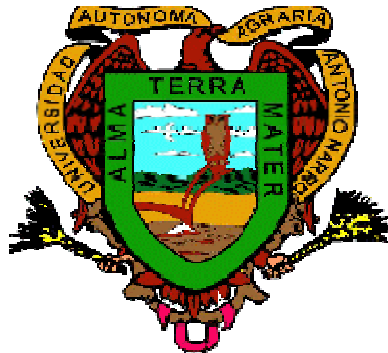


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**APLICACIÓN DE LIXIVIADOS DE VERMICOMPOSTA A SANDÍA (*Citrullus lanatus*) EN UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN TRADICIONAL**

**POR**

**CRISTINA GARCÍA**

**TESIS**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO, DICIEMBRE DEL 2007**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”**

**UNIDAD LAGUNA.**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

**APLICACIÓN DE LIXIVIADOS DE VERMICOMPOSTA A SANDÍA (*Citrullus lanatus*) EN UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN TRADICIONAL**

**TESIS DE LA C. CRISTINA GARCÍA QUE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ ASESOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

**REVISADA POR EL COMITÉ ASESOR**

**ASESOR PRINCIPAL:** \_\_\_\_\_  
**DR. ALEJANDRO MORENO RESÉNDEZ**

**ASESOR:** \_\_\_\_\_  
**MC. VÍCTOR MANUEL VALDÉZ RODRÍGUEZ**

**ASESOR:** \_\_\_\_\_  
**Ph. D. EDUARDO MADERO TAMARGO**

**ASESOR:** \_\_\_\_\_  
**MC. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO**

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

\_\_\_\_\_  
**M.C. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO**

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO, DICIEMBRE DEL 2007**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”  
UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

**TESIS QUE PRESENTA LA C. CRISTINA GARCIA QUE SOMETE A  
LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO  
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

**APROBADA POR**

**PRESIDENTE:**

**DR. ALEJANDRO MORENO RESÉNDEZ**

**VOCAL:**

**MC. VÍCTOR MANUEL VALDÉZ RODRÍGUEZ**

**VOCAL:**

**Ph. D. EDUARDO MADERO TAMARGO**

**VOCAL:**

**MC. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO**

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

**MC. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO**

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO, DICIEMBRE DEL 2007.  
DEDICATORIA**

### **A Díos**

Para ti señor, por darme vida y salud, pues me guiaste, fortaleciste y proveíste de sabiduría en este camino.

### **A mis padres:**

Sra. Juana García Illescas y el Sr. Camerino Solís Mendoza con mucho cariño, amor, respeto por los consejos y apoyo hacia su persona.

### **A mis hermanas**

Francisca  
y  
Catalina

### **A mis seres queridos**

A mis abuelitos, tíos, primos, amigos por su apoyo hacia mi persona, por los consejos que me brindaron en su momento gracias.

A la Familia de los Ángeles Sánchez por brindarme su confianza y amistad gracias.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi "Alma Terra Mater" que me dio la oportunidad de realizarme como profesional y por haberme cobijado durante estos cuatro años y medio de mi carrera profesional.

Al Mc. Víctor Manuel Valdez Roguíguez por su apoyo incondicional en la realización de este trabajo, en mi formación como profesional y como persona, así como la confianza y paciencia que me brindó durante todo este tiempo.

Al Dr. Alejandro Moreno Resendéz, quien fue mi asesor de esta tesis, por compartir su conocimiento y por tenerme paciencia en este presente trabajo de investigación.

Al Dr. Eduardo Madero Tamargo y el Mc. Víctor Martínez Cueto ya que de una u otra forma contribuyeron en la culminación de este proyecto.

A mis profesores al Dr. Pedro Cano Ríos, Ing. Francisca Sánchez, , Dr. Ángel Lagarda, Ing. Francisco Suárez, Ing. Juan de Dios Ruiz, Ing. Isaías López M. gracias por compartir sus conocimientos, por la amistad brindada y por ser parte de mi vida.

A mis compañeros de carrera Francisco, José Luís, Mario, Fabián, Melchor, Elder, Damián, José de Jesús, Juan Carlos, Carlos Alberto, Heladia, Sara, Estela, Luz Maria, Juan silvestre, Abelardo y quien perdió la vida a la mitad de la carrera profesional que en paz descanse Fernando Coutiño +.

A mis amigas y amigos Azucena, Jannet, Arlena, Teresa, Greisy, Jeu, Noel, Sergio, Aberlardo, Carlos Alberto por brindarme su amistad por los momentos buenos y malos que pasamos juntos en la Universidad los quiero mucho.

## CONTENIDO

	<b>Página</b>
DEDICATORIAS .....	iii
AGRADECIMIENTOS .....	iv
ÍNDICE DE CUADROS .....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	ix
RESUMEN .....	x
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Objetivo .....	4
1.2. Hipótesis .....	4
1.3. Metas .....	4
<b>II. REVISIÓN DE LETERATURA.....</b>	<b>5</b>
2.1. Generalidades de la sandía y origen .....	5
2.2. Clasificación taxonómica.....	5
2.3. Descripción botánica .....	6
2.3.1. Sistema radicular.....	6
2.3.2. Tallo .....	6
2.3.3. Hojas .....	7
2.3.4. Flores .....	7
2.3.5. Polinización .....	7
2.3.6. Fruto.....	8
2.4. Variedades .....	9
2.4.1. Variedades con respecto a su tipo de fruto .....	10
2.5. Requerimientos climáticos y edáficos de la sandía .....	10
2.5.1. Temperatura.....	10
2.5.2. Requerimientos hídricos.....	11
2.5.3. Luz .....	11
2.5.4. Suelo .....	12

2.6. Manejo del cultivo .....	12
2.6.1. Preparación del terreno .....	13
2.6.2. Época de siembra .....	13
2.6.3. Método y densidad de siembra .....	14
2.6.4. Germinación .....	15
2.6.5. Transplante .....	16
2.6.6. Riegos .....	16
2.6.7. Fertilización .....	17
2.6.7. Requerimientos nutricionales .....	18
2.6.9. Plagas y enfermedades .....	18
2.6.9.1. Daños por plaga .....	20
2.6.10. Cosecha .....	21
2.7. Valor nutritivo de la sandía .....	22
2.8. Manejo del fruto de la sandía .....	22
2.9. Usos .....	23
2.10. Lixiviados de vermicompost .....	24
<b>III .MATERIALES Y METODOS .....</b>	<b>26</b>
3.1. Localización del área experimental .....	26
3.2. Ubicación geográfica de la comarca lagunera .....	26
3.3. Características climáticas .....	26
3.4. Preparación del terreno .....	27
3.4.1. Barbecho .....	27
3.4.2. Rastreo .....	27
3.4.3. Cruza .....	28
3.4.4. Nivelación con escrepa doble .....	28
3.4.5. Trazo de riego .....	28
3.4.6. Marcado de camas .....	29
3.4.7. Fertilización base .....	29
3.4.8. Acolchado plástico .....	29
3.4.9. Trazo de formación de regaderas .....	29

3.4.10. Perforación del plástico .....	30
3.4.11. Rastra de limpieza en la parte central de las camas .....	30
3.5. Siembra.....	30
3.6. Resiembra.....	31
3.7. Riegos .....	31
3.8. Polinización .....	31
3.9. Diseño experimental y análisis estadístico.....	32
3.10. Fuente y dosis de fertilización .....	33
3.11 Control de plagas y enfermedades .....	34
3.12. Aplicaciones de productos químicos durante el ciclo .....	35
3.13. Cosecha.....	36
3.14. Variables a evaluar .....	36
3.14.1. Sólidos solubles .....	36
3.14.3. Peso del fruto .....	37
3.14.4 Rendimiento total .....	37
3.14.5. Número de frutos totales .....	37
3.14.6. Análisis estadístico.....	37
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>38</b>
4.1. Sólidos solubles °Brix.....	38
4.2. Rendimiento en toneladas por hectárea total.....	40
4.3. Número promedio de frutos obtenidos .....	45
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>45</b>
<b>VI. LITERATURA CITADA .....</b>	<b>46</b>



## ÍNDICE DE CUADROS

No	Página
1.- Nivel óptimo de los elementos nutritivos de la etapas fenológicas del desarrollo la sandía.....	19
2.- Composición química del fruto de la sandia.....	22
3.-Tratamientos evaluados durante el desarrollo de la sandia ( <i>Citrullus lanatus</i> ) ciclo P-V 2006.....	33
4.-Materiales fertilizantes, dosis aplicadas y frecuencia de aplicación para el cultivo de la sandia ciclo P-V 2006 .....	34
5.-Análisis de varianza para los sólidos solubles en el estudio de evaluación de la variedad Summer Flavor 800® P-V 2006. ....	38
6.- Medias de sólidos solubles (° Brix que se obtuvieron en el estudio de evaluación del genotipo de la variedad Summer Flavor 800® P-V 2006.....	38
7.-Análisis de varianza para el rendimiento total ( $t \cdot ha^{-1}$ ) que se obtuvo en el estudio de evaluación de la variedad de la sandia Summer Flavor 800® P-V 2006.....	40
8.-Rendimiento total ( $t \cdot ha^{-1}$ ) que se obtuvieron en el estudio de evaluación del genotipo de la sandia Summer Flavor 800® P-V 2006.....	41
9.- Análisis de varianza del número promedio de frutos ( $t \cdot ha^{-1}$ ) que se obtuvo en el estudio de evaluación de la variedad de la sandia Summer Flavor 800® P-V 2006 .....	42
10.- Medias de número promedio de frutos obtenidos en el estudio de evaluación de la variedad de la sandia Summer Flavor 800® P-V 2006 .....	43

## ÍNDICE DE FIGURAS

No	Página
1.- Distribución de los tratamientos en campo y dimensiones de la cama de siembra para evaluar el desarrollo de la sandía en condiciones de campo. UAAAN, 2006. ....	32
2.-Medias de sólidos solubles que se obtuvieron en el estudio de evaluación de la variedad de la sandía Summer Flavor 800® P-V 2006 .....	38
3.-Rendimiento total ( $t \cdot ha^{-1}$ ) obtenido en el estudio de evaluación de la variedad de sandía Summer Flavor 800® P-V 2006.....	40
4.- Número promedio de frutos obtenidos en el estudio de evaluación de la variedad de sandía Summer Flavor 800® P-V 2006.....	43

## Resumen

En México la sandía (*Citrullus lanatus*) es uno de los cultivos hortícola más importantes, debido a que genera divisas como productos 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 de las cucurbitáceas por la superficie sembrada en este país.. Ésto es uno del los siete productos hortícola de México que representa el 80% de la producción total del país. Además que es uno de los pocos productos agrícolas que se cultiva en casi todas las entidades federativas de nuestro país, quedando al margen el Distrito Federal, Hidalgo y Tlaxcala.

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 es muy conveniente para la comercialización internacional de cualquier producto. En cuanto a la superficie de sandía sembrada en la Comarca Lagunera durante el año 2003 fue de 1,610 hectáreas, la cosechada fue de 1,567 debido a los daños que causan plagas y enfermedades, la producción obtenida fue de 50,046 toneladas y el valor de la misma fue de \$45.0 millones de pesos, con un rendimiento promedio de  $32 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ . Por lo tanto, la Comarca Lagunera ha sido considerada por muchos como una de las regiones más importantes del país por el buen desarrollo de los cultivos y en lo especial la sandía.

Ante la necesidad de buscar alternativas de fertilización y con el propósito de evaluar el efecto de los lixiviados de vermicompost contra la fertilización tradicional

sobre el desarrollo de la sandía se aplicaron cinco tratamientos que consistieron en dosificar, además de la fertilización tradicional, lixiviados de vermicompost, a razón de 100, 200, 300 y 400 L•ha<sup>-1</sup>. Los tratamientos distribuidos en un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones. Derivado del análisis de varianza y la prueba DMS (5%) .

Para eficientar la polinización se utilizaron tres cajones de abejas por hectárea, la cosecha se realizó a los 96 dds (días después de la siembra), llevando a cabo 6 cortes a partir del 16 de mayo de 2006 (un corte cada 8 días).

La variedad de sandía utilizada en el presente experimento fue Summer Flavor 800® y las variables que se evaluaron fueron: Sólidos solubles, peso del fruto, rendimiento total y número de frutos totales.

Los resultados obtenidos fueron:

Los resultados obtenidos en sólidos solubles °Brix, de la variedad Summer Flavor 800® el que obtuvo mayor °Brix fue el T4 con la aplicación de 300 L•ha<sup>-1</sup> de LVC( lixiviado de vermicompost) con porcentaje de 9.7 y el tratamiento que obtuvo con menos °Brix resultó el T1 que se refiere al testigo.

En el rendimiento en toneladas por hectárea total el mejor tratamiento resultó el T3 con la aplicación de 200 L•ha<sup>-1</sup> de LVC y con menor rendimiento resultó el T4 con la aplicación de 300 L•ha<sup>-1</sup> de LVC.

Con respecto al número promedio de frutos obtenidos resultó el testigo y el más bajo el T4 la aplicación de 300 L•ha<sup>-1</sup> LVC.

## I. INTRODUCCIÓN

La sandía (*Citrullus lanatus*) cuya parte comestible es el fruto, que goza de gran demanda en época de calor, ocupando el segundo lugar en importancia entre las cucurbitáceas en México, además, es uno de los cultivos hortícola mas importantes, debido a que genera divisas como producto de exportación y utiliza una gran cantidad de mano de obra (120 jornales ha<sup>-1</sup>) durante el ciclo del cultivo (SARH, 1994).

Debido al incremento en los costos de fertilizante químicos y a la contaminación que algunos propician en el ambiente cuando se utilizan irracionalmente, es necesario encontrar nuevas alternativas de fertilización, económicas y más eficientes (INEGI, 1991).

Tradicionalmente en la Comarca Lagunera, la fertilización de este cultivo se realiza aplicando fertilizantes sintéticos, sin embargo, dada la demanda de productos vegetales de origen orgánico, es necesario evaluar el uso de abonos orgánicos sobre el desarrollo de la sandía. Lo anterior se fundamenta en que, se ha demostrado que la aplicación de vermicompost ha incrementado el crecimiento y desarrollo de las plántulas y la productividad de una amplia gama de cultivos. Los efectos de los vermicompost sobre el crecimiento de diversos cultivos incluyendo cereales y leguminosas, especies vegetales, plantas ornamentales y florales ha sido evaluado bajo condiciones de invernadero y en un menor grado bajo condiciones de campo (Atiyeh *et al.*, 2000).

Uno de los usos a partir del compost es hacer una solución en forma de té, ya que los macro y micro elementos están más disponibles a las plantas cuando están disueltos en agua. El té de compost puede prepararse sumergiendo una bolsa de compost en un barril con agua, la bolsa debe estar hecha de un material poroso para que el agua penetre y el compost se diluya (Navarro, 2004).

Este té extrae del compost las sustancias nutritivas, las enzimas, los minerales etc., y una vida microbiana compuesta por hongos, bacterias, nemátodos positivos y protozoos, que pasan a formar parte de los suelos y sirven para enriquecer a la planta y ayudarla en su nutrición y en sus distintos procesos biológicos (Herrera, 2004).

Al compost orgánico elaborado con restos de comida, material vegetal, tierra y excrementos, se le añaden microorganismos que se incorporan a este compuesto, donde van creciendo colonias de organismos. De este compost se extrae una especie de té, que es con lo que se nutren las plantas de la agricultura biológica (Herrera, 2004).

Recientemente los extractos o lixiviados derivados de los procesos de vermicomposteo (GRAMA, s/f) han sido considerados como fertilizantes líquidos orgánicos, estos materiales, además de aportar elementos nutritivos, están siendo utilizados para el control de plagas y enfermedades. Por lo que se han realizado

estudios para conocer los componentes responsables de su capacidad de combatir patógenos (Chalker, 2001).

Los lixiviados derivados del proceso de vermicomposteo, tienen una gran abundancia y diversidad de microorganismos benéficos, por lo que son considerados pesticidas, cuyo objetivo, es el competir con otros microorganismos por espacio y alimentación y su sitio de infección en caso de patógenos (Ingham, 2001).

En cuanto a la terminología que se aplica a los lixiviados de compost, extractos de compost y té de compost, es necesario resaltar que los lixiviados del vermicompost se producen directamente de las pilas o canteros donde se lleva a cabo la transformación de los residuos orgánicos bajo el efecto de las lombrices de tierra, estos materiales son ricos en sustancias nutritivas y contienen microorganismos cuando son extraídos al principio del composteo y se caracterizan por una coloración negruzca. Mientras que, los extractos de compost, provienen de la mezcla fermentada que se obtiene al colocar en una saco el material y llevarlo a un recipiente con agua por 7 a 14 días, su primer beneficio es como fertilizante líquido. El té de compost, es una técnica moderna, donde se coloca material maduro de compost en agua y se recoge un extracto fermentado, alimentando con una fuente energética que permite un crecimiento de microorganismos benéficos (Diver, 2002).

Debido al incremento en el costo de los fertilizantes químicos y a la contaminación que algunos propician en el ambiente cuando se utilizan irracionalmente, resulta esencial encontrar nuevas alternativas de fertilización, económicas y más eficientes. En este sentido se ha considerado como una alternativa viable la utilización de las fuentes orgánicas locales y regionales que tradicionalmente se han subutilizado, entre las que destacan las excretas líquidas de cerdo Soria-Fregoso (2001), o los lixiviados que potencialmente se pueden recuperar de los canteros o cunas donde se lleva a cabo el proceso de vermicomposteo con lombrices de tierra e. g., *E. fetida*, *E. andrei*, entre otras.

### **1.1. Objetivo**

Evaluar el efecto del lixiviado de vermicompost sobre el desarrollo del cultivo de sandía, como complemento a la fertilización tradicional.

### **1.2. Hipótesis.**

Los lixiviados de vermicompost conjuntamente con la fertilización tradicional aumentan el rendimiento y la calidad de la sandía.

### **1.3 Metas**

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



## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Generalidades de la sandía y origen

El cultivo de la sandía se remonta a tiempos prehistóricos como así es revelado por las pinturas realizadas en el antiguo Egipto. Los primeros signos de los cultivos de la sandía ocurrieron en el área del mediterráneo o en el lejano oriente hasta la India (Mohr, 1986).

El famoso misionero explorador David Livingstone, en 1857 encontró en África dos formas silvestres de sandía, una dulce y otra amarga, las cuales compartían el mismo hábitat, además dicho misionero observó que estas formas silvestres de sandía eran utilizadas por los nativos como fuente de agua en la estación seca. Por lo que generalmente se concluye que África es el centro de origen del género *Citrullus* (Boswell, 1949).

### 2.2. Clasificación taxonómica.

De acuerdo con Robinsón y Decker-Walters (1997) la clasificación taxonómica del cultivo de sandía es:

Reino: Vegetal

División: Tracheophyta

Clase: Angiospermas

Subclase: Dicotiledoneas

Orden: Cucurbitales

Familia: Cucurbitácea

Subfamilia: Curcurbitoidae

Tribu: Benineasinae

Género: *Citrullus*

Especie: *lanatus*.

## **2.3. Descripción botánica 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. Su ciclo vegetativo varía de 90 - 130 días desde la siembra a la fructificación (Leñano, 1978).

### **2.3.1. Sistema radicular**

El sistema radicular de la sandía es muy ramificado y se desarrolla de acuerdo al suelo y otros factores, este cultivo posee una raíz pivotante que puede profundizar hasta 0.8 m, las raíces laterales 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 (Valádez, 1997).

### **2.3.2. Tallo**

La planta de sandía tiene un hábito de crecimiento de guía rastrera. 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 2 a 5 m de longitud, y tienen cinco bordes o aristas cubiertos de bellos blancos (Valádez, 1997).

### **2.3.3. Hojas**

La sandía es diferente de otras cucurbitáceas, económicamente importantes, por presentar hojas con picos, las hojas están divididas en cinco o siete lóbulos irregulares, de bordes sinuosos, llegan a medir entre 10 y 20 cm de largo y están cubiertas de pubescencias finas (León, 1968).

### **2.3.4. Flores**

Las cucurbitáceas se consideran plantas monoicas ya que pueden presentar tres tipos de flores en una sola planta; masculinas o estaminadas (productoras de polen), femeninas o pistiladas (donde se origina el fruto), a estos dos tipos también se le conoce como imperfectas y hermafroditas o perfectas (con ambos sexos) en la misma flor. 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 (Hodges, 1995).

### **2.3.5. Polinización**

La polinización es cruzada, ya sea anemófila o entomófila. Las sandías son generalmente polinizadas por abejas melíferas (*Aphis melífera*); en cultivares andromonoicos. Las flores hermafroditas deberán ser visitadas por insectos para efectuar la polinización, sin embargo las flores hermafroditas de la sandía 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 (Valádez, 1997).

Cada flor femenina de sandía necesita una gran influencia de polen para que sus frutos se desarrollen adecuadamente, lo que se consigue mediante la concurrencia de 1 abeja por cada 100 flores y 10 visitas por flor femenina. Aunque las plantaciones al aire libre cuentan generalmente con una población de abejas suficiente, para asegurar una correcta polinización es conveniente ubicar 2 colmenas•ha<sup>-1</sup> en el tiempo de la floración (Collison, 1989).

#### **2.3.6. Fruto**

Los frutos son bayas globulosas o elipsoidales, en pepónide con la corteza de color verde uniforme (claro u oscuro), o con listas más claras, y la pulpa, normalmente de color rojo o rosado, aunque existen cvs que poseen la pulpa de color amarillo o anaranjado, caracteres regidos genéticamente, así por ejemplo el color amarillo o anaranjado está regido por genes recesivos distintos, que en dominancia proporcionan el color rojo de la pulpa. El tamaño y peso de los frutos es muy variable y puede oscilar entre 2 y 15 kg (Maroto, 1983).

## 2.4. Variedades

En la Región Lagunera según ASERCA (2002) las variedades de sandía recomendadas para los productores son:

- **Improved peacock®:** Tiene un fruto alargado con puntas achatadas y ligeramente acanalado a lo largo, con 35 - 40 cm de largo y de 23 a 25 cm de diámetro. Su peso promedio es de 8 a 9 kg. La corteza es de color verde oscuro y la pulpa es de color rojo anaranjado. Sus semillas son pequeñas y casi negras, madura entre los 97 y 100 días y tiene buena resistencia al transporte.
- **Summer Flavor 800®.** Es una variedad diploide sobresaliente madura a los 87 días y pesa de 10 a 12 kg, posee frutos de rayas verdes claro, pulpa rojo intenso. Alta tolerancia a Fusarium y Antracnosis.
- **Campeche F1®:** La cual es una variedad de sandía con amplia adaptabilidad. Desarrolla guías muy fuertes, con abundante follaje de hojas anchas, para la protección del fruto. Fruta de forma ovalada, con un promedio de peso de 11 kg, pulpa de color rojo intenso, con alto contenido de azúcar y con muy buena calidad interior. Maduración entre 80 - 90 días y ofrece alto rendimiento durante un periodo más amplio. Alta tolerancia a Fusarium y Antracnosis.
- **Escarlett®:** Es una sandía híbrida con un gran potencial de rendimiento, excelente sabor y calidad de fruta, de gran tamaño y de forma alongada con promedio de 2 a 2.5 frutos por planta. Con un promedio de maduración de

86 dds y un peso promedio de 24 - 28 kg, con corteza de fondo verde oscuro con franjas gruesas color verde claro.

#### **2.4.1. Variedades con respecto a su tipo de fruto**

Las características generales de las variedades de sandía, con respecto al tipo de fruto, de acuerdo con Tamaro (1974) son:

- La sandía común (*Cucurbita citrullus maximus*), es de fruto grande, globoso, con corteza de color verde oscuro, pulpa de color rojo vino y semillas negras.
- Sandía moscatel (*Cucurbita citrullus semilla rubro*), es de pulpa amarilla o blanquecina, con semilla de color castaño.
- Sandía manchada. Se distingue fácilmente por la cabeza del fruto verde, con fajas más claras, la pulpa es de color rosa.
- Sandía napolitana (*Cucurbita citrullus medius*), produce frutos pequeños de corteza verde oscura, pulpa roja y semilla blanquecina bordeada de negro; cuánto más vivo es el color de la pulpa, tanto más azucarado es el fruto.

### **2.5. Requerimientos climáticos y edáficos de la sandía**

#### **2.5.1. Temperatura**

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 29.5 °C, pudiendo tolerar una

temperatura máxima de hasta 35 °C (Nonnecke, 1989). La humedad relativa óptima para la sandía se sitúa entre 65 y 75 %, siendo un factor determinante durante la floración (Tiscornia, 1979).

### **2.5.2. Requerimientos hídricos**

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

Esta hortaliza necesita abundante agua en el periodo de crecimiento, iniciación del desarrollo del fruto y maduración (Maroto, 1983), durante el ciclo agrícola requiere de 500 a 750 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).

### **2.5.3. Luz**

Todas las plantas de guía (melón, sandía, pepino) son muy exigentes con respecto a la luz, por lo que no deben cultivarse junto con plantas que le generen sombra, la luz es parte integrante de la reacción fotosintética en la cual las especies vegetales utilizan la energía y a través de la combinación del bióxido de

carbono agua y elementos nutritivos generan diversos compuestos orgánicos, por medio de la fotosíntesis (Guenkov, 1974).

Cuanto mayor sea la cantidad de luz aprovechable, con otras condiciones favorables, mayor es la proporción de fotosíntesis y la cantidad de carbohidratos utilizables para el crecimiento y desarrollo de la planta (Edmon, 1981).

Adicionalmente, se ha señalado que la proporción de flores masculinas, femeninas y hermafroditas, varían especialmente con las condiciones climáticas (luz, temperatura), habiéndose observado que el número de flores femeninas y hermafroditas aumenta con los días cortos, siendo por lo tanto el factor luz el más importante en la expresión floral (Marco, 1969).

#### **2.5.4. Suelo**

Este cultivo demanda un suelo de consistencia media, bien drenado, de elevada fertilidad, la reacción del suelo tienen poca importancia, puesto que se adapta bien y requiere del suministro de materia orgánica (Cáceres, 1971). Además, la sandía prefiere terrenos húmedos, suaves, ricos en sustancias orgánicas bien descompuestas, expuestos al sol y bien drenados. Igualmente, el cultivo de sandía, requiere suelos fértiles, francos – arenosos, francos limosos, francos arcillosos; con buen contenido de materia orgánica y buen drenaje. Con pH entre 5.5 y 6.6 (Fersini, 1976).



## **2.6. Manejo del cultivo**

### **2.6.1. Preparación del terreno**

Para el desarrollo adecuado de la sandía se requiere, por lo delicado de su manejo, que la siembra se realice en suelos de textura media, o en suelos ligeros para facilitar un buen drenaje, se debe efectuar un barbecho de 25 a 30 cm de profundidad, luego realizar uno o dos pasos de rastra según lo requiera el suelo hasta comprobar que la cama quede bien mullida. El trazado de camas debe ser de 3.5 a 4.0 m de ancho, en siembras tempranas o en intermedias, se recomienda que éstas se alineen de oriente a poniente (Parsons, 1981).

### **2.6.2. Época de siembra**

La fecha de establecimiento en campo para la sandía es a partir del 20 de enero hasta principios del mes de abril; esto es para la Región Lagunera. La mejor época de siembra en la región es del 15 de marzo al 15 de abril, en las siembras tempranas y en las tardías es posible tener mejor mercado aunque con menores rendimientos y riesgos por heladas en las primeras y afectación del fruto en las segundas (Ruíz, 1984). En el caso de Sonora las fechas de siembra comienzan en los primeros días del mes de noviembre y se prolonga hasta mediados del mes de diciembre (CEVY, 2001).

En la Comarca Lagunera la sandía se siembra desde el mes de enero hasta el mes de abril, las fechas de siembra tempranas (enero y febrero) con alta posibilidad de sufrir daños por bajas temperaturas, pero con una mejor ventana de comercialización y las fechas de marzo y abril con mayor capacidad de rendimiento pero con precios de venta menores a las fechas tempranas (INEGI, 1991)

### **2.6.3 Método y densidad de siembra**

Para la Región Lagunera se recomienda aplicar de 1.5 a 2.0 kg•ha<sup>-1</sup> de semilla, colocando cuatro semillas por mata a una profundidad de 1.5 a 2.5 cm, la distancia entre matas es de un metro. Sin embargo, con el empleo de semillas híbridas, debido a costo elevado de este tipo de materiales genéticos, la cantidad de la semilla se ha modificado por mata y se coloca una semilla por cada espacio de siembra. De tal manera que se establece una densidad de siembra que va de 2,500 a 2,850 planta•ha<sup>-1</sup> (PIAEBAC 1961 -1981).

El efecto de la densidad de población en el rendimiento no es directo; para lograr elevar el rendimiento, por unidad de superficie, los cultivos deben tener la capacidad de captar gran cantidad de radiación solar durante la etapa de crecimiento del fruto que es cuando la fotosíntesis debe aportar más carbohidratos (Hall, 1990).

#### **2.6.4. Germinación**

La germinación en campo depende de la temperatura del suelo, con temperaturas menores de 25 °C (entre 15 y 20 °C) la germinación se realiza en cinco a seis días, la germinación ocurre entre 10 y 12 días. Con temperatura en el suelo de 10 °C la semilla se encuentra en latencia sin iniciar su proceso de germinación (Bringas, 1999).

Por su parte, para la producción de plántulas la germinación se debe de llevar a cabo dentro de un invernadero, debido a que se requiere de una temperatura constante de 26 a 29 °C, siendo 28 °C, la óptima, para obtener una germinación satisfactoria, además de condiciones semihúmedas de crecimiento (Pantastico, 1984).

Cuando se realiza la siembra de semillas de sandía en charolas se debe tener cuidado con la adherencia de la cubierta de la testa de la semilla, ya que al emerger los cotiledones, se genera un problema muy inquietante, debido a que causa disturbios en la plántula y algunas veces disminuye el porcentaje de germinación; así pues, una práctica eficiente que reduce este problema es orientar la semilla a un ángulo de 45 °C con la radícula hacia arriba, al momento de la siembra en charolas (Maynard, 1989).

### **2.6.5. Transplante**

Se ha encontrado que las plántulas de sandía están listas para el transplante cuando presenten la tercera hoja verdadera; deberán ser endurecidas o adaptadas, reduciendo el riego del cultivo y bajando la temperatura del invernadero, particularmente en las noches; en algunas áreas las plántulas son colocadas fuera del invernadero varios días antes del transplante (Mexagro s/f).

### **2.6.6. Riegos**

El riego tiene como finalidad promover el crecimiento más vigoroso de las plantas y mantener o regular la temperatura del suelo, para que las raíces realicen adecuadamente la función de absorber elementos nutritivos. Cuando la siembra se efectúa en seco, el primer riego debe realizarse por transporo, procurando que sólo la humedad llegue a la semilla, para evitar que se formen costras duras que dificulten su emergencia. Los riegos posteriores deberán aplicarse oportunamente evitando castigar a las plantas por faltas o excesos de humedad, ya que esto retrasa su desarrollo y consecuentemente influye en el rendimiento (Valádez 1998).

Debe tenerse cuidado en la aplicación de los riegos antes y durante la floración, procurando que no falte humedad al suelo en esta etapa de desarrollo del cultivo. Durante la cosecha los riegos deberán ser ligeros, con el fin de evitar

que los frutos acumulen mucha agua, lo que provoca que se partan durante su manejo (PIAEBAC, 1961-1981).

Para el caso de la Comarca Lagunera los riegos varían de acuerdo al tipo de suelo y la periodicidad de su aplicación depende de la etapa de desarrollo del cultivo. Un criterio aceptable es aplicar los riegos cada 12 a 15 días, procurando no someter al cultivo a intervalos demasiados amplios de riego durante etapas críticas como son la floración y formación de fruto (CAELALA, 1984).

#### **2.6.7. Fertilización**

La época de aplicación de cualquier fertilizante va a depender principalmente de las necesidades del cultivo y de la cantidad disponible de elementos nutritivos en el suelo y que puedan ser aprovechables por las plantas, la fórmula tradicional recomendada es 120-60-0 con la tendencia a sobrepasarse en la fertilización nitrogenada (Edmon *et al.*, 1981).

Para el caso de la fertirrigación la fertilización se realiza con la fórmula 160-80-00, utilizando urea y fosfato de amonio como fuentes de nitrógeno y fósforo, aplicados en ocho fracciones, cada diez días, a través del ciclo vegetativo del cultivo en forma de solución, en el agua de riego (Mendoza *et al.*, 2003).

### **2.6.8. Requerimientos nutricionales**

De acuerdo con Mills y Benton (1996) los niveles óptimos de los elementos nutritivos en el cultivo de la sandía varían de acuerdo a las principales etapas fenológicas (cuadro 1), las cuales comprenden: a) primera etapa de inicio de floración a fructificación; b) segunda etapa de planta madura a estado de fruto pequeño; y c) tercera etapa de fruto pequeño a cosecha.

### **2.6.9. Plagas y Enfermedades**

La lucha contra las plagas y enfermedades de las plantas se realiza mediante el empleo de productos que eliminen cada uno de los parásitos. En la mayoría de los casos, el empleo de los productos tiene que ser preventivo, es decir, antes de que aparezca la plaga; en otros casos los tratamientos pueden ser curativos, que consisten en combatir el parásito una vez que esté presente. Para conseguir mayor eficacia, y al mismo tiempo ahorro de mano de obra en los tratamientos, los productos suelen aplicarse mezclados (Serrano, 1979).

Cuadro 1. Nivel óptimo de los elementos nutritivos en las etapas fenológicas de desarrollo de la sandía.

Elemento	I Etapa	II Etapa	III Etapa
Macroelementos (%)			
N	4.0 - 5.5	2.0 - 3.0	4.0 - 5.00
P	0.3 - 0.8	0.2 - 0.3	0.25 - 0.70
K	4.0 - 5.0	2.5 - 3.5	3.50 - 4.50
Ca	1.7 - 3.0	2.5 - 3.5	2.0 - 3.20
Mg	0.5 - 0.8	0.6 - 3.5	0.30 - 0.80
S	nd	nd	nd
Microelementos (ppm)			
Fe	50 - 300	100 - 300	50 - 300
Mn	50 - 250	60 - 240	40 - 250
B	25 - 60	30 - 80	25 - 60
Cu	6 - 20	4 - 8	5 - 20
Zn	20 - 50	20 - 60	20 - 250
Mo	nd	nd	nd

Fuente: (Mills y Benton, 1996). nd = no determinado;

En la Comarca Lagunera, las enfermedades con respecto al cultivo de la sandía, los principales problemas, los ocasionan la cenicilla polvorienta (*Erysiphe cichoracearum*) y la antracnósis (*Colletotrichum lagenarium*), las cuales dañan las hojas y los frutos respectivamente (Anaya, 1991).

Debe revisarse el cultivo para ver la aparición de plagas sobre todo al inicio de la floración, ya que éstas se propagan rápidamente y causan serios daños, para el caso se pueden mencionar algunas de ellas: Pulgón (*Aphis gossypii*) y su controles en base a los siguientes productos; Metamidafos 600 a razón de 1.0 L•ha<sup>-1</sup>, Endosulfan 35 a dosis de 1.0 a 1.5 L•ha<sup>-1</sup>; gusano soldado (*Spodoptera exigua*) controlado con Kevin 80 % a razón de 2 a 3 kg•ha<sup>-1</sup>, Lannate 90% a razón de 0.3 a 4.0 Kg•ha<sup>-1</sup>, Parathión metílico 720 a razón de 1 L•ha<sup>-1</sup>; minadores (*Liriomyza sp*) controlados con Diazinón 25% a razón de 1 L•ha<sup>-1</sup> (Ruiz, 1984).

### 2.6.9.1. Daños por plaga

Según Anaya (1991) los daños directos por efectos de plagas de mosquita blanca (*Bemisia tabaci*) y pulgón (*Aphis gossypii*) se debe a que se alimentan de las plantas, y por ser transmisores de enfermedades de tipo viral que ocasionan son:

- Reducción de los rendimientos unitarios hasta en  $10 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ .
- Reducción de la superficie sembrada de 3,000 a 1,500 ha.
- Altos costos de producción por el uso excesivo de insecticidas, llegándose a realizar hasta 14 aplicaciones.

Para el control de mosquita blanca y pulgones, gusanos soldado y falso medidor, principales vectores de enfermedades de tipo viral, es importante tratar la semilla con 24.5 g de ingrediente activo por libra de semilla del insecticida Imidacloprid (Gaucho). A los 30 días después de la siembra realizar una aplicación de este mismo insecticida en su presentación confidor en dosis de  $350 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$  de ingrediente activo dirigido al cuello de la planta.

Después de 60 días de la siembra, si persisten las plagas, complementar el control con dos o tres aplicaciones del hongo *Paecilomyces fumosoroseus* en dosis de  $1.2 \times 10^{12}$  conidias por hectárea. Para los gusanos soldado y falso medidor clorpirifos aplicar en dosis de  $720 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$  de ingrediente activo y *Bacillus thuringiensis* en dosis de 0.5 a  $1.0 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de producto comercial, colocar un mínimo de cuatro trampas con cebo alimenticio (melaza fermentada) para la



captura de adultos de estas especies y realizar ocho liberaciones de 30 mil avispitas *Trichogramma pretiosum* al detectar las primeras oviposturas (1 por semana).

#### **2.6.10. Cosecha.**

Al llegar el momento de la cosecha se debe tomar en cuenta los siguientes factores para llevarlos a cabo (Roger, 1996):

- a) Cambio de color en el fruto de la parte que toca el suelo, de un blanco a un blanco crema.
- b) El marchitamiento de los zarcillos que están más cerca del fruto.
- c) Tocar el fruto y escuchar un sonido hueco más apagado a medida que los frutos maduren.

Por otra parte, Maynard (s/f) menciona que un lado (“ground spot”) de la fruta deberá ser crema o de un color amarillento, dar unos golpes a la fruta para checar su madurez, un sonido sólido indica su madurez, mientras que un eco agudo indica una fruta verde. En la Región Lagunera se considera que el fruto está listo para el corte cuando la hoja y el zarcillo o el rabito inmediato al fruto se marchitan. Estos indicadores se conjugan con la experiencia de los cortadores de sandía (Ruiz, 1984).

Sin embargo se puede señalar que la cosecha de sandía se hace de muchas maneras; el tiempo que transcurre desde la floración hasta la maduración es de 45 días como promedio. Al final de este periodo, puede empezar la prueba

de madurez con frecuencia. Los frutos se golpean con los dedos. Después de realizar el corte de los frutos, se deberá aplicar en el extremo del pedúnculo una pasta hecha con sulfato de cobre, para evitar la pudrición de dicha parte (Mortensen y Bullard, 1985).

## 2.7. Valor Nutricional de la Sandía

En el cuadro 2, de acuerdo con Valádez (1998) se presenta la composición química de los frutos de sandía.

Cuadro 2. Composición química de los frutos de sandía (Valádez, 1998).

Componente		Componente	
Agua (%)	92.6	Sodio	1.0
Proteínas (g)	0.5	Potasio	100
Carbohidratos (g)	6.4	Acido ascórbico	7.0
Calcio (mg)	7.0	Tiamina (B1)	0.03
Fósforo (mg)	10	Riboflavina (B2)	0.03
Hierro (mg)	0.5	Vitamina A	590 *U I
Valor energético (cal)	26	Grasa	0.2

\*U I.= Unidades Internacionales

## 2.8. Manejo de fruto de la sandía

Anteriormente era común que la sandía fuera transportada en trenes a su lugar de destino esto originaba que la fruta se pudriera en el camino, pero en la actualidad se utiliza el transporte por medio de camiones, evitando así un menor retraso de llegada de la fruta a su destino de comercialización. Originalmente la sandía se estibaba de tres a cinco frutos, pero ahora hay productores que emplean cajas de carga las cuales facilitan el transporte desde el campo al supermercado y dan una buena presentación al producto (Gordón y Barden, 1984).

## 2.9. Usos

Los frutos de la sandía son muy apreciados por su sabor refrescante durante el verano, posee un alto contenido en agua y no es recomendable tomarle en excesiva cantidad sobre todo por la noche, ya que puede ocasionar algunos problemas digestivos. En algunas ocasiones de la semilla puede extraerse un aceite apto para cocinar, cuyo contenido oscila entre 20 y el 45% (Maroto, 1983). La sandía es apetecida por su frescura y rico sabor dulce, se consume principalmente la fruta fresca, también se puede consumir en refresco, helados, así como industrializarse como fruta congelada, caramelo y jalea (Mendoza, *et al*; 2003).

Según la INEGI (1991), publicó unas estadísticas las cuales determinaba el uso de la sandía en diferentes maneras, y arrojó los siguientes resultados: en Rusia, el jugo de la sandía se emplea para preparar cerveza, también se hierve para formar una miel espesa que se utiliza como malaza. En Asia se tuestan las semillas, le agregan sal y la comen como botana, en Irak, Egipto y algunas partes de África se le considera como alimento básico para los animales, y en las regiones muy secas constituyen una fuente de agua. En EE.UU. las conservas hechas de la cáscara de la sandía se consideran como un verdadero placer para la mayoría de la gente aunque su uso principal en este país es como postre. En México se consume como postre o aperitivo de buen sabor.

## 2.10. Lixiviados de vermicompost

Debido al incremento en el costo de los fertilizantes químicos y a la contaminación que propician en el ambiente, cuando se utilizan irracionalmente, resulta esencial encontrar alternativas de fertilización, económicas y más eficientes. Por lo anterior se ha considerado como una alternativa la utilización de las fuentes orgánicas entre las que destacan las excretas líquidas de cerdo Soria-Fregoso (2001), o los lixiviados que potencialmente se pueden recuperar de los canteros o cunas donde se lleva a cabo el proceso de vermicomposteo con lombrices de tierra e.g., *E. fetida*, *E. andrei*, entre otras (GRAMA, s/f; Soto y Muñoz, 2002).

El vermicomposteo es una técnica que consiste en la utilización de lombrices para la obtención de compost a partir de restos de materia orgánica. A este material se le denomina vermicompost o humus de lombriz o lombricompost (Schuldt, 2006).

En principio las materias primas para el vermicomposteo son las mismas que para el composteo, aunque en algunos matices referentes a las condiciones y contenidos necesarios para que las lombrices puedan llevar a cabo su metabolismo. El vermicomposteo es una técnica que puede llevarse a cabo en espacios reducidos, por lo que suele ser ideal para pisos con o sin terrazas. Simplemente se trata de favorecer las condiciones ambientales en las que viven las lombrices de forma natural debajo del suelo, para que con su actividad

contribuyan a liberar los compuestos esenciales y ponerlos nuevamente a disposición de las plantas (Schuldt, 2006).

Actualmente, según Chalker (2001) los lixiviados de compost o vermicompost, al igual que las enmiendas orgánicas, las bacterias epifitas (quitinolíticas y glucanolíticas) los extractos de plantas con características fungicidas, considerados como métodos alternativos de control para enfermedades, son una de las opciones que se están estudiando para el control de enfermedades e. g., Sigakota negra.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Localización del Área Experimental**

La presente investigación se llevó a cabo durante el ciclo agrícola primavera-verano 2006, en el Ejido Congregación Hidalgo, municipio de Matamoros Coahuila, ubicado al costado sur de la carretera libre Torreón–Saltillo km 30 tramo Matamoros–Congregación Hidalgo.

#### **3.2. Ubicación Geográfica de la Comarca Lagunera**

La Comarca Lagunera está situada en la parte suroeste del Estado de Coahuila y noroeste del Estado de Durango. Comprendida entre los meridianos  $101^{\circ} 41'$  y  $105^{\circ} 15'$  de longitud oeste del Meridiano de Greenwich y los paralelos  $24^{\circ} 59'$  y  $26^{\circ} 53'$  longitud norte. Colinda al norte con el estado de Chihuahua y los municipios de Sierra Mojada y Cuatro Ciénegas Coahuila; al sur con el estado de Zacatecas (Domínguez, 1988).

#### **3.3. Características Climáticas**

El clima de la Comarca Lagunera, según la clasificación de Köppen, es árido o muy seco (estepario-desértico); es cálido tanto en primavera como en

verano, con invierno fresco, de tal forma que la temperatura media anual observada a través de 41 años (1941-1982), osciló entre 19.4 y 20.6 °C, con un valor promedio de las temperaturas máximas y mínimas de 19.1 y 12.1°C respectivamente (Domínguez, 1988).

En lo que cabe a la precipitación pluvial, en la Región Lagunera es escasa, encontrándose la atmósfera desprovista de humedad. El periodo máximo de precipitación queda comprendido entre los meses de agosto y septiembre por lo que la precipitación es generalmente nula en la época de mayor demanda en la sandía (Domínguez, 1988).

### **3.4. Preparación del terreno**

#### **3.4.1. Barbecho**

Esta actividad fue realizada con arado de discos, con la finalidad de romper el terreno compactado y exponerlo a la intemperización. Realizándose a una profundidad de 30 cm, y 34 días antes de la siembra.

#### **3.4.2. Rastreo**

Consistió en el paso de la rastra con la finalidad de destruir los terrones, esta actividad se realizó una semana después del barbecho.

### **3.4.3. Cruza**

Consistió en el paso cruzado de la rastra con la finalidad de que el suelo quedara bien mullido y tener una mejor cama de siembra, para que la raíz de la sandía tenga un desarrollo adecuado.

### **3.4.4. Nivelación con escrepa doble**

Este trabajo consistió en pasar el tractor con la escrepa en un sentido y repetir la operación en forma cruzada, procurando que el terreno quede lo mas nivelado posible.

### **3.4.5. Trazo de riego**

Se trazó una cuadrícula de 20 por 20 metros con las ruedas traseras del tractor, posteriormente con un aparato de nivelación se obtuvieron las cotas del terreno y en el gabinete se trazó el sentido (dirección) de los canales que conducirían el agua de riego.



#### **3.4.6. Marcado de camas**

Las camas para siembra se trazaron con una distancia entre ellas de 8 m. Primero se marcaron con un arado de vertedera y en ese mismo paso se aplicó la fertilización base, posteriormente con un arado de vertedera mayor, denominado mariposa, se abrió la zanja para su tamaño definitivo con un ancho de 80 - 90 cm y de 40 - 50 cm de profundidad.

#### **3.4.7. Fertilización base**

La fertilización base fue de 42.5 unidades de nitrógeno, 65 unidades de fósforo y 37.5 de potasio por cada hectárea de siembra.

#### **3.4.8. Acolchado plástico**

El plástico con el que se trabajó fue de color negro, calibre 80 de 2 metros de ancho y se colocó en el terreno, una vez que se terminó de hacer las zanjas, para ello se utilizó una acolchadora mecánica adaptada al tractor.

#### **3.4.9. Trazo y formación de regaderas**

Una vez que se terminó de realizar todas las operaciones dentro del terreno de siembra, se procedió a formar las regaderas que fueron las que condujeron el agua durante el ciclo de vida de las plantas.

#### **3.4.10. Perforación del Plástico**

Esto se realizó un sacabocados colocándolo en una cubeta de hierro con carbón encendido para calentarlo, y se puso sobre el plástico a una distancia de 1 m, entre perforación y perforación, con lo cual se logró el desprendimiento del plástico donde se realizó la siembra.

#### **3.4.11. Rastra de limpieza en la parte central de las camas**

Esta actividad se realizó con una rastra de levanta y consistió en darle una pasada entre cama y cama de siembra para la eliminación de maleza.

### **3.5. Siembra**

La siembra se realizó el 13 de febrero del 2006 de manera directa, utilizando dos semillas por perforación de la variedad Summer Flavor 800®, esto se realizó con el propósito de obtener un porcentaje de germinación adecuado, utilizando un total de 800 semillas en el área experimental, de las cuales al momento de la germinación de la planta utilizándose 20 plantas por tratamiento, sembradas a doble hilera, con una distancia entre ellas de 4 m, para cada repetición dando un total de 400 plantas utilizadas en el área experimental.

### **3.6. Resiembra.**

Debido a que se presentaron fallas de la germinación en la superficie experimental se determinó a realizar solo una resiembra, a los 10 días después de la siembra utilizando un 5% de semillas.

### **3.7. Riegos**

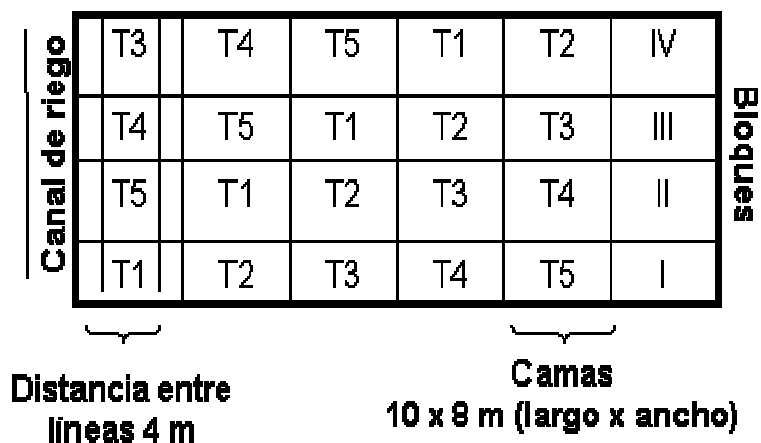
El riego aplicado fue por gravedad, utilizando regaderas y una o dos sifones de aluminio de 2 pulgadas de diámetro por zanja, dependiendo de la necesidad del cultivo. En total se aplicaron 16 riegos desde el establecimiento, hasta la finalización del cultivo, utilizando una lámina de riego estimada de 1.60 metros. Los 16 riegos se aplicaron a los 5, 18, 29, 43, 58, 70, 77, 84, 89, 94, 100, 106, 111, 115, 126 y 133 días después del germinación, respectivamente y debido a las condiciones climáticas que prevalecieron en esta región.

### **3.8. Polinización**

Para la polinización se utilizaron tres cajones de abejas (*Aphis mellífera*) por hectárea.

### 3.9. Diseño experimental y análisis estadístico

Para determinar el efecto de los tratamientos evaluados, el estudio se estableció utilizando un diseño de bloques al azar con cinco tratamientos con cuatro repeticiones. La distribución de tratamientos en campo se puede apreciar en la figura 1. Aplicándose además un análisis de varianza y la prueba de comparación de medias DMS <sub>(5%)</sub>. Para ambos análisis se utilizó el paquete de Software de Diseños Experimentales versión 2.4 (Olivares-Sáenz, 1993).



**Figura 1.** Distribución de tratamientos en campo y dimensiones de la cama de siembra para evaluar el desarrollo de la sandía en condiciones de campo UAAAN, 2006.

Los tratamientos evaluados consistieron en aplicar la fertilización tradicional más los niveles exploratorios de lixiviados de vermicompost que se manejaron en el presente experimento (cuadro 3).

**Cuadro 3.** Tratamientos evaluados durante el desarrollo de la sandía (*Citrullus lanatus*) ciclo P-V 2006.

Tratamiento	Fertilización	Dosis de LVC (L•ha <sup>-1</sup> )
T1	FT	0
T2	FT	100
T3	FT	200
T4	FT	300
T5	FT	400

FT = fertilización tradicional, consistente en 42.5-65-37.5 ha<sup>-1</sup>

Los lixiviados de vermicompost (LVC) se obtuvieron de la unidad de producción de vermicompost instalada en la Unidad Laguna de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Los LVC se recuperaron a través del sistema de drenaje que poseen los canteros, con tubos de PVC ranurados y colocados al fondo de cada cantero, donde se realiza el vermicomposteo con lombrices *Eisenia fetida*, aprovechando la gran capacidad de solubilización y del arrastre que posee el agua de riego que se aplica para mantener los niveles de humedad (70-80%) (Contreras-Ramos *et al.*, 2005) que demandan las lombrices para llevar a cabo su acción biotransformadora de los residuos orgánicos, durante un periodo de 90 días (Singh *et al.*, 2004).

### 3.10. Fuente y dosis de fertilización

Para satisfacer la recomendación 42.5-65-37.5 por hectárea de N-P-K se realizaron tres aplicaciones de fertilizantes en función de la etapa fenológica del cultivo de la sandía, los productos y la dosis aplicados (cuadro 4).

**Cuadro 4.** Materiales fertilizantes, dosis aplicadas y frecuencia de aplicación para el cultivo de la sandía ciclo P-V 2006

Fertilización Dds	Fertilizantes	Dosis ha <sup>-1</sup>	N-P-K (Kg•ha <sup>-1</sup> )	N-P-K (Kg•Área experimental <sup>-1</sup> )
Base			42.5-65-37.5	5.44-8.32-4.80
1 <sup>a</sup> . 39 dds	Fertigro (08-24-00). Sulfato de Amonio (10.25-0-0).	10 L  50 kg	0.8-2.4-00  10.25-00-00	0.10-0.30-00  1.31-00-00
2 <sup>a</sup> . 57 dds	Fosfonitrato (33-03-00)	50 kg	16.5-1.5-00	2.11-0.19-00
3 <sup>a</sup> . 81 dds	Fosfonitrato (33-03-00) Ferticare NK (13-00-44)	150 kg  300 kg	49.5-09-00  39-00-132	6.33-1.15-00  4.99-00-16.89
<b>Total</b>			<b>158.55-77.9-169.5</b>	<b>20.28-9.96-21.69</b>

### 3.11. Control de Plagas y Enfermedades

No hubo presencia de enfermedades debido al programa preventivo en el cual se hicieron aplicaciones de fungicidas con nombres comerciales de: Flonex, Sultron, Blindaje y Ridomil Gold Bravo a razón de 2 L•ha<sup>-1</sup> para los dos primeros, 500 g•ha<sup>-1</sup> el tercero y 1 Kg •ha<sup>-1</sup> el cuarto producto por su parte, para el control pulgón (*Aphis spp.*) se realizó una aplicación de Karate más Thiodan a dosis de .5 y 1.0 L• ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Además se realizó una segunda aplicación contra pulgón se utilizó Plenum ( Pymetrozine) a razón de 200 g•ha<sup>-1</sup> ,disuelto en 200 L de agua agregando 250 mL de adherente dispersante Surfacid.

### 3.12. Aplicaciones de Productos Químicos Durante el Ciclo

1.- La primera aplicación se realizó a los 22 dds y los productos utilizados fueron: Acuamilt (producto desalinizante y acondicionador del suelo) a dosis de  $10\text{L}\cdot\text{ha}^{-1}$ , aplicación foliar de: 500 mL de Codasting (aminoácidos), 500 mL de algaenzims (acondicionador de planta) y 250 mL de Sulfacid (adherente dispersante acidificante).

2.-La segunda aplicación se llevó acabo a los 45 dds y los productos utilizados fueron:  $0.5\text{L}\cdot\text{ha}^{-1}$  de Codan (aminoácido), 1.5 L de foliar 00-20-30, 250 mL de Sufacid (Adherente dispersante).

3.- La tercera aplicación foliar se efectuó a los 73 dds, los productos aplicados fueron:  $0.50\text{mL}\cdot\text{ha}^{-1}$  de Cytovit (Fitohormona),  $0.50\text{mL}\cdot\text{ha}^{-1}$  de Codafol magnesio (fertilizante foliar),  $0.50\text{mL}\cdot\text{ha}^{-1}$  de Codafol potasio (fertilizante foliar),  $2\text{L}\cdot\text{ha}^{-1}$  de Flonex (mancozed), Sulfacid (adherente dispersante acidificante).

4.- La cuarta aplicación se realizó a los 96 dds y los productos aplicados fueron: 1 kg de Ridomil Gold Bravo (Metalaxil + clorotalonil) para control del Tizón fungicida,  $1\text{L}\cdot\text{ha}^{-1}$ , Thiodan (endosulfan) para control de mosquita blanca, insecticida  $1\text{L}\cdot\text{ha}^{-1}$ , Karate ( lambda cyhalotrina) para control de mosquita blanca ,250 ml de Sulfacid.

5.- La quinta aplicación se realizó a los 107 dds en donde se aplicaron los siguientes productos:  $300\text{gr}\cdot\text{ha}^{-1}$  de Plenum (Pymetrozine) para controlar la mosquita blanca y pulgones, fungicida,  $500\text{gr}\cdot\text{ha}^{-1}$  de Blindaje (benomilo) para el control de tizón y *Alternaria* ,  $2\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de Super K pHos (00-25-45),  $0.5\text{L}\cdot\text{ha}^{-1}$  de

Sulfacid . Los productos mencionados se aplicaron mezclados en tanque de 200 litros de agua para una hectárea.

### **3.13. Cosecha**

Para iniciar la cosecha fue necesario utilizar una persona especializada (cortador), quien valoró el cual fue a valorar la huerta una semana antes de iniciar y fue el que estableció la fecha para iniciar los cortes. Los índices para cosechar son:

- Los zarcillos más cercanos al fruto deben de estar completamente seco.
- La zona de la fruta en contacto con el suelo pasa de color blanco verdoso o blanco amarillento al madurar.
- Al golpear los frutos con los dedos se produce un sonido sordo

La cosecha del fruto se valizó cada semana, iniciando el primer corte a los 120 dds y se efectuaron seis cortes en total.

### **3.14. Variables a evaluar**

#### **3.14.1 Sólidos solubles**

La presente actividad se realizó con un refractómetro de la marca Atago® con compensación automática de temperatura, tipo ATC-1 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.



### **3.15 Peso de fruto**

Con el apoyo de una bascula de tipo gancho Nuevo León y con capacidad de 100 Kg. se registró el peso de los frutos de sandía por tratamientos, por repetición y para cada uno de los seis cortes realizados en el presente experimento.

#### **3.15.1. Rendimiento total**

El peso total promedio de los frutos de los seis cortes realizados, por tratamiento y repetición, de la unidad experimental de parcela útil de 64 m<sup>2</sup> fue extrapolado para estimar el rendimiento total por hectárea del cultivo de la sandía.

#### **3.15.2. Número de frutos totales**

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

#### **3.15.3. Análisis estadístico**

Los datos obtenidos para cada una de las variables, con el propósito de determinar el efecto de los tratamientos, fueron sometidos a un análisis de varianza y a la prueba DMS (0.05%), utilizando el paquete de Diseños Experimentales Versión 2.4 Olivares-Saenz (1993).

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Sólidos solubles °Brix.

De acuerdo al análisis de varianza de sólidos solubles se encontró diferencia altamente significativa ( $P \leq 0.01$ ) para tratamientos y para bloques (cuadro 5). Al aplicar la prueba de comparación DMS <sub>(5%)</sub> se puede apreciar en el cuadro 6 y la figura 1, que el tratamiento T4, con la dosis de  $300 \text{ L} \cdot \text{ha}^{-1}$  de LVC, generó un valor de sólidos solubles  $9.7 \text{ }^\circ\text{Brix}$ , en los frutos de la sandía. Los tratamientos T3 y T5 ( $200$  y  $400 \text{ L} \cdot \text{ha}^{-1}$  de LVC) se comportaron estadísticamente iguales al T4. Los tratamientos con menor valor de sólidos solubles coinciden con los que menos cantidad de lixiviado de vermicompost que se les agregó.

Cuadro 5. Análisis de varianza para los sólidos solubles en el estudio de evaluación de la variedad de sandía Summer Flavor 800 ® P- V 2006.

FV	gl	SC	CM	F	P>F
Tratamiento	4	14.131836	3.532959	7.1428	0.001
Bloques	5	12.171143	2.434228	4.9214	0.005
Error	20	9.892334	0.494617		
Total	29	36.195313			

CV (%) = 7.91

Cuadro 6. Medias de sólidos solubles (°Brix) que se obtuvieron en el estudio de evaluación de genotipo de la variedad Summer Flavor 800 ® de sandía P- V 2006.

Tratamiento	Sólidos solubles (°Brix)	Grupo de significancia
4	9.7	a
3	9.1	ab
5	9.0	ab
2	8.8	b
1	7.6	c

DMS (5%) = 0.84; letras iguales son estadísticamente iguales

El contenido en sólidos solubles determinado en grados Brix resultó adecuado debido a la aplicación de los LVC, se destaca lo anterior por que todos los tratamientos T2 – T5 (8.8, 9.1, 9.7 y 9 °Brix, respectivamente) que recibieron el LVC, en dosis de 100 a 400 L•ha<sup>-1</sup> superaron al valor de 7.8 °Brix obtenido en el tratamiento con fertilización tradicional.

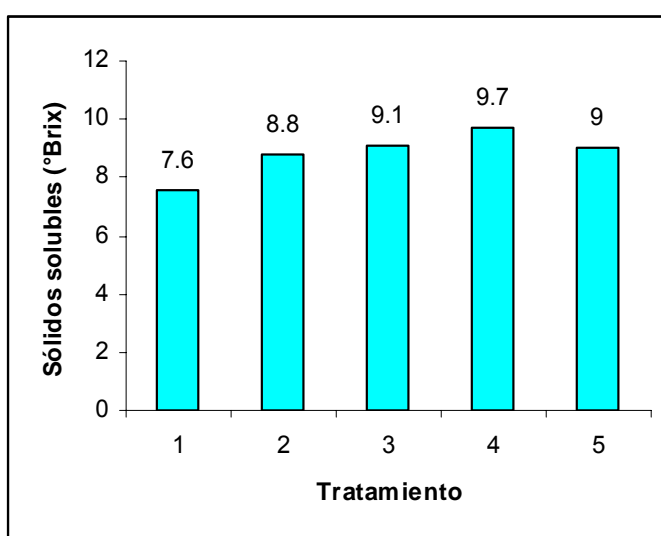


Figura 1. Medias de sólidos solubles que se obtuvieron en el estudio de evaluación de la variedad Summer Flavor 800® P-V 2006.

Los valores obtenidos para los sólidos solubles en los tratamientos T2 – T5 (8.8, 9.1, 9.7 y 9 °Brix, respectivamente) superaron al valor de 8 °Brix recomendado por Camacho-Ferre y Fernández-Rodríguez (1996) para los frutos de sandía temprana que se manda al mercado en Almería, España.

En el mismo sentido las concentraciones de sólidos solubles, que oscilaron de 8.8 a 9 °Brix en los tratamientos T2 – T5 y que recibieron las dosis de LCV de 100 a 400 L•ha<sup>-1</sup> superaron al valor de 8 °Brix recomendado por la Comisión del Codex Alimentarius (FAO-OMS, 2003) para los frutos de sandía.

#### 4.2. Rendimiento en toneladas por hectárea total

El análisis de varianza para rendimiento total (t•ha<sup>-1</sup>) presentó diferencia significativa (P≤0.05) para los bloques y no significativa para tratamientos (cuadro 7), sin embargo al aplicar la prueba DMS<sub>(5%)</sub> con los datos obtenidos en el ANOVA y los valores promedio de los rendimientos se determinó que el tratamiento T3, al cual se le aplicó una dosis de 200 L•ha<sup>-1</sup> de LVC, superó al resto los tratamientos, tanto a los que recibieron las otras dosis de LVC, como al tratamiento testigo (figura 2), aunque a excepción del tratamiento T4 (300 L•ha<sup>-1</sup>) los tratamientos T1 (testigo) T5 y T2 (400 y 100 L•ha<sup>-1</sup>, respectivamente) resultaron estadísticamente iguales al tratamiento T3 (cuadro 8).

Cuadro 7. Análisis de varianza para el rendimiento total (t•ha<sup>-1</sup>) que se obtuvo en el estudio de evaluación de la variedad de la sandía Summer Flavor 800 ® P-V 2006.

FV	gl	SC	CM	F	P>F
Tratamiento	4	588.531250	147.132813	1.6662	0.222
Bloques	3	1317.320313	439.106781	4.9726	0.018
Error	12	1059.671875	88.305992		
Total	9	2965.523438			

CV (%) = 13.62

Cuadro 8. Rendimiento total ( $t \cdot ha^{-1}$ ) que se obtuvieron en el estudio de evaluación del genotipo de la sandía Summer Flavor 800® P-V 2006.

Tratamiento	Rendimiento ( $t \cdot ha^{-1}$ )	Grupo de significancia
3	61.78	a
1	56.97	ab
5	54.78	ab
2	52.96	ab
4	48.86	b

DMS (5%) = 14.48; letras iguales son estadísticamente iguales

El rendimiento obtenido en los tratamientos evaluados (T1 – T5), tanto para el tratamiento testigo, como para los que recibieron las dosis de LVC (100 – 400  $L \cdot ha^{-1}$ ) superaron al rendimiento promedio general que se obtiene en la Comarca Lagunera (SAGARPA, 2006). En el caso específico del tratamiento T3 con la dosis de 200  $L \cdot ha^{-1}$  de LVC el rendimiento promedio obtenido, de  $61.78 t \cdot ha^{-1}$ , duplicó a la media regional, obtenida en la Comarca Lagunera en junio de 2006, cuyo valor fue de  $28.99 t \cdot ha^{-1}$  (SAGARPA, 2006).

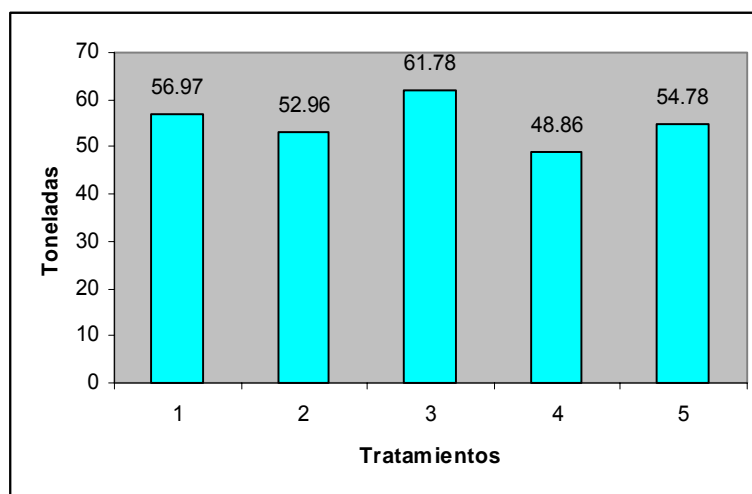


Figura 3. Rendimiento total ( $t \cdot ha^{-1}$ ) obtenido en el estudio de evaluación de la variedad de sandía Summer Flavor 800® P-V 2006.

El rendimiento promedio de 61.78 t•ha<sup>-1</sup> obtenido en el presente experimento, con la dosis de 200 L•ha<sup>-1</sup> de LVC, representó un incremento del 205.93% con respecto al rendimiento promedio que se obtiene por los productores de la Comarca Lagunera, este incremento coincide con lo establecido por Villa-Castorena *et al.* (2001) quienes determinaron que la zonificación agroecológica de las hortalizas en la esta región permitirá obtener rendimientos para el cultivo de la sandía incrementados en un 152%.

#### 4.3. Número promedio de frutos obtenidos

Aunque no hubo diferencia significativa para bloques ni tratamientos (Cuadro 9 ) los valores P>F resultaron muy pequeños 0.104 y 0.142, respectivamente, al realizar la prueba de comparación de medias DMS <sub>(5%)</sub> se detecto que los tratamientos ,T1,T5 Y T3 generaron el mayor número de frutos promedio 57.5, 56.50 y 56.25, respectivamente.

Cuadro 9. Análisis de varianza del número promedio de frutos que se obtuvo en el estudio de evaluación de la variedad de la sandía Summer Flavor 800 ® P-V 2006.

FV	gl	SC	CM	F	P>F
Tratamiento	4	483.500000	120.875000	2.4317	0.104
Bloques	3	325.750000	108.583336	2.1844	0.142
Error	12	596.500000	49.708332		
Total	9	1405.750000			

CV (%) = 13.24

Cuadro 10. Medias de número promedio de frutos obtenidos en el estudio de evaluación de genotipo de la variedad Summer Flavor 800<sup>®</sup> de sandía P- V 2006

Tratamiento	Número de frutos por tratamiento.	Grupo de significancia
1	57.50	a
5	56.50	a
3	56.25	a
2	51.75	ab
4	44.25	b

DMS (5%) = 10.86; letras iguales son estadísticamente iguales

El número promedio de frutos en obtenidos en los tratamientos evaluados T1 se refiere al testigo obtuvo un mayor número de frutos 57.50, seguida del T5 y T3 con la aplicación de LVC (400-200 L•ha<sup>-1</sup>) respectivamente.

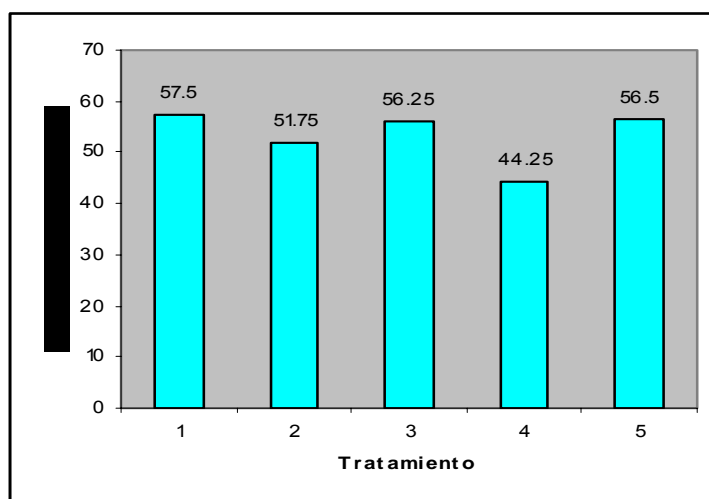


Figura 4. Número promedio de frutos obtenidos en el estudio de evaluación de la variedad de sandía Summer Flavor 800<sup>®</sup> P-V 2006.

El número promedio de frutos obtenido en el presente experimento el mayor porcentaje de frutos se presentó el tratamiento T1 que corresponde al testigo, seguida el T5 y T 3 con dosis de LVC (400 -200 L•ha<sup>-1</sup>), por último el T4 LVC (300 L•ha<sup>-1</sup>) que presento con un promedio de 44.5 frutos. Con respecto al número promedio de frutos que se obtiene por los productores de Veracruz es de 41.14 frutos Alamilla - Hernández, et al (2007) quienes realizaron el estudio de evaluación como barreras contra insectos vectores de virus en sandía.



## V. CONCLUSIONES

El presente trabajo de investigación arroja resultados interesantes con respecto al rendimiento de la sandía con la aplicación de lixiviados de vermicompost a una fertilización tradicional supera los rendimientos a  $61.78 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  que fue la aplicación de  $200 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$  LVC.

Así como también con respecto a  $^{\circ}\text{Brix}$  el mayor fue el T4 con la aplicación de  $300 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$ , el efecto de los lixiviados se le aumento los grados de azúcar en relación al testigo que fue de 7.6.

El número promedio de frutos en el testigo obtuvo mayor porcentaje con 57.50 frutos.

De acuerdo a los resultados obtenidos se acepta la hipótesis de que los lixiviados de vermicompost conjuntamente con la fertilización tradicional aumentan el rendimiento y calidad de la sandía.

## VI. LITERATURA CITADA

- Alamilla -Hernández, P. T., Ortega-Arenas, L. D., Mora-Aguilera, G., y Chávez-Bravo, J. M. 2003. Cubiertas flotantes como barreras contra insectos vectores de virus en sandía en Veracruz, México. Revista Manejo Integrado de Plagas. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseña (CATE).51:1-11. Disponible en:  
<http://web.catie.ac.cr/informacion/rmip/rmip51/alamilla.html#Materiales>. Fecha de recuperación: 27 de noviembre de 2007.
- Anaya, S. R.1991. Plagas de hortalizas y su manejo en México .Centro de Entomología y Acarología de Postgraduados y Sociedad Mexicana de Entomología 250pp.
- ASERCA, 2002. La sandía tradición exportadora claridades agropecuarias Vol 75. México .D .F. Secretaría de Agricultura Ganadería y Desarrollo Rural.40p México.
- Ativeh, R. M; S. Subler, C. A. Edwards, G. Bachman, J.D. Metzger, and Shuster. 2000 a. Effects of vermicomposts and composts on plant growth in horticultural container media and soil. Pedobiologia 44: 579-590.
- Bringas. L.1999.Análisis y perspectivas de las exportaciones de las hortalizas en México. Productores de las hortalizas (E .U. A).8 (10):24-30.
- Boswell, V .R. 1949. Our vegetable travelers, Natl. Geogr. Mag. 96, 192-193.
- Cáceres, E.1971. Producción de Hortalizas. Segunda Edición. Editorial Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costarica.
- Camacho- Ferre, F; Y Fernández-Rodríguez, E. J. 1996. Influencia de patrones utilizados en el cultivo de la sandía bajo plástico sobre producción, precocidad y calidad del fruto en Almería. Caja Rural de Almería: La Rural. Disponible en:  
<http://www4.cajamar.es/servagro/sta/publicaciones/sandía/publ9708-homepage.htm>. Fecha de acceso:23 de Noviembre de 2007.
- Campo Experimental la Laguna (CAELALA) de INIFAP. 1984. Guía técnica para los cultivos del área de influencia del campo experimental” La Laguna”. Matamoros, Coahuila; México.
- Campo Experimental Valle del Yaqui (CEVY) de INIFAP. 2001. Guía técnica para los cultivos del área de influencia del campo experimental ”Valle del Yaqui”.Cd. Obregón, Son; México.
- Castaños, M. C. 1993. Horticultura Manejo Simplificado. Universidad Autónoma Chapingo. 1ª Edición. México D.F. pp. 85-87, 241-243.
- Chalker,1. 2001. Compost. Utilization- compost tea. Consultado 07 de Junio 2003. Disponible en:  
[www. Whatcom.wsu.edu/ag/compost/cascadecuts.html](http://www.Whatcom.wsu.edu/ag/compost/cascadecuts.html).

- Collison, CH. (1989). Manage Bees for Vine crop Pollination. Amer. Veg. Grower, April: 30
- Contreras-Ramos, S. M., Escamilla-Silva, E.M., and Dendooven, L. (2005) Vermicomposting of biosolids with cow manure and oat straw. Biol. Fertil. Soils 41: 190-198.
- Diver, S. 2002. Compost Teas: A tool for Rhizosphere + Phyllosphere Agricultura slide notes.( en línea). Fayetteville, US. Universidad of Arkansas. 02 de Junio 2003. Disponible en:  
<http://attra.ncat.org/attra/pub/compostteashow/composts-tea-slides/sldool.html>.
- Domínguez, L. S. 1988. Determinación de la raíz copa de vid (*vitis vinifera*), Mediante la materia seca producida. Tesis. UAAAN –U L. pp.12 y 13.
- Edmon, J. B.1981.Principios de Horticultura. Tercera edición. Editorial Continental. S. Méx.
- Edmon, J .B; T. Seen; F. S. Andrews.1981.Principios de horticultura. Ed. Mc Graw Hill. Cuarta edición.
- Fersini, A.1976.Horticultura Práctica. Segunda Edición. Editorial Diana, S. A: México, D. F.
- Fundamentos Botánicos de los cultivos tropicales. In:(Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la O. E .A. ). San José. Costa Rica. pp. 434.
- Grupo de Acción para el Medio Ambiente (GRAMA). s/f. Manual de vermicompostaje. Disponible en:  
<http://www.asociaciongrama.org/residuos/manualvermiGRAMA.pdf>. Fecha de recuperación: 22 de noviembre de 2007.
- Gordon y J. A .Barden. 1984. Horticultura AGT Editores. México, D. F. pp.6,7 y 13.
- Guenkov. G. 1974. Fundamentos de Horticultura Cubana. Primera edición. pp.15 - 29.
- Hall, A.E. 1990. Physiological ecology of cross in relation to Light, water and Temperatura. In Nesmith, D,S. 1993. Plant Spacing Influences Water. Watermelon yield and yield Componets. Hortscience 28(9);885-887.
- Herrera, D. 2004. La Asociación Biológica Agraria de Canarias (ABAC) pp 72.Disponible en:  
<http://www.gobierno de canarias. org/agricultura/>.  
Fecha de recuperación: 20 de octubre de 2007.
- Hodges, L. 1995. Bee Pollination of Cucurbit Crops. Cooperative Extensión, Institute of Agriculture and Natural Resources, University of Nebraska-Licoin. NF91-50.
- INEGI. 1991. Sandía. Los cultivos anuales de México. VII Censo Agropecuario México, D.F.pp.320 -323.Instituto Cubano del Libro. La Habana, Cuba. pp.190.
- Inglam, E.2001. Compost Tea: Promises and Practicalities article : part 1.( en línea). Oregón, US, Soil Foodweb Incorporated. 10 de Junio 2003. Disponible en :  
[www.soil foodweb.com/phweb/userpage.php?op =view&uid=179](http://www.soil foodweb.com/phweb/userpage.php?op =view&uid=179).

- Leñano, F. 1978. Sandía en: Hortalizas de Fruto. ¿Cómo?, ¿Dónde?, ¿cuándo?, Manual de Cultivo Moderno. Ed. de Vicchi. Trad. Del Suizo. Barcelona, España.
- León, J. 1968. Cactáceas, Caricáceas, Cucurbitáceas, Pasifloráceas. Editorial Trillas. Primera Edición. México, D.F. pp. 20-25
- Marco, M. H 1969. El melón. Instituto nacional de Vulgarización para frutos, Legumbres y champiñones .Traducción del Frances. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- Maroto Borrego, J.V.:(1983) Horticultura herbácea especial. Ed. Mundi Prensa, Madrid, España.
- Maynard N.D. 1989. Triploid Watermelon Seed Orientation Affects Seedcoat Adherent On Emerged Cotyledons. Hortscience 24 (4):603-604.
- Maynard, D .N: Empezando bien con sandias triploides (sin semilla).Resumen del Folleto "Growing seedles watermelon "traducido por Abbott & Cobb.
- Mendoza M; S .F, I. Sánchez, y J Martínez.2003. Producción de sandia con riego localizado tipo cintilla y acolchado plástico. Folleto para productores N.1.CENID-RASPA, INIFAP. Gómez Palacio , Dgo.
- Mexagro Internacional, S. A de C.V.s/f. Folletos de Híbridos de sandía Triploide
- Mills, A. H. and Benton, J. Jr. 1996. Plant Analisis Handbook II. Micromacro Publishing, Inc. United States of America.
- Mohr, H.C. 1986. Watermelon Beeding. En: Breeding vegetable Crops, M. J: Bassett (ed) Aui Publishing Company Inc Wesport, Connecticut. E. U. A.
- Mortensen y Bullard. 1985. Horticultura tropical. PAX-MÉXICO. Editores. México, D.F.pp.108.
- Navarro, A. R. 2004. El uso de compostas como alternativa ecológica para la producción sostenible del chile (*Capsicum annuum* L.) en zonas áridas. Asociación Interciencia, Caracas, Venezuela pp. 417-421.
- Nonnecke, I. L. 1989. Vegetable Production. An Avi Book Publisher by Van Nostron Reinhold. New York. Printed in the United States of America, 657pp.
- Olivares-Saenz, E. 1993. Paquete de diseños experimentales FAUANL. Versión 2.4. Facultad de Agronomía UANL. Marín, N. L.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación y Organización Mundial de la Salud (FAO-OMS). 2003. Programa Conjunto FAO/OMS Sobre Normas Alimentarias. Comisión del Codex Alimentarius. Informe de La Tercera Reunión del Grupo de Acción Intergubernamental Especial del Codex Sobre Zumos (Jugos) de Frutas y Hortalizas. Salvador (Bahía), Brasil. 51 p.
- Pantastico, E .B. 1984. Fisiología de la postrecolección, manejo y utilización de frutas y hortalizas tropicales y subtropicales 2ª ed. Continental México. D. F pp.77-98.
- Parsons, D. B. 1981.Cucurbitáceas. Editorial Trillas. Primera Edición. México, D.F.pp.18-25.
- PIAEBAC.1961-1981.El cultivo del melón y la sandía en el valle de Mexicali.CIANO.pp.12-18.
- Robinson, R. W, and D. S. Decker Warters. 1997. Cucurbits. CAB. International U. K. University Press, Cambridge. U. K.

- Roger, N. K. 1996. Catálogo de semillas de hortalizas. Roger N. K. Seed Co. Idaho, U. S. A : pp 55-80.
- Ruíz, R. J. 1984. Guía para la asistencia técnica agrícola de la Comarca Lagunera. pp96 y 97.
- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulico (SARH). 1994. Agenda Técnica Agrícola, Coahuila Zona Norte, P-V 1994.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Recursos Naturales (SAGARPA). 2006. México: Avance producción de sandía en los principales estados productores (reporte al 31 de mayo de 2006). 3 p. Disponible en: <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/InfOMer/analisis/sand120706.pdf>. Fecha de recuperación: 27 de noviembre de 2007.
- Serrano, C. Z. 1979. Fitopatología: La sandía. El cultivo de las hortalizas en invernaderos. Editorial AEDOS. Biblioteca Agrícola AEDOS. Barcelