.

Derivado del análisis de varianza y la prueba DMS (5%) se obtuvieron los siguientes resultados. Para sólidos solubles (°Brix), el tratamiento T₂ con la aplicación de 20 t·ha⁻¹ de vermicompost, registró el mayor porcentaje con 9.5 °Brix, mientras que el tratamiento que obtuvo menos °Brix resulto el T₀ testigo.

En cuanto al rendimiento en toneladas por hectárea total el tratamiento que superó a todos fue nuevamente el T₂ con la aplicación de 20 t·ha⁻¹ de vermicompost con un promedio de 73.8 t·ha⁻¹ y con menor rendimiento resultó el T₀ (testigo).

Mientras que para el número de frutos total por hectárea, el tratamiento que tuvo más frutos fue el tratamiento T₁ con un total de 36,250, seguido por el tratamiento T₂ con un promedio de frutos totales de 32,500 por hectárea. Ambos tratamientos superaron al tratamiento testigo quien obtuvo un número de frutos total por hectárea de 31,250 sandias.

Palabras Clave: *Citrillus lanatus* T., Vermicompost., Orgánico., Acolchado., Cintilla.

I. INTRODUCCIÓN.

La sandía es uno de los productos agrícolas que se cultivan en casi todo el mundo. Por su frescura es uno de los productos de mayor demanda, principalmente en la época de calor, aunque su agradable sabor la hace apetecible en cualquier época del año. La producción mundial de sandía para el año 2008 fue de 93 millones de toneladas métricas, en una superficie de 2.9 millones de hectáreas. Los principales productores países de sandía son: China (71%), Turquía (4.5%), Estados Unidos (1.8%), México (1.0%), España (0.8%) y Brasil (0.7%) (Espinoza *et al.*, 2006; Polanco, 2009).

Igualmente, la producción de hortalizas en México es una actividad importante del sector agrícola; entre las ocho hortalizas más significativas, la sandía cubre una superficie de 38.393 ha con una producción de 24.4 t·ha⁻¹. Para el año 2003, México exportó 316,000 toneladas lo que generó una captación de 78.8 millones de dólares. Por lo tanto este cultivo es uno de los que más divisas genera a este país debido a los altos volúmenes que se exportan año con año (Espinoza *et al.*, 2006; López-Elías *et al.*, 2008).

Por su parte, en la Comarca Lagunera, este cultivo contribuye con el 3.5 % del valor total de la producción y 12.8 % del valor de las hortalizas. En esta región,

al igual que en otras zonas productoras de México, la oportunidad de entrada al mercado es uno de los factores importantes en el precio de la fruta, por lo que con la aparición temprana del producto se obtiene un margen considerable de ganancias. En zonas de riego como la Comarca Lagunera, la mayoría de los cultivos tienen poco margen de ganancia bajo los sistemas de producción actuales debido principalmente a los altos costos de extracción del agua del subsuelo. En esta zona, como en el resto de las zonas áridas o semiáridas de México, es inaplazable sustituir los cultivos de alto consumo de agua por otros más eficientes y lograr una agricultura de riego altamente tecnificada. Al respecto, el riego por goteo es una opción viable para tratar de equilibrar la extracción y la recarga de los acuíferos y evitar colapsos en estas regiones (Pérez-González *et al.*, 2003; Mendoza *et al.*, 2005).

Aunado a todo esto se agrega el uso irracional de fertilizantes sintéticos y la gran contaminación que éstos generan en cada región: las estimaciones hechas por la FAO indican que debido a la desertificación, cada año dejan de ser productivas de seis a siete millones de hectáreas en el mundo, por lo que a este ritmo, en menos de 200 años el hombre habrá agotado todos los suelos productivos del planeta, es por eso que es necesario encontrar alternativas de fertilización, económicas y más eficientes. (Hernández *et al.*, 2009; Hernández-Rodríguez *et al.*, 2010)

En atención a lo anterior el dinámico y atractivo mercado de los alimentos orgánicos está estimulando poderosamente la reconversión de la agricultura convencional a la agricultura orgánica. En el mundo se registran más de 24 millones de hectáreas cultivadas orgánicamente. México está ubicado en el contexto internacional como país productor-exportador de alimentos orgánicos y como primer productor de café orgánico. En México, el sector orgánico es el subsector agrícola más dinámico, pues ha aumentado su superficie cultivada orgánicamente de 23 000 ha en 1996 a 103 000 ha en el 2000 casi un 78 % (Gómez, 2004).

Si a esto se le añade que el desarrollo de la agricultura se ha regido por una producción cada vez más intensa, contribuyendo al uso indiscriminado de fertilizantes, de productos químicos y de prácticas culturales que han propiciado la erosión, la pérdida de fertilidad y la contaminación del suelo, en menoscabo de la calidad de alimentos y de calidad ambiental, no es nada raro ver que la agricultura orgánica ha ganado terreno ya que es una de las pocas actividades que no contaminan ni degradan el ambiente, debido a que utiliza prácticas de conservación y mejoramiento de fertilidad del suelo, protege los recursos naturales e impide la contaminación. Esto la hace un sistema de producción compatible con las nuevas políticas de desarrollo sustentable que se implementa en México (Cano *et al.*, 2004; Pérez, 2004; Hernández-Rodríguez *et al.*, 2010).

Además esta actividad no solo implica el hecho de fertilizar con abonos orgánicos (composta, bocashi, vermicompost, entre otros) al suelo, sino conlleva

un cambio de conciencia, un camino con muchos pasos, donde el primero está en creer y cambiar. Este movimiento busca maximizar los recursos que la gente posee; independizar totalmente de insumos sintéticos y volverse productor de los agroinsumos; además de provocar el menor impacto posible dentro de la modificación que se haga al lugar y su entorno y por último, no poner en riesgo la salud del productor y del consumidor (Félix-Herrán *et al.*, 2008).

En el mercado existe una gran variedad de tipos de abonos orgánicos debido tanto, a la cantidad de materias primas disponibles como a los diferentes procesos de elaboración. Esto ha motivado en cierta forma, que en los últimos años se incremente su utilización para la producción de muchos cultivos. Su demanda también se relaciona con el efecto positivo que estos materiales tienen sobre el mejoramiento de diversas propiedades del suelo así como por su posible uso como sustitutos o complementos de los fertilizantes sintéticos. Entre los que destacan es el proceso del vermicompost, el cual implica la crianza de lombrices de tierra *e.g.*, *Eisenia fetida*, *Eisenia andrei* entre otras, para la producción de humus de lombriz con la finalidad de utilizar este material como abono. Los materiales convenientes para la alimentación de estas lombrices, pueden ser desechos agrícolas, residuos sólidos, abono animal, desechos domésticos, lodos de aguas negras especialmente de tipo biológico aeróbico y algunas mezclas de estos materiales. Con base a lo anterior el vermicompost representa una buena opción tecnológica, desde un punto de vista económico y ecológico, es una ecotecnología sencilla, viable y productiva para la fabricación intensiva de abono

orgánico, por la calidad del producto que genera (Ancona *et al.*, 2006; Durán-Umaña y Henríquez-Henríquez, 2010).

Por lo cual se ha considerado como una alternativa el uso del vermicompost como mejorador del suelo en cultivo y como sustrato para invernadero que no contamina el ambiente. El vermicompost contiene sustancias activas que actúan como reguladores de crecimiento, elevan la capacidad de intercambio catiónico (CIC), tiene alto contenido de ácidos húmicos, aumenta la capacidad de retención de humedad y la porosidad lo que facilita la aireación, drenaje del suelo y los medios de crecimiento. Aparte de ser un abono de bajo costo y suprime varias enfermedades presentes en el suelo. Debido a estas características, los residuos orgánicos procesados con lombrices tienen un potencial comercial muy grande en la industria hortícola como medio de crecimiento para los almácigos y las plantas. El vermicompost, por sus características físicas, químicas y biológicas, se ha utilizado como fertilizante orgánico con efectos favorables sobre el desarrollo de los cultivos hortícolas y las plantas ornamentales en invernaderos. Por otra parte, se ha señalado que el vermicompost afecta favorablemente la germinación de las semillas y el desarrollo de las plantas. Además, aumenta notablemente la altura de las especies vegetales en comparación con otros ejemplares de la misma edad. Así mismo, durante el trasplante previene enfermedades y lesiones por cambios bruscos de temperatura y humedad; este material se puede usar sin inconvenientes en estado puro y se encuentra libre de nematodos. Es por eso y por muchas cosas más que el uso del vermicompost resulta ser una alternativa

eficaz para la solución de los problemas que presenta la agricultura convencional (Moreno-Reséndez *et al.*, 2005; Rodríguez *et al.*, 2008).

1.1. Objetivo

Evaluar el comportamiento de la sandía comparando la fertilización sintética vs la fertilización con vermicompost.

1.2. Hipótesis.

La utilización de vermicompost producirá frutos de sandías de mejor calidad y rendimiento en comparación con frutos de sandía que reciben fertilización sintética.

1.3. Meta.

Establecer las dosis más adecuadas de vermicompost que incrementen calidad y el rendimiento de la sandía.

II. REVISIÓN DE LITERATURA.

2.1. Generalidades y origen de la Sandía.

La Sandía (*Citrullus lanatus* Thunb) se ha cultivado por miles de años, especialmente en África y el Oriente Medio. Existen reportes de cultivo de la Sandía en China que datan del año 900 d.C. La región árida del sur de África es considerada como el centro de origen de esta especie. Desde este continente la Sandía fue traída al continente americano por esclavos; aunque también se sabe que los colonizadores europeos la trajeron con ellos. Esta especie se ha extendido por todo el mundo y se le cultiva en las regiones tropicales y sub-tropicales del planeta. Incluso la primera cosecha de sandía registrada, fue realizada hace casi 5 000 años en Egipto. La sandía pertenece a la familia de las Cucurbitáceas y su nombre científico es *Citrullus lanatus* o sus sinónimos *C. vulgaris* y *Colocynthis citrullus*. Es una planta anual herbácea de porte rastrero o trepador. Aunque el uso predominante de la sandía es para consumir su fruto succulento. En China y otras regiones del Medio Oriente se cultivan y mejoran variedades para consumir las sin semillas (Juárez, 2005; Polanco, 2009).

2.2. Clasificación taxonómica.

De acuerdo con Camacho-Ferre y Fernández-Rodríguez, (2000) la Sandía tiene la siguiente clasificación taxonómica.

Dominio.....Eukarya

Reino.....Vegetal

División.....Tracheophyta

Clase.....Angiosperma

Subclase.....Dicotiledones

Orden.....Cucurbitales

Familia.....Cucurbitacea

Subfamilia.....Cucurbitoideae

Tribu.....Benineasinae

Genero.....*Citrullus*

Especie.....*lanatus*

2.3. Descripción Botánica

La sandía es una planta anual herbácea de porte rastrero o trepador. El sistema radical es muy ramificado, con una raíz principal pivotante y raíces

secundarias distribuidas superficialmente. Los tallos son delgados con vellosidades o tricomas, angulares y con hendiduras superficiales. Se pueden observar zarcillos ramificados en cada nudo a lo largo del tallo. Los tallos son ramificados y la longitud de los mismos puede alcanzar los 10 metros, aunque hay variedades de tipo enano (genes *dw-1* y *dw-2*) con guías de longitud reducida y ligeramente menos ramificados (Juárez, 2005).

Las hojas son en picos y están cubiertas de pubescencia, es una planta monoica ya que presenta tres tipos de flores: masculinas o estaminadas (productoras de polen), femeninas o pistiladas (donde se origina el fruto) y hermafroditas o perfectas (con ambos sexos), las flores productoras de fruto se reconocen fácilmente porque en la parte inferior de los pétalos presentan un abultamiento que es una versión pequeña del fruto. La floración comienza en general a las ocho semanas después de la siembra, las primeras flores en aparecer son las masculinas o estaminadas. La proporción de flores fluctúa entre 7 a 14 flores estaminadas por una flor pistilada (Hodges, 1995).

La polinización es cruzada, ya se anemófila o entomófila y es con ayuda de abejas melíferas (*Aphis mellífera*), las flores hermafroditas deberán ser visitadas por estos insectos para efectuar la polinización, sin embargo este tipo de flores no tienen la ventaja de esperar una autopolinización fuerte, ya que los cultivares andromonoicos no han tenido la ventaja sobre la monoica de mantener líneas

puras. Asimismo los frutos son bayas globulosas o elipsoidales de hasta 60 cm de longitud, de corteza verde uniforme con un grosor de 1 a 4 cm, la pulpa roja o rosada. El tamaño y peso es muy variable y puede oscilar entre 2 y 15 kg (Valádez, 1997).

2.4. Requerimientos climáticos, edáficos e hídricos.

El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado de cada cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la acción sobre uno de estos incide sobre el resto. El cultivo de sandía es de clima cálido y sensible a las heladas. Las temperaturas mínimas del suelo para la germinación de esta especie son de 16 °C y la máxima de 40 °C con un rango óptimo de 21- 35 °C (Castaños, 1993) y la temperatura óptima para el crecimiento es de 21 a 29 °C, pudiendo tolerar una temperatura máxima hasta de 35 °C (Nonnecke, 1989); cuando las diferencias de temperatura entre el día y la noche son de 20-30 °C, se originan desequilibrios en las plantas: en algunos casos se abre el cuello y los tallos y el polen producido no es viable. La humedad relativa óptima para la sandía se sitúa entre 60 y 80 %, siendo un factor determinante durante la floración (Canales y Sánchez, 2003).

La sandía requiere una gran cantidad de agua para formar el fruto ya que 93 % de su composición es agua (Edmon, 1981), esta hortaliza necesita de

abundante agua durante el periodo de crecimiento, iniciación del desarrollo del fruto y maduración, durante el ciclo agrícola requiere de 500 a 700 mm de agua. Sin embargo se recomienda disminuir los riegos en la etapa de maduración para incrementar la concentración de los sólidos solubles (Valádez, 1997).

En cuanto a la luz, como toda planta de guía, es muy exigente, por lo que no deben cultivarse junto a plantas que generen sombra. Entre mayor sea la cantidad de luz aprovechable, mayor es la proporción de fotosíntesis y la calidad de carbohidratos utilizables para el crecimiento y desarrollo de la planta (Edmon, 1981). Adicionalmente, se ha señalado que la proporción de flores, varían con las condiciones climáticas (luz, temperatura), habiéndose observado que el número de flores femeninas y hermafroditas aumentan con los días cortos, siendo el factor luz mas importante en la expresión floral (Marco, 1969).

Respecto al suelo la sandía no es muy exigente, aunque le van bien los suelos bien drenados, húmedos, suaves, ricos en materia orgánica y fértiles, francos – arenosos, francos – limosos, francos – arcillosos y con un pH entre 5.5 y 6.6 (Canales y Sánchez, 2003).

2.5. Agricultura convencional.

La agricultura convencional puede ser definida como aquella surgida a partir de la década de los 70' con la llamada Revolución Verde. Dicha modalidad de producción agropecuaria es la que actualmente predomina en el mundo, y sus principales exponentes y promotores han sido los centros de investigación y extensión de Estados Unidos. Esta agricultura se caracteriza por un alto uso de insumos energéticos externos al predio, como combustibles derivados del petróleo, bajo uso de mano de obra y ésta en su mayoría contratada, gran presión sobre el recurso suelo a través del laboreo, baja diversidad de especies, uso de cultivos anuales y sobre todo variedades híbridas, uso de semillas compradas, ausencia de integración animal, presencia de plagas poco predecibles, manejo químico de insectos, maleza y patógenos, empleo de nutrientes químicos en un sistema abierto con grandes pérdidas, baja importancia de los procesos de descomposición y reciclaje, manejo del riego a gran escala, sistemas con alta incidencia de riesgo, utilización de tecnología de tipo vertical e importada, diseños convencionales de investigación, inserción total en el mercado tanto en compra como en venta, alta inversión de capital, mediana productividad de la tierra, alta productividad de la mano de obra, la productividad del capital va de alta a baja, las ganancias netas de altas a bajas, altos riesgos para la salud, y altos riesgos para el ambiente (Prieto *et al.*, 2002).

No obstante, y a pesar de que este proceso ha sido progresivo y sostenido, la tasa de los cambios a través de los cuales se produjo la transformación e intensificación de la agricultura, no ha sido constante a lo largo de la historia. Los cambios se aceleraron después de dicha “revolución verde”. En realidad, la transformación de la actividad agropecuaria se correlaciona con la aparición de otros procesos globales que en esa misma época se produjeron en la sociedad; en particular, la emergencia, desarrollo y profundización del capitalismo en el mundo. Este proceso de intensificación permitió pasar en muy poco tiempo de una agricultura elemental y rudimentaria que se asemejaba bastante a la de sus orígenes neolíticos, a otra extremadamente sofisticada que se parece cada vez más a los procedimientos que dominan en la industria, es decir, un tipo de producción agropecuaria de alto rendimiento, basada en el uso intensivo de capital (tractores y maquinarias de alta productividad) e insumos externos (semillas de alto potencial que rinden, fertilizantes y plaguicidas sintéticos). Este enfoque de la producción agropecuaria también se conoce como agricultura “de altos rendimientos”, “de altos insumos externos” o “moderna” (Cáceres, 2002).

2.6. Agricultura orgánica.

La agricultura orgánica se contrapone al modelo anterior y se perfila hoy como la herramienta fundamental para orientar la conversión de sistemas convencionales de producción (monocultivos dependientes de insumos

agroquímicos) a sistemas más diversificados y autosuficientes. Para esto la agricultura orgánica utiliza principios ecológicos que favorecen procesos naturales e interacciones biológicas que optimizan sinergias de modo tal que la agrobiodiversidad sea capaz de subsidiar por si misma procesos claves tales como la acumulación de materia orgánica, fertilidad del suelo, mecanismos de regulación biótica de plagas y la productividad de los cultivos. Estos procesos son cruciales pues condicionan la sustentabilidad de los agroecosistemas. La mayoría de estos procesos se optimizan mediante interacciones que emergen de combinaciones específicas espaciales y temporales de cultivos, animales y árboles, complementados por manejos orgánicos del suelo (Altieri y Nicholls, 2007).

Por lo demás la agricultura orgánica no es simplemente una postura en contra del uso de sustancias químicas o en favor de un retorno a las viejas tradiciones agrícolas. Los métodos orgánicos están basados en el estudio cuidadoso de la naturaleza y la consecuente colaboración con los ciclos de crecimiento, muerte y descomposición que conservan al suelo vivo y productivo. Los organismos causantes de enfermedades y plagas son menos perjudiciales pues se mantienen en equilibrio poblacional con los benéficos, y las plantas desarrolladas de acuerdo con los métodos orgánicos ofrecen mayor resistencia a sus ataques. Además, este sistema de agricultura pone énfasis en el empleo de suficiente materia orgánica que contribuye, entre otras cosas, a mantener la estructura grumosa y suelta del suelo, conservando la humedad y favoreciendo el

desarrollo de la flora y fauna del mismo (Mora, 1994). Dicha incorporación de materia orgánica al suelo es realizada por los abonos orgánicos.

2.7. Importancia de los abonos orgánicos.

Las prácticas agronómicas de fertilización hacen referencia a todas aquellas técnicas que permiten mejorar la fertilidad de las tierras desde el punto de vista físico, químico y biológico. Dentro de ellas, el abastecimiento de nutrimentos se realiza a través de fuentes minerales (fertilizantes sintéticos) y abonos orgánicos como los estiércoles, restos de cosecha, compost y vermicompost, entre otros. En las últimas décadas se ha retomado la importancia en el uso de las fuentes orgánicas debido al incremento de los costos de los fertilizantes sintéticos y al desequilibrio ambiental que estos ocasionan en los suelos y a la necesidad de preservar la materia orgánica en los sistemas agrícolas que es un aspecto fundamental relacionado a la sostenibilidad y productividad de dichos sistemas. Además muchas son las referencias en las que se señalan las ventajas derivadas del uso de materiales orgánicos debido a su capacidad para mantener el humus (Matheus *et al.*, 2007).

La materia orgánica en el suelo tiene mucha relevancia ya que contiene cerca del 5 % de N total, pero también contiene otros elementos esenciales para la planta, tales como fósforo, magnesio, calcio, azufre y microelementos. Durante la

evolución de la materia orgánica en el suelo se distinguen dos fases: la humificación que es bastante rápida, durante la cual los microorganismos del suelo actúan sobre la materia orgánica desde el momento en que se entierra, para formar el humus el cual tiene efecto sobre las propiedades físicas del suelo, formando agregados y dando estabilidad estructural, uniéndose a las arcillas y formando el complejo de cambio, favoreciendo la penetración del agua y su retención, disminuyendo la erosión y favoreciendo el intercambio gaseoso. En cuanto a las propiedades químicas, aumenta la CIC, la reserva de elementos nutritivos para la vida vegetal y la capacidad de tampón del suelo favorecen la acción de los abonos minerales y facilita su absorción a través de la membrana celular de las arcillas. En el caso de las propiedades biológicas, favorece los procesos de mineralización, el desarrollo de la cubierta vegetal, sirve de alimento a una multitud de microorganismos y estimula el crecimiento de la planta en un sistema ecológico equilibrado. La cantidad de humus en el suelo depende de diversos factores; tales como la incorporación de nuevos restos orgánicos al suelo y su velocidad de oxidación química y biológica, velocidad de descomposición de la materia orgánica ya existente, la textura del suelo, la aireación, humedad y los factores climáticos. Y la fase de mineralización que es muy lenta, y en ella el humus estable recibe la acción de otros microorganismos que lo destruyen progresivamente (1 al 2% al año), liberando así los minerales que luego absorberán las plantas (Julca-Otiniano *et al.*, 2006; Félix-Herrán *et al.*, 2008).

Por si fuera poco los abonos orgánicos se han usado desde tiempos remotos y su influencia sobre la fertilidad de los suelos se ha demostrado, aunque

su composición química, el aporte de elementos nutritivos a los cultivos y su efecto en el suelo varían según su procedencia, edad, manejo y contenido de humedad. Además, el valor de la materia orgánica que contiene ofrece grandes ventajas que difícilmente pueden lograrse con los fertilizantes sintéticos. Estos abonos orgánicos se han recomendado en aquellas tierras sometidas a cultivo intenso para mantener y mejorar la estructura del suelo, aumentar la capacidad de retención de humedad y facilitar la disponibilidad de nutrimentos para las plantas. (López-Martínez *et al.*, 2001; da Silva *et al.*, 2002), en el mercado de lo orgánico se encuentra una gran variedad de tipos de abonos orgánicos debido tanto, a la cantidad de materias primas disponibles como a los diferentes procesos de elaboración. El uso adecuado de estos representa el éxito del desarrollo óptimo del cultivo en el futuro, además del equilibrio del ecosistema o entorno en el cual se desarrolla (Durán-Umaña y Henríquez-Henríquez, 2010).

2.8. Compost y té de compost.

La generación de grandes cantidades de residuos orgánicos puede provocar problemas de tipo ambiental y económicos, por lo tanto la práctica del reciclado de este tipo de residuos en la agricultura se ha convertido en una solución apropiada para la recuperación de residuos (Amir *et al.*, 2003), el proceso del compost puede ser utilizado para obtener productos con valor agregado aquello a lo que se le considera basura. Éste es un proceso biooxidativo de transformaciones microbianas en condiciones controladas (Santamaría-Romero *et*

al., 2001) y que genera un producto seco, biológicamente más estable y más fácil de incorporar a los suelos a diferencia de los materiales originales que no fueron procesados por el método del compost (Sikora *et al.*, 2002).

Cuando el proceso de compost se maneja adecuadamente, se logra inactivar organismos patógenos y semillas de maleza mientras se descomponen los residuos orgánicos en un producto útil como el suelo, también se ha demostrado que este abono pueden proporcionar ayuda para realizar el control biológico natural de enfermedades de las raíces así como del follaje de las plantas (Hoitink y Changa, 2004). Todos estos efectos de la reducción del volumen de residuos y los posibles usos en el mejoramiento del suelo y la recuperación de los terrenos ha atrapado la atención de los productores y los ambientalistas (Agnew *et al.*, 2003).

Otras de las ventajas que se obtienen en el suelo al usar el compost son: las mejoras de las propiedades hidráulicas y mecánicas ya que son importantes para las respuestas positivas de los cultivos (Sikora *et al.*, 2002), al mismo tiempo ayuda a mantener su fertilidad, la mineralización del nitrógeno, fósforo y potasio, también mantiene valores de pH óptimos para la agricultura, evita cambios extremos en la temperatura, fomenta la actividad microbiana y controla la erosión, aun teniendo suelos de zonas áridas y semiáridas, que tienen como característica, baja fertilidad, materia orgánica, nutrimentos, capacidad de retención de agua y

pH alto, desde el punto de vista económico es atractivo su uso, ya que el costo a granel de composta representa aproximadamente el 10% menos que el uso de fertilizantes sintéticos (Nieto-Garibay *et al.*, 2002).

Recientemente, uno de los abonos orgánicos que ha estado siendo fuertemente impulsado es la aplicación del té de compost ya que representa una alternativa en el control de enfermedades de plantas hortícolas a escala comercial. Se ha demostrado que el té de compost aplicado al follaje ayuda a suprimir cierto tipo de enfermedades. Sin embargo, existe poca información en el manejo del té de compost en la nutrición de cultivos (Rodríguez *et al.*, 2009).

2.9. Vermicompost.

A través de los últimos años, las regulaciones sobre la aplicación y disposición del estiércol animal se han vuelto cada vez más rigurosas, Las características químicas y microbiológicas del compost y el vermicompost son muy semejantes. Sin embargo, la respuesta de los cultivos a la aplicación del vermicompost suele ser superior a la del compost convencional (Santamaría-Romero *et al.*, 2001), el interés en utilizar las lombrices de tierra como un sistema ecológicamente sano para el manejo del estiércol ha incrementado tremendamente. Diversos estudios de investigación ya han demostrado la capacidad de algunas lombrices para consumir una amplia gama de residuos

orgánicos tales como biosólidos o lodos de aguas negras, diferentes tipos de estiércol animal, residuos de diversos cultivos y desechos industriales. Durante el proceso de alimentación, las lombrices fragmentan los diferentes residuos, aceleran la velocidad de descomposición de la materia orgánica, alteran las propiedades físicas y químicas de los materiales, provocando un efecto de descomposición o humificación a través del cual la materia orgánica inestable es oxidada y estabilizada (Atiyeh *et al.*, 2000b).

Las lombrices de tierra juegan un papel primordial en la transformación de los materiales orgánicos (Francis *et al.*, 2003), y a nivel mundial más de 3000 especies de lombrices han sido descritas (Hendrix y Bohlen, 2002), diversos estudios de investigación ya han demostrado la capacidad de algunas lombrices para consumir una amplia gama de residuos orgánicos tales como biosólidos o lodos de aguas negras, diferentes tipos de estiércol animal, residuos de diversos cultivos y desechos industriales (Atiyeh *et al.*, 2000b), después de ingerir todos estos residuos, la mezclan con el material inorgánico del suelo, la pasan a través de su intestino y la excretan como vermicompost (Six *et al.*, 2004).

Al mismo tiempo de que las lombrices aceleran el compost del estiércol mediante la bioturbación y la aireación, también generan un producto que incrementa la disponibilidad de los elementos nutritivos para las plantas denominado, como ya se mencionó, vermicompost o humus de lombriz (Mangrich

et al., 2000). Este proceso de vermicomposteo es utilizado, exitosamente, en diversos países para la disposición de los residuos orgánicos, con la finalidad de mitigar diversos problemas relacionados con la producción y acumulación de materia orgánica. Las lombrices utilizadas en el proceso de vermicompost deben crecer sobre elevadas concentraciones de materia orgánica, ser epigéas, y tener tasa elevada de fecundación (cocones adulto⁻¹ año⁻¹). Las especies más frecuentemente utilizadas en este proceso son *E. fetida* (Savigny), *E. andrei* (Bouché), *Eudrilus eugeniae* (Kinberg), *Perionyx excavatus* (Perrier), y *Dendrobaena veneta* (Rosa) (Borges *et al.*, 2003).

Las lombrices *E. fetida* (Savigny) y *E. andrei* (Bouché) (Oligochaeta, Lumbricidae), están estrechamente relacionadas, ya que son las especies de lombrices más comúnmente utilizadas para el manejo de residuos orgánicos, y también para los estudios eco toxicológicos, fisiológicos y genéticos, principalmente debido a que éstas son ubicuas con una amplia distribución mundial, sus ciclos de vida son cortos, tienen una amplia tolerancia a la temperatura y la humedad, y son lombrices con gran elasticidad, por lo cual pueden ser fácilmente manejadas (Domínguez *et al.*, 2005).

Debido a las características - físicas, químicas y biológicas - ya mencionadas que presentan el vermicompost, éste tienen un potencial considerable dentro de las industrias agrícola y hortícola, como medio de crecimiento para el desarrollo de diversas especies vegetales (Atiyeh *et al.*, 2002).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización geográfica de la Comarca Lagunera

La Comarca Lagunera se encuentra localizada en la parte suroeste del Estado de Coahuila y noreste del estado de Durango, comprendida entre los meridianos 101° 51' 36" y 104° 48' 36" de longitud Oeste del Meridiano de Greenwich y los paralelos 24° 59' y 26° 53' longitud Norte. Los municipios que comprenden esta región son: Lerdo, Gómez Palacio, Mapimí, Nazas, Rodeo, Tlahualilo, Simón Bolívar, San Juan de Guadalupe, San Luis del Cordero y San Pedro del Gallo en el Estado de Durango., y Torreón, Matamoros, San Pedro de las Colonias, Viesca y Francisco I Madero en el estado de Coahuila (SAGARPA, 2008).

3.2. Condiciones ambientales

El clima de esta región, se caracteriza por ser muy seco o desértico, con un tiempo semicálido con lluvias en verano, invierno fresco, temperatura media anual entre 18 y 22 °C y la del mes más frío menor de 12 °C, una precipitación media de 250 mm y una evaporación potencial del orden de 2,500 mm anuales, es decir,

diez veces mayor a la precipitación pluvial. Los vientos predominantes circulan en dirección sur con velocidad de 27 a 44 Km·h⁻¹; La frecuencia anual de heladas es de 0 a 20 días y granizadas de 0 a 1 días, ubicados en los meses de diciembre a febrero (Cháirez y Palerm, 2004).

3.3. Localización del área experimental.

La actividad de investigación se desarrolló durante el ciclo agrícola primavera-verano 2009 en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna (UAAAN - UL), localizada en Periférico y Carretera a Santa Fe, Torreón, Coahuila, México.

3.4. Conducción del experimento

3.4.1. Obtención de las plántulas.

Con el objetivo de llevar al trasplante de plántulas vigorosas y sanas que garantizaran un rendimiento de un 90% y un desarrollo uniforme del cultivo, se generaron estas bajo condiciones controladas de humedad y plagas (en invernadero), se utilizó un sustrato compuesto de una mezcla de Peat – moss, vermiculita, perlita y un agente humectante.

La desinfestación del sustrato se ejecutó mediante el método de solarización, para esto se formó una capa de sustrato y se humedeció con abundante agua, luego se cubrió con plástico negro y se aseguraron los bordos del plástico con el suelo para sellar la capa del sustrato, con lo cual se concentraron las temperaturas de los rayos solares y se eliminó microorganismos y plagas. La desinfestación de la charola se manejó con la aplicación de Cloralex (Alen[®]) con una dilución de 0.25 L de este producto en 200 L de agua y por último se dejó la charola en reposo durante 24 horas (Muñoz, 2005).

Una vez terminado el proceso de desinfestación se rellenó la charola de uncel o nieve seca de 200 cavidades con la mezcla obtenida con el Peat-moss y de más elementos, esta actividad se realizó el 21 de marzo del 2009. La frecuencia de los riegos fueron diarios y en la mañana. El manejo fitosanitario de las plántulas de la sandía se efectuó en forma preventiva aplicando Neem (*Azadirachta indica*) en forma líquida (5%) al suelo y al follaje, una vez por semana en la etapa de semillero.

La variedad de la sandía Jubilee que se manejó pertenece a la compañía Harris Moran[®]: es una sandía de forma oblonga de 45 cm de largo por 25 cm de diámetro, con pesos de frutos promedios 10-12 kg, con pulpa roja brillante firme, crujiente de sabor dulce por su alto contenido de azúcares, cáscara medianamente gruesa, clara con franjas oscuras con excelente resistencia al

transporte, y atractiva calidad. Resistencia intermedia a Antracnosis raza 1 y al marchitamiento por Fusarium (Harris-Moran, 2010).

3.4.2. Preparación del terreno.

Esta actividad se llevó a cabo el día 10 de Marzo del 2009, la cual consistió en el paso de rastra doble, con el fin de cortar el esquilmo de maíz que había estado sembrado en el terreno. El día 20 de marzo se llevó a cabo el levantamiento de camas realizándose por medio de una bordeadora a un ancho de 4 metros.

3.4.3. Fertilización.

La fertilización tradicional para la Comarca Lagunera del cultivo de la sandía es de 240-120-00 por hectárea (N-P-K) aplicada antes de la siembra, dicha recomendación fue obtenida del Dr. Uriel Figueroa Viramontes, investigador y responsable del Dpto. Fertilidad de Suelos y Nutrición Vegetal, del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, ubicado en el Campo Experimental La Laguna (INIFAP) localizado en Matamoros, Coahuila.

Mendoza *et al.* (2005) también recomendaron esta dosis para el cultivo de la sandía en esta región. Los fertilizantes utilizados fueron UREA (46-0-0) y MAP

(11-52-0), los cuales fueron adquiridos en el INIFAP de Matamoros, Coahuila. El vermicompost se aplicó en tratamientos de 10 y 20 t·ha⁻¹ antes de la siembra. La incorporación de estos productos se realizó sobre la cama abierta y después se tapó con la misma tierra de la cama, dicha actividad se efectuó el 06 de Abril del 2009. La distribución de los tratamientos en campo se aprecia en la figura 1.

3.4.4. Instalación del sistema de riego

El día 08 de abril del 2009, dos días después de la fertilización se instaló la cintilla de riego, con líneas de riego a 2 m de separación con un diámetro 5/8 y un calibre 6000, con un gasto de 25 mm de lámina de riego por hora, con goteros espaciados a 0.2 m, cada línea fue colocada sobre la superficie de la cama para abastecer de suficiente humedad a las plantas, se utilizó este sistema de riego con el propósito de incrementar la eficiencia en el uso del agua. Al respecto, Mendoza *et al.* (2005) han establecido que el riego por goteo es una opción viable para tratar de equilibrar la extracción y la recarga de los acuíferos y evitar colapsos en diversas regiones donde se extrae agua del subsuelo para la actividad agrícola. Ya que se instaló todo el sistema de riego éste se conectó a la toma principal de agua.

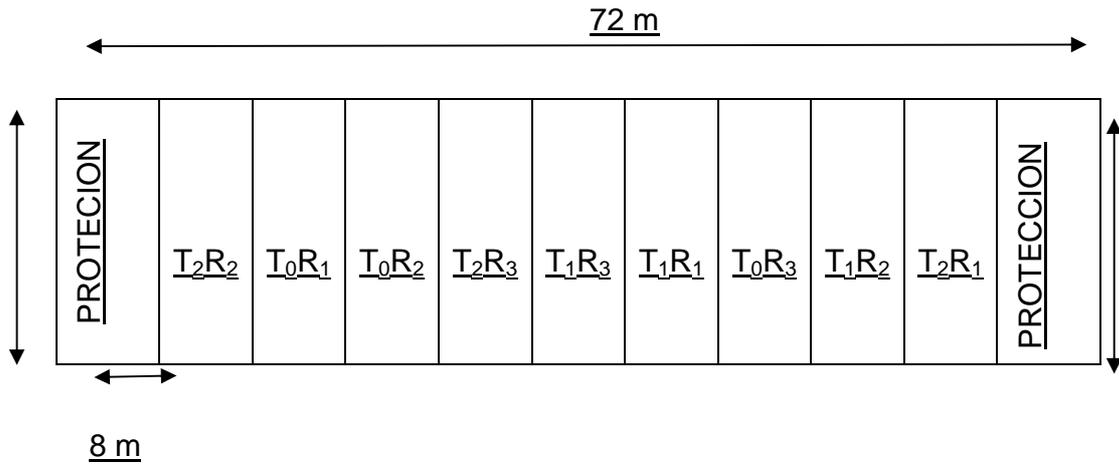


Figura 1 Distribución de tratamientos en el campo experimental y dimensiones de la cama para evaluar en el desarrollo de la sandía en condiciones de campo UAAAN,- UL- Torreón, Coahuila, 2010.

3.4.5. Acolchado plástico

Se colocó el plástico sobre la superficie de la cama, el mismo día que se realizó la colocación de la cintilla. El plástico que se manejó fue de color negro ya que presenta ventajas en el ahorro de agua, incremento en la producción precoz y producción total, además del control de plagas, enfermedades y malezas (Ibarra-Jiménez *et al.*, 2004).

Las dimensiones del plástico fueron de 2 m de ancho de 150 micras. Esta acción se cumplió de forma manual, al momento del acolchado se cubrió con tierra ambas laterales del plástico, posteriormente la perforación del plástico se efectuó calentando una lata de metal para facilitar el desprendimiento del plástico,

lo cual facilitó el trasplante, se manejó una distancia de 1 m entre perforación y perforación. El uso del acolchado y el riego por goteo, hace posible el incremento en la producción, precocidad, calidad del producto y la eficiencia en el uso del agua, principalmente, en las regiones donde este recurso es tan limitado, como es el caso de la Comarca Lagunera (Cenobio-Pedro *et al.*, 2006).

3.4.6. Trasplante

El trasplante de las plántulas de sandía se realizó el 14 de abril del 2009, siguiendo las indicaciones que siguiere Alcazar. (2008), cuando éstas contaban con dos a tres hojas verdaderas y fue en húmedo, la plántula se sacó del invernadero tres días antes del trasplante, para su pasó a la casa sombra para que se adaptara a las condiciones climáticas, finalmente el trasplante se realizó en la tarde para evitar el estrés de estas, y se ejecutó con sumo cuidado para no romper el sistema radicular, por lo cual se efectuó el humedecimiento de la base de la charola para facilitar la extracción.

Para la elaboración de los hoyos a lo largo de las camas o surcos, se utilizó un tubo de PVC, el cual perforó el suelo aproximadamente hasta los 7 cm de profundidad para la colocación de las plántulas. El aporque de la tierra también se ejecutó de forma manual. Se realizó un segundo trasplante a los cuatro días

después del primero, con el propósito de recuperar las plántulas que se dañaron en el primer trasplante.

3.5. Riegos

El sistema de riego fue por cintilla. Se realizaron riegos de auxilios a cada semana o según como el cultivo lo fue requiriendo. El riego de aniego se efectuó el 13 de Abril del 2009, un día antes del primer trasplante, con el fin de tener una humedad óptima para el crecimiento y desarrollo del cultivo de la sandía.

3.6. Control de maleza

Esta acción realizó de forma manual al momento en que brotaron las malezas dentro del el orificio del acolchado plástico. Las malezas que se presentaron en los pasillos se controlaron con azadón a lo largo del ciclo vegetativo de la sandía.

3.7. Polinización

Se utilizó una colmena de abejas a unos metros de la parcela experimental, en la parte final de la parcela. La Introducción de las abejas se realizó de acuerdo a lo que sugieren Reyes-Carrillo *et al.* (2009) Quienes determinaron colocar estas colmenas en los predios agrícolas antes del inicio de la floración, ya que si se colocan antes del este ciclo fenológico las abejas buscaran otros cultivos para mantenerse y cuando se necesiten será difícil regresarlas, además de ponerlas en sentido favorable al viento y en sentido contrario al de la aplicación del agua, para forzarlas a sobrevolar el cultivo

3.8. Control de plagas y enfermedades

Durante el ciclo del cultivo se presentaron plagas y enfermedades como son: pulgones (*Aphys sp; Myzus sp.*) y mosquita blanca (*Trialeurodes sp; Bemisia tabaci*). En cuanto a enfermedades lo único que se presentó fue el Complejo de Enfermedades en la Semilla y de la Plántula (CESP), causado por Damping off y la *Rhizoctonia solani*.

Para el control de plagas se utilizó el producto orgánico Neem liquido para repeler la mosquita blanca en dosis de 20 mL·5 L⁻¹ de agua y agua y para el

pulgón agua con detergente biodegradable (100 gr de detergente diluidos en 4 L de agua). Para el control de DESP y de *Rhizoctonia solani* se aplicó Previcur (Bayer CropScience®) diluyendo 21mL en 4 L de agua. La aplicación de estos productos se efectuó en la mañana y en la tarde para evitar que el viento se llevara la solución para los demás cultivos y con el propósito de encontrar a la plaga en menor actividad.

3.9. Cosecha

Las características que determinan la madurez del fruto de la sandía de acuerdo a Mendoza *et al.* (2005) son: los zarcillos más próximos al fruto deben de estar completamente secos, la zona de la fruta en contacto con el suelo pasa de un color blanco verdoso o blanco amarillo al madurar, otro factor fue que al golpear con los dedos se produce un sonido sordo. La cosecha del fruto inició a los 97 días y se efectuaron 2 cortes.

3.10. Variables evaluadas

3.10.1. Longitud de guía principal

La longitud de guías se determinó con una cinta métrica, el registro se realizó semanalmente.

3.10.2. Peso del fruto

Con el apoyo de una báscula Nuevo León[®] tipo reloj con gancho con capacidad de 10 kg se registró el peso de los frutos de sandía por tratamientos, por repetición y para cada uno de los dos cortes realizados en el presente experimento.

3.10.3. Rendimiento total

El peso total promedio de los frutos de los dos cortes realizados, por tratamiento y repetición, de la parcela útil de 8 m², fue extrapolado para estimar el rendimiento total por hectárea del cultivo de la sandía.

3.10.4. Número de frutos totales

Se contaron el número de frutos totales por tratamiento sumando la cantidad de frutos obtenidos por corte y por repetición.

3.10.5. Calidad

La calidad es el grado de excelencia o superioridad en uno o varios atributos que son valorados objetiva o subjetivamente. Los criterios para determinar la calidad de un producto son: uniformidad, madurez y ausencia de defectos color, sabor, aroma, viscosidad, al igual que calidad industrial, nutritiva, calidad de exportación y calidad comestible.

3.10.6. Contenido en sólidos solubles

La determinación de los sólidos solubles se efectuó con un refractómetro (marca Atago[®] tipo ATC-1), con compensación automática de temperatura, frotando levemente una pequeña porción de la pulpa del fruto sobre la carátula de lectura del aparato, el cual indicó la cantidad de °Brix de cada fruto evaluado.

3.10.7. Espesor de la corteza

La cuantificación del espesor de la corteza se realizó midiendo una de las mitades del fruto con un Vernier (mm) o pie de rey.

3.10.8. Color Interno

Para esta variable se utilizó un colorímetro (Minolta® modelo CR 300).

3.11. Diseño experimental y análisis estadístico.

Para determinar el efecto de los tratamientos evaluados, el estudio se manejó un diseño de bloques al azar con tres tratamientos con tres repeticiones. Los datos resultantes fueron a análisis de varianza con el programa estadístico SAS, (1998). Las pruebas de comparación múltiple se realizaron aplicando el mismo programa estadístico.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No hubo diferencia estadística entre las variables evaluadas ver cuadro 1.

Cuadro 1. Valores promedio de las variables evaluadas en el cultivo de sandía variedad Jubilee comparando la fertilización sintética contra dos niveles de vermicompost.

	LG (cm)	PF (kg)	R (t·ha ⁻¹)	NF	SS (°Brix)	EC (cm)	EP (cm)	DP (cm)	DE (cm)
T0	2.47 _{ns}	6.89 _{ns}	70.25 _{ns}	10,416 _{ns}	9.1 _{ns}	1.16 _{ns}	15.27 _{ns}	36.10 _{ns}	17.5 _{ns}
T1	2.61 _{ns}	5.84 _{ns}	71.15 _{ns}	12,083 _{ns}	9.2 _{ns}	1.16 _{ns}	14.73 _{ns}	31.93 _{ns}	16.6 _{ns}
T2	2.53 _{ns}	6.72 _{ns}	73.87 _{ns}	10,833 _{ns}	9.4 _{ns}	1.16 _{ns}	15.33 _{ns}	35.73 _{ns}	17.3 _{ns}
Media	2.53	6.48	71.75	11,111	9.2	1.16	15.11	34.58	17.1
CV (%)	7.66	13.8	30.05	25.16	2.76	7.0	4.13	5.57	5.12

LG= Longitud de guía; PF= Peso de Fruto; R= Rendimiento; NF= Número de Frutos; SS= Sólidos Solubles; EC= Espesor de Cascara; EP= Espesor de Pulpa; DP= Diámetro Polar; DE= Diámetro Ecuatorial.

Adicionalmente se establecen los siguientes comentarios para cada una de las siguientes variables:

4.1. Longitud de Guía Principal

Se observó que los tratamientos T₁ y T₂ con dosis de 10 y 20 t·ha⁻¹ de vermicompost superaron con un 5.6 y 2.4 % al tratamiento testigo como se observa en el cuadro 1.

Estos resultados concuerdan con lo que Oropeza. (2008) que estableció que por cada kilo de estiércol de cerdo, hubo un aumento en todo el progreso vegetativo tanto; en la altura de la planta, diámetro del tallo y de la copa, proyección y volumen de la copa en una plantación de tangerina 'Ponca', *Citrus reticulata* Blanco.

4.2. Peso de frutos

En cuanto al peso promedio de frutos de la sandía se detectó que el tratamiento testigo con fertilización sintética obtuvo un promedio de frutos de sandía de 6.89 kg. Superando a los valores que arrojaron los tratamientos T_1 y T_2 con 10 y 20 $t \cdot ha^{-1}$ vermicompost. Como se muestra en el cuadro 1.

4.3. Rendimiento en Toneladas por hectárea total

Para esta variable se reflejó que los tratamientos T_1 y T_2 con dosis distintas de vermicompost superaron al tratamiento testigo, como lo indica el cuadro 1, en donde ambos tratamientos superaron con un 1.2 y 5.1 %.

El rendimiento promedio de 71.75 $t \cdot ha^{-1}$ de sandía, obtenido de los tratamientos evaluados, superaron la media nacional de 16.11 $t \cdot ha^{-1}$ que se obtuvo

en el periodo 1980-2003 según Espinoza *et al.* (2006). Por lo que se obtuvo un incremento del 77.7% de esta media nacional, mientras que en la Comarca Lagunera los mismos tratamientos superaron hasta en un 60 % a la media general de esta región que fue de 28.99 t·ha⁻¹ en Junio del 2006 (SAGARPA, 2008).

Mientras que el rendimiento promedio de 72.51 t·ha⁻¹ de los tratamientos T₁ y T₂ con 10 y 20 t·ha⁻¹ de vermicompost, presentaron un incremento del 256% con respecto al rendimiento promedio que obtienen los productores de esta región, este dato coincide con lo que Moreno-Reséndez *et al.* (2008) indica, que el vermicompost es un abono orgánico de alta calidad, que lo hace prácticamente insuperable, y puede incrementar hasta en 300% el rendimiento de diversas especies vegetales. Y a esto lo respalda el estudio de Villa *et al.* (2001) que indica que la zonificación agroecológica de las hortalizas en esta región permitirá obtener rendimientos para el cultivo de la sandía incrementados en un 152%.

A todo esto se le suman investigaciones recientes en esta región, que han manifestado los beneficios de usar abejas como medio para favorecer la polinización en las plantas cucurbitáceas, con este método se obtienen aumentos significativos en los rendimientos de sandía (Reyes-Carrillo *et al.*, 2009)

Otro dato que puede explicar el rendimiento de la sandía variedad Jubilee con dosis de vermicompost, es que al ver un incremento en la materia orgánica y nitratos, influyó en el rendimiento del cultivo. Ya que el nitrato de amonio tiene un buen contenido en nitrógeno. El nitrato es aprovechado directamente por las plantas mientras que el amonio es oxidado por los microorganismos (micro fauna) presentes en el suelo a nitrito o nitrato y este sirve de abono de más larga duración. Por lo cual superaron al rendimiento medio de esta región

Aparte Cenobio-Pedro *et al.* (2006) manifiesta que el uso del acolchado y riego por goteo, hace posible el incremento en la producción, precocidad, calidad del producto y la eficiencia en el uso del agua, principalmente, en las regiones como la Comarca Lagunera, aunado a esto Salazar-Sosa *et al.* (2004) indicaron que con el riego por gravedad las pérdidas de conducción, evaporación e infiltración rebasan hasta en más del 40% al de goteo y para esta región este es un factor determinante en la producción, rendimiento y calidad agrícola dada la baja disponibilidad de agua y la alta evaporación, la cual rebasa hasta en un 11% a la precipitación pluvial anual.

4.4. Número de frutos por hectárea

En esta variable se descubrió que nuevamente los tratamientos T₁ y T₂ con distintas dosis de vermicompost superaron al tratamiento testigo que utilizó fertilización sintética, como lo demuestra el cuadro 1. Estos tratamientos destacaron con un 16 y 4%.

El número promedio de 57 frutos de sandía de parcela útil por tratamiento, e superan los 43 frutos que obtuvo Méndez. (2004) en su Evaluación del uso y manejo de fertilizantes orgánicos en el cultivo de sandia. Esto se debe como ya se menciono que por el uso de acolchado y riego por goteo hace posible el incremento en la producción, precocidad, calidad del producto. Además del uso de abejas como método de polinización tienen beneficio en el incremento de frutos y por lo tanto en el rendimiento.

También puede observarse que aun que se incremento la dosis de vermicompost a la planta ya no produjo mas frutos esto puede deberse a que la planta de la variedad de la sandia Jubilee encontró la dosis correcta de los elementos nutritivos con el T₁ con la dosis de 10 t·ha⁻¹ de vermicompost. Esto esta atribuido a lo que Atiyeh *et al.* (2000a) indica que aunque las dosis del vermicompost se eleven la planta no responderá ya que la planta habrá llegado a su limite en cuanto a rendimiento se refiere.

4.5. Sólidos solubles

Para esta variable se observa en el cuadro 1, que nuevamente los tratamientos que utilizaron vermicompost superaron al tratamiento testigo. Superándolo en un 1.1 y 3.3%.

Estos datos coinciden con lo que Márquez *et al.* (2006) indican que una mejor retención de humedad y una alta capacidad de intercambio catiónico son características distintivas del vermicompost, por lo cual a una mayor concentración de sales, trae consigo mayor acumulación de sólidos solubles.

Los valores obtenidos para los sólidos solubles en los tratamientos T₁ y T₂ dosis de 10 y 20 t·ha⁻¹ de vermicompost superaron al valor de 8 °Brix recomendado por la Comisión del Codex Alimentarius FAO-OMS, (2000) para los frutos de sandía. También se superó el valor de 8.5 °Brix que obtuvo (Motsenbocker y Arancibia, 2002).

4.6. Espesor de cascara

En esta variable todos los tratamientos presentaron los mismos resultados como lo se ve en el cuadro 1.

4.7. Espesor de Pulpa

Para esta variable se puede apreciar en el cuadro 1. Que el tratamiento T₂ con una dosis de 20 t·ha⁻¹ de vermicompost supero en un 0.39% al tratamiento testigo.

4.8. Diámetro Polar

Para lo que respecta en esta variable, se puede observar en el cuadro 1. Que el tratamiento T₁ con una dosis de 10 t·ha⁻¹ de vermicompost supero en un 5.1% al tratamiento testigo.

4.9. Diámetro Ecuatorial

Mientras que para esta variable el tratamiento testigo supero a los dos tratamientos con un 5.4%. Como se puede apreciar en el cuadro 1

V. CONCLUSIONES

Desde el punto de vista de rendimiento de la sandía supero por mucho el promedio nacional gracias al uso del acolchado que mitigo considerablemente la presencia de malezas, y el uso de cintilla que con esto se hizo eficiente el uso del agua y se contribuyo a tratar de equilibrar la extracción y la recarga de los acuíferos y evitar colapsos en estas regiones. Si añadimos que la alternativa de usar abejas como un método viable de polinización, surtió efecto ya que se ha comprobado que el uso de estas se refleja en los rendimientos de los cultivos. Todos estos factores favorecieron a que la variedad de la sandía Jubilee tuviera un rendimiento realmente notable.

La ventaja de haber utilizado el vermicompost como fertilizante orgánico, es que no se contribuyo a la contaminación del suelo, además de que se incremento la micro-fauna y la cantidad de humus, que a largo tiempo este se descompondrá y se transformara en minerales muy lentamente. Se mejoro la estructura del suelo ya que se logró apreciar mayor contenido de sólidos solubles. Además de que el vermicompost logro niveles seguros de remoción de organismos patógenos, debido a las enzimas del intestino y las acciones de las lombrices y los microorganismos benéficos que las lombrices dejan atrás, con lo cual los

organismos patogénicos tienen que competir por los limitados recursos. Por lo que no se presentó enfermedad que produjera daño importante en el ciclo de la Sandía.

Aunque ninguno de los tratamientos que se trabajaron con el vermicompost no son viables desde el punto de vista económico, ya que los tres tratamientos respondieron casi de la misma forma. El valor por ser un producto orgánico minimizaría la inversión, y acorto plazo la dosis del vermicompost se reduciría hasta llegar al punto de no aplicar casi nada.

El tratamiento que puede competir desde el punto de vista económico y que además contribuiría a la mejora del suelo y no contaminar. Es el tratamiento T_1 quien obtuvo una mayor distancia de guía, produjo mayor número de frutos, se mantuvo en segundo lugar en cuanto a rendimiento y cantidad de sólidos solubles, detrás del tratamiento T_2 quien lo supero por lo mínimo.

Por lo cual este trabajo de investigación arrojó resultados interesantes con respecto al rendimiento de la Sandía con la aplicación del vermicompost contra una fertilización tradicional, bajo acolchado y riego por goteo.

De acuerdo a los resultados obtenidos se cumplió con la hipótesis de que con el uso del vermicompost conjuntamente con el uso de acolchado y riego por goteo aumentan de forma notable el rendimiento y la calidad de la Sandía en esta región. Respecto a la meta de establecer las dosis más adecuadas de vermicompost que incrementen calidad y el rendimiento de la Sandía, esta investigación mostro resultados muy interesantes que servirán para próximas investigaciones respecto a este rubro.

VI. LITERATURA CITADA

- Agnew, J.M., Leonard, J.J., Feddes, J., Feng, Y., 2003. A modified air pycnometer for compost air volume and density determination. *Can. Biosys. Eng.* 45, 27-35.
- Alcazar, O.J.C., 2008. Manual básico "producción de hortalizas". Produccion de Hortalizas. Disponible en: http://www.utn.org.mx/docs_pdf/novedades/MANUAL_HORTALIZAS_PESA_CHIA_PAS_2010.pdf Fecha de consulta: 17 Marzo 2009.
- Altieri, M.A., Nicholls, C.I., 2007. Conversión agroecológica de sistemas convencionales de producción: teoría, estrategias y evaluación. *Ecosistemas* (1) 16, 3-12. Disponible en: <http://www.revistaecosistemas.net/pdfs/457.pdf> Fecha de consulta: 11 Septiembre 2010.
- Amir, S., Hafidi, M., Bailly, J.-R., Revel, J.-C., 2003. Characterization of humic acids extracted from sewage sludge during composting and of their Sephadex® gel fractions. *Agronomie* 23, 269-275.
- Ancona, M.I., Peach, M.V., y Flores, N.A., 2006. Perfil de mercado de la vermicomposta como abono para jardín en la ciudad de Merida, Yucatán, México. *Revista Mexicana de Agronegocios* (19) X, 1-16. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/141/14101913.pdf> Fecha de consulta: 07 junio 2010.
- Atiyeh, R.M., Arancon, N., Edwards, C.A., Metzger, J.D., 2000a. Influence of earthworm-processed pig manure on the growth and yield of greenhouse tomatoes. *Biores. Technol.* 75, 175-180.
- Atiyeh, R.M., Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Metzger, J.D., 2002. The influence of earthworm-processed pig manure on the growth and productivity of marigolds. *Biores. Technol.* 81, 103-108.

- Atiyeh, R.M., Subler, S.C.A., Edwards, G., Batchman, J.D.M., y Shuster, W., 2000b. Effects of vermicomposts and composts on plant growth in horticultural container media and soil. *Pedobiologia* (1) 44, 579-590.
- Borges, S., Hubers, H., Bayron, R., 2003. In search for an appropriate species for vermicomposting in Puerto Rico. *Caribbean J. Sci.* 39, 248-250.
- Cáceres, D., 2002. Agricultura orgánica versus agricultura industrial, su relación con la diversificación productiva y la seguridad alimentaria. *Agroalimentaria* (16), 29-39. Disponible en: http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/17845/1/articulo16_2.pdf Fecha de consulta: 18 septiembre 2009.
- Camacho-Ferre., Fernández-Rodríguez, 2000. El cultivo de la sandía apirena injertada, bajo invernadero, en el litoral mediterráneo, español. *Caja Rural de Almería*, 316. Disponible en: <http://www.fundacioncajamar.com/files/publicaciones/15.pdf>. Fecha de consulta: 23 Noviembre 2010.
- Canales, C.R., Sánchez, B.J.A., 2003. Caracterización de los eslabones de la cadena e indentificación de los problemas y demandas tecnológicas. *CADENA AGROALIMENTARIA DE SANDIA*. Instituto Nacional de Inestigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Campeche, México., pp. 28-31. Disponible en: <http://www.cofupro.org.mx/Publicacion/Archivos/penit52.pdf> Fecha de consulta: 17 Septiembre 2010.
- Cano, R.P., Moreno-Reséndez, A., Márquez, H.C., Rodríguez, D.N., y Martínez, C.V., 2004. Producción Orgánica de Tomate bajo Invernadero en la Comarca Lagunera. *Actas Portuguesas de Horticuultura* (5) 1, 109-122. Disponible en: http://www.uaaan.mx/academic/Horticuultura/Memhort04/07-Prod_organica_Tomate_Invernadero_Laguna.pdf Fecha de consulta: 25 mayo 2010.
- Castaños, M.C., 1993. *Horticuultura Manejo Simplificado*. 1ª Edición, México D.F.
- Cenobio-Pedro, G., Inzunza-Ibarra, M.A., Mendoza-Moreno, S.F., Sánchez-Cohen, I., y Román-López, A., 2006. Acolchado plástico de color en sandía con riego por goteo. *TERRA Latinoamericana* (4) 24, 515-520. Disponible en:

<http://redalyc.uaemex.mx/pdf/573/57324409.pdf> Fecha de consulta: 01 Noviembre 2010.

Cháirez, A.C., Palerm, V.J., 2004. El entarquinamiento: el caso de la Comarca Lagunera. *In:* (9), C.d.p. (Ed.), Archivo histórico del agua., pp. 85-97. Disponible en: http://jacintapalerm.hostei.com/Boletin_AHA_2004_chairez_palerm.pdf Fecha de consulta: 17 Octubre 2010.

da Silva, C.D., da Costa, L.M., de Matos, A.T., Cecon, P.R., Silva, D.D., 2002. Vermicompostagem de lodo de esgoto urbano e bagaço de cana-de-açúcar. *Rev. Bras. Eng. Agríc.Ambiental.* 6, 487-491. Disponible en: <http://www.agriambi.com.br> Fecha de consulta:15 Octubre 2010.

Domínguez, J., Velando, A., Ferreiro, A., 2005. Are *Eisenia fetida* (Savigny, 1826) and *Eisenia andrei* Bouché (1972) (Oligochaeta, Lumbricidae) different biological species? *Pedobiologia* 49, 81-87.

Durán-Umaña, L., Henríquez-Henríquez, C., 2010. El vermicompost: su efecto en algunas propiedades del suelo y la respuesta en planta. *AGRONOMIA MESOAMERICANA* (1) 21, 85-93. Disponible en: http://www.mag.go.cr/rev_meso/v21n01_085.pdf Fecha de consulta:05 junio 2010.

Edmon, J.B., 1981. Principios de Horticultura. Sinaloa, México.

Espinoza, A.J.J., Orona, C.I., Narro, R.J.G., y León, R.M.d.J., 2006. Aspectos sobre la producción, organización de productores y comercialización del cultivo de la Sandía en la comarca Lagunera. *Revista Mexicana de Agronegocios (X)* 19, 1-13. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/141/14101910.pdf> Fecha de consulta:16 mayo 2010.

FAO-OMS, 2000. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, y Organización Mundial de la Salud. Programa Conjunto FAO/OMS, Sobre Normas Alimentarias. Viale delle Terme di Caracalla, Roma, Italia. Disponible en: ftp://ftp.fao.org/codex/ccfvj01/cl00_01s.pdf Fecha de consulta:10 Noviembre 2010.

Félix-Herrán, J.A., Sañudo-Torres, R.R., Rojo-Martínez, G.E., Martínez-Ruiz, R., y Olalde-Portugal, V., 2008. Importancia de los abonos orgánicos. *Ra Ximhai* (1) 4,

- 57-67. Disponible en: <http://www.ejournal.unam.mx/rxm/vol04-01/RXM004000104.pdf> Fecha de consulta: 13 de Abril 2010.
- Francis, F., Haubruge, É., Tat-Thang, P., Van-Kinh, L., Lebailly, P., Gaspar, C., 2003. Technique de lombriculture au Sud Vietnam. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 7, 171-175.
- Gómez, M.A., 2004. La agricultura orgánica en México y en el mundo. *CONABIO (55) BIODIVERSITAS*, 13-15. Disponible en: <http://www.biodiversidad.gob.mx/Biodiversitas/Articulos/biodiv55art3.pdf> Fecha de consulta: 16 de marzo 2009.
- Harris-Moran, 2010. Tecnología de semillas. Disponible en: <http://www.harrismoran.com/mexico/technology/calidad.htm> Fecha de consulta: 01 noviembre 2010.
- Hendrix, P.F., Bohlen, P.J., 2002. Exotic Earthworm Invasions in North America: Ecological and Policy Implications. *BioScience* 62, 801-811.
- Hernández-Rodríguez, O.A., Ojeda-Barrios, D.L., López, D.J.C., y Arras, V.A.M., 2010. Abonos orgánicos y su efecto en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. *TECNOCENCIA Chihuahua (1) 4*, 1-6. Disponible en: http://tecnociencia.uach.mx/numeros/v4n1/data/Abonos_organicos_y_su_efecto_en_las_propiedades_fisicas_quimicas_biologicas_del_suelo.pdf Fecha de consulta: 16 de junio 2010.
- Hernández, R.A., Ojeda, B.D., Vences, C.C., y Chávez, G.C., 2009. Situación actual del recurso suelo y la incorporación de abonos orgánicos como estrategia de conservación. *Synthesis (49)*, 1-6. Disponible en: http://www.uach.mx/extension_y_difusion/synthesis/2009/08/20/situacion_actual_d_el_recurso_suelo.pdf Fecha de consulta: 21 Agosto 2009.
- Hodges, L., 1995. Bee pollination of Cucurbit Crops. Cooperative Extension. Institute of Agriculture and Natural Resources, University of Nebraska-Licoin, pp. 90-91.
- Hoitink, H.A.J., Changa, C.M., 2004. Production and utilization guidelines for disease suppressive composts. *Acta Horticulture* 635, 87-92.
- Ibarra-Jiménez, L., Flores, J., Quezada, M.R., y Zermeño, A., 2004. Acolchado, riego y microtúneles en tomate, chile anaheim y chile pimiento. *Revista Chapingo Serie*

- Horticultura (2) 10, 179-187. Disponible en: www.chapingo.mx/.../b6beb51dd41a1bfbe054a9f108f7fec5.pdf. Fecha de consulta: 16 de abril 2009.
- Juárez, G.B., 2005. Programa de mejoramiento genético de Sandía en SEMINIS. *Seminis Vegetable Seeds* 1, 1-18. Disponible en: http://www.uaaan.mx/academic/Horticultura/Memhort03/Ponencia_03.pdf Fecha de consulta: 23 de julio 2010.
- Julca-Otiniano, A., Meneses-Florián, L., Blas-Sevillano, R., y Bello-Amez, S., 2006. La materia orgánica, importancia y experiencias de uso en la agricultura. *IDESIA (Chile)* (1) 24, 49-61. Disponible en: <http://www.scielo.cl/pdf/idesia/v24n1/art09.pdf> Fecha de consulta: 16 de agosto 2009.
- López-Elías, J., Romo, A.A.R.F., y Domínguez, S.J.G., 2008. Evaluación de métodos de injerto en Sandía (*Citrullus lanatus*) THUNB. MATSUM. & NAKAI sobre diferentes patrones de calabaza. *IDESIA* (2) 26, 13-18. Disponible en: <http://www.scielo.cl/pdf/idesia/v26n2/art03.pdf> Fecha de consulta: 25 de agosto 2010.
- López-Martínez, J.D., Díaz, E.A., Martínez, R.E., y Valdez, C.R.D., 2001. Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz. *Terra* (4) 19, 293-299. Disponible en: <http://ceuta.org.uy/files/estudiodecasomz.pdf> Fecha de consulta: 25 marzo del 2009.
- Mangrich, A.S., Lobo, M.A., Tanck, C.B., Wypych, F., Toledo, E.B.S., Guimarães, E., 2000. Criterious Preparation and Characterization of Earthworm-composts in View of Animal Waste Recycling. Part I. Correlation Between Chemical, Thermal and FTIR Spectroscopic Analyses of Four Humic Acids from Earthworm-composted Animal Manure. *J. Braz. Chem. Soc.*, 11, 164-169.
- Marco, M.H., 1969. El melón. Zaragoza, España.
- Márquez, H.C., Cano, R.P., Chew, M.Y.I., Moreno-Reséndez, A., Rodríguez, D.N., 2006. Sustratos en la producción orgánica de tomate cherry bajo invernadero. *Revista Chapingo Serie Horticultura* (2) 12, 183-188. Disponible en:

<http://redalyc.uaemex.mx/pdf/609/60912208.pdf> Fecha de consulta: 17 Noviembre 2010.

Matheus, L.J., Graterol, B.G., Simancas, G.D., y Fernández, O., 2007. Efecto de diferentes abonos orgánicos y su correlación con bioensayos para estimar nutrimentos disponibles. *Agricultura Andina* 13, 19-26. Disponible en: <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/27872/1/articulo2.pdf> Fecha de consulta: 12 Julio 2010.

Méndez, V.G., 2004. Evaluación del uso y manejo de fertilizantes orgánicos en el cultivo de Sandía. fpy-org. Disponible en: <http://fpy.org.mx/index.php?id=375> Fecha de consulta: 21 noviembre 2010.

Mendoza, M.S.F., Inzunza, I.M.A., Morán, M.R., Sánchez, C.I., Catalán, V.E.A., y Villa, C.M., 2005. Respuesta de la sandía al acolchado, fertilización, siembra directa y trasplante. *Revista Fitotecnia Mexicana* (4) 28, 351-357. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=61028407> Fecha de consulta: 25 de mayo 2010.

Mora, F., 1994. Algunas consideraciones para la producción orgánica de hortalizas. *AGRONOMIA MESOAMERICANA* 5, 171-183. Disponible en: http://www.mag.go.cr/rev_meso/v05n01_171.pdf Fecha de consulta: 22 de julio 2009.

Moreno-Reséndez, A., Gómez, F.L., Cano, R.P., Martínez, C., V., Reyes, C.J.L., Puente, M.J.L., Rodríguez, D.N., 2008. Genotipos de tomate en mezclas de vermicompost: arena en invernadero. *Terra latinoamericana* (2) 16, 103-109. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/573/57313046002.pdf> Fecha de consulta: 11 Noviembre 2010.

Moreno-Reséndez, A., Valdés, P.M.T., y Zarate, L.T., 2005. Desarrollo de Tomate en sustratos de vermicompost / arena bajo condiciones de invernadero. *AGRICULTURA TÉCNICA (CHILE)* (1) 65, 26-34. Disponible en: [http://alerce.inia.cl/agriculturattec/Documentos/v.65\(01\)/NR31950%20p%20026-034.pdf](http://alerce.inia.cl/agriculturattec/Documentos/v.65(01)/NR31950%20p%20026-034.pdf) Fecha de consulta: 17 Agosto 2010.

Motsenbocker, C.E., Arancibia, R.A., 2002. In-row spacing influences triploid watermelon yield and crop value. *HortTechnology* 12, 437-440.

- Muñoz, C.A., 2005. Propuesta técnica para el cultivo de hortalizas. Agros sistem, 27-33. Disponible en: http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/2006112717137_Propuesta%20tecnica%20cultivo%20de%20hortalizas.pdf Fecha de consulta: 22 Octubre 2009.
- Nieto-Garibay, A., Murillo-Amador, B., Troyo-Diéguez, E., Larrinaga-Mayoral, J.A., García-Hernández, J.L., 2002. El uso de compostas como alternativa ecológica para la producción sostenible de Chile (*Capsicum annum* L.) en zonas áridas. Interciencia 27, 417-421.
- Nonnecke, I.L., 1989. Vegetable Production. Van Nostron Reinhold., New York, United States of America.
- Oropeza, J., y Russián, T., 2008. Efecto del vermicompost, sobre el crecimiento, en vivero, de la naranja "criolla" sobre tres patrones. Agronomía Tropical (3) 58, 289-297. Disponible en: <http://www.scielo.org/ve/pdf/at/v58n3/art09.pdf> Fecha de consulta: 21 de febrero del 2009.
- Pérez-González, J.L., Sánchez-Cohen, I., Mendoza-Moreno, F.S., Inzunza-Ibarra, M.A., y Cueto-Wong, J.A., 2003. Productividad y rendimiento de Sandía por efecto del agua en diferentes condiciones de manejo. Revista Chapingo Serie Horticultura (2) 9, 209-223. Disponible en: www.chapingo.mx/.../b08f8720160cdd1782ee089166150b13.pdf Fecha de consulta: 20 de febrero 2009.
- Pérez, C.J., 2004. Agricultura ecológica: una alternativa al desarrollo sustentable en el campo Mexicano. El cotidiano (127) 20, 95-100. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/325/32512712.pdf> Fecha de consulta: 16 Agosto 2010.
- Polanco, F.L.G., 2009. El marchitamiento súbito de la Sandía (*Citrullus lanatus*) en Puerto Rico. Ciencias. Universidad de Puerto Rico Recinto Universitario de Mayaguez., Mayaguez, p. 97. Disponible en: <http://grad.uprm.edu/tesis/polancoflorian.pdf> Fecha de consulta: 22 Julio 2010.
- Prieto, A., Castiglioni, F., Chiappe, M., Gómez, A., y García, M., 2002. Estrategias de producción orgánica en establecimientos familiares de Montevideo y Canelones. Agrociencia (1) VI, 79-91. Disponible en:

http://www.fagro.edu.uy/agrociencia/VOL6/1/p79-91_02.pdf Fecha de consulta: 13 Abril 2010.

Reyes-Carrillo, J.L., Cano-Ríos, P., Nava-Camberos, U., 2009. Período óptimo de polinización del melón con abejas melíferas (*Apis mellifera* L.) Agricultura Técnica en México (4) 35, 370-377. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/608/60812274002.pdf> Fecha de consulta: 15 Julio del 2010.

Rodríguez, D.N., Cano, R.P., Figueroa, V.U., Favela, C.E., Moreno-Reséndez A., Márquez, H.C., Ochoa, M.E., y Preciado, R.P., 2009. Uso de abonos orgánicos en la producción de tomate en invernadero. TERRA Latinoamericana (4) 27, 319-327. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/573/57313040006.pdf> Fecha de consulta: 10 Octubre 2010.

Rodríguez, D.N., Cano, R.P., Figueroa, V.U., Palomo, G.A., Favela, C.E., Álvarez, R.V.d.P., Márquez-Hernández, C., y Moreno-Reséndez, A., 2008. Producción de tomate en invernadero con humus de lombriz como sustrato. Revista Fitotecnia Mexicana (3) 31, 265-272. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/610/61031310.pdf> Fecha de consulta: 03 de Mayo 2010.

SAGARPA, 2008. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Tarifas y consumo de agua en el sector residencial de la Comarca Lagunera. Región y Sociedad. (42), Torreón, Coahuila de Zaragoza., pp. 119-132. Disponible en: <http://lanic.utexas.edu/project/etext/colson/42/5.pdf> Fecha de consulta 22 Octubre 2010.

Salazar-Sosa, E., Vázquez-Vázquez, C., Leos-Rodríguez, J.A., Fortis-Hernández, M., Montemayor-Trejo, J.A., Figueroa-Viramontes, R., López-Martínez, J.D., 2004. Mineralización del estiércol bovino y su impacto en la calidad del suelo y la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo riego sub-superficial. Int. J. Experimental Bot.(2) 3, 259-273.

Santamaría-Romero, S., Ferrera-Cerrato, R., Almaraz-Suárez, J.J., Galvis-Spinola, A., Barois-Boullard, I., 2001. Dinámica y relaciones de microorganismos, C-orgánico y N-total durante el composteo y vermicomposteo. Agrociencia 35, 377-384.

- Sikora, L.J., Filgueira, R.R., Fournier, L.L., Rawls, W.J., Pachepsky, Y.A., 2002. Soil surface properties affected by organic by-products. *Int. Agrophysics*, 289-295.
- Six, J., Bossuyt, H., Degryze, S., Deneff, K., 2004. A history of research on the link between (micro)aggregates, soil biota, and soil organic matter dynamics. *Soil Till. Res.* 79, 7-31.
- Valádez, L.A., 1997. *Producción de hortalizas.*, Editorial Limusa, México, D.F, pp. 233-245.
- Villa, C.M.M., Inzunza, I.M.A., Catalán, V.E.A., 2001. Zonificación agroecológica de hortalizas involucrando grados de riesgo. *TERRA* (1) 19, 1-7. Disponible en: www.chapingo.mx/terra/contenido/19/1/art1-7.pdf Fecha de consulta: 13 Noviembre 2010.

VII. APÉNDICE

Cuadro 1. Análisis de varianza para la guía principal en el estudio de evaluación de la variedad de sandía Jubilee comparando la fertilización sintética contra dos niveles de vermicompost.

FV	GI	SC	CM	F	P>F
Tratamiento	2	0.041691	0.020845	0.5559	0.604
Error	6	0.224995	0.037499	0.11	
Total	8	0.266685			

CV=7.66

Tabla 1. Medias de guía principal en el estudio de evaluación de la variedad de sandía Jubilee comparando la fertilización sintética contra dos niveles de vermicompost.

Tratamiento	Longitud (m)	Grupo de Significancia
0	2.45	A
1	2.61	A
2	2.53	A

Cuadro 2. Análisis de varianza para peso de fruto en el estudio de evaluación de la variedad de sandía Jubilee comparando la fertilización sintética contra dos niveles de vermicompost.

FV	GI	SC	CM	F	P>F
Tratamiento	2	1.930	0.950165	1.1826	0.37
Error	6	4.82079	0.803446		
Total	8	6.721008			

CV=13.82

Tabla 2. Medias de peso de fruto en el estudio de evaluación de la variedad de sandía Jubilee comparando la fertilización sintética contra dos niveles de vermicompost.

Tratamiento	Peso(kg)	Grupo de Significancia
0	6.89	A
1	5.84	A
2	6.72	A

Cuadro 3. Análisis de varianza para el rendimiento en el estudio de evaluación de la variedad de sandía Jubilee comparando la fertilización sintética contra dos niveles de vermicompost.

FV	GI	SC	CM	F	P>F
Tratamiento	2	21360640	10680320	0.230	0.979
Error	6	2789785600	464964256		
Total	8	2811146240			

CV=30.05

Tabla 3. Medias de Rendimiento en el estudio de evaluación de la variedad de sandía Jubilee comparando la fertilización sintética contra dos niveles de vermicompost.

Tratamiento	Rendimiento (m)	Grupo de Significancia
0	70.25	A
1	71.15	A
2	73.875	A

Cuadro 4. Análisis de varianza para número de frutos por hectárea en el estudio de evaluación de la variedad de sandía Jubilee comparando la fertilización sintética contra dos niveles de vermicompost.

FV	GI	SC	CM	F	P>F
Tratamiento	2	451.3920	22.56960	0.128	0.761
Error	6	468.75008	781.25 01	0.11	
Total	8	513.8898			

CV=25.16

Tabla 4. Medias de número de frutos por hectárea en el estudio de evaluación de la variedad de sandía Jubilee comparando la fertilización sintética contra dos niveles de vermicompost.

Tratamiento	Numero de frutos (ha ⁻¹)	Grupo de Significancia
0	10,416.667	A
1	12,083.333	A
2	10,833.333	A

Cuadro 5. Análisis de varianza para Sólidos Solubles °Brix en el estudio de evaluación de la variedad de sandía Jubilee comparando la fertilización sintética contra dos niveles de vermicompost.

FV	GI	SC	CM	F	P>F
Tratamiento	2	0.162354	0.081177	1.1782	0.355
Error	6	0.393362	0.065562		
Total	8	0.555725			

CV=2.76

Tabla 5. Medias de Sólidos Solubles °Brix en el estudio de evaluación de la variedad de sandía Jubilee comparando la fertilización sintética contra dos niveles de vermicompost.

Tratamiento	Sólidos Solubles	Grupo de Significancia
0	9.1	A
1	9.2	A
2	9.4	A

Cuadro 6. Análisis de varianza de Espesor de Cascara en el estudio de evaluación de la variedad de sandía Jubilee comparando la fertilización sintética contra dos niveles de vermicompost.

FV	GI	SC	CM	F	P>F
Tratamiento	2	0.000001	0.000000	0.0001	0.00
Error	6	0.040001	0.006667		
Total	8	0.040003			

CV=7.0

Tabla 6. Medias de Espesor de Cascara en el estudio de evaluación de la variedad de sandía Jubilee comparando la fertilización sintética contra dos niveles de vermicompost.

Tratamiento	Espesor de Cascara (cm)	Grupo de Significancia
0	1.167	A
1	1.167	A
2	1.167	A

Cuadro 7. Análisis de varianza de Espesor de Pulpa en el estudio de evaluación de la variedad de sandía Jubilee comparando la fertilización sintética contra dos niveles de vermicompost.

FV	gl	SC	CM	F	P>F
Tratamiento	2	0.648926	1.344463	0.8319	0.517
Error	6	2.340088	1.390015		
Total	8	2.989014			

CV=4.13

Tabla 7. Medias de Espesor de Pulpa en el estudio de evaluación de la variedad de sandía Jubilee comparando la fertilización sintética contra dos niveles de vermicompost.

Tratamiento	Espesor de Pulpa (cm)	Grupo de Significancia
0	15.27	A
1	14.73	A
2	15.33	A

Cuadro 8. Análisis de varianza de Diámetro Polar en el estudio de evaluación de la variedad de sandía Jubilee comparando la fertilización sintética contra dos niveles de vermicompost.

FV	gl	SC	CM	F	P>F
Tratamiento	2	31.936523	15.968262	4.3015	0.069
Error	6	22.273438	3.712240		
Total	8	54.209961			

CV=5.57

Tabla 8. Medias de Diámetro Polar en el estudio de evaluación de la variedad de sandía Jubilee comparando la fertilización sintética contra dos niveles de vermicompost.

Tratamiento	Diámetro Polar (cm)	Grupo de Significancia
0	36.10	A
1	31.93	A
2	35.73	A

Cuadro 9. Análisis de varianza de Diámetro Ecuatorial en el estudio de evaluación de la variedad de sandía Jubilee comparando la fertilización sintética contra dos niveles de vermicompost.

FV	GI	SC	CM	F	P>F
Tratamiento	2	1.340088	0.670044	0.8702	0.532
Error	6	4.619873	0.769979		
Total	8	5.959961			

CV=5.12

Tabla 9. Medias de Diámetro Ecuatorial en el estudio de evaluación de la variedad de sandía Jubilee comparando la fertilización sintética contra dos niveles de vermicompost.

Tratamiento	Diámetro Ecuatorial (cm)	Grupo de Significancia
0	17.5	A
1	16.6	A
2	17.3	A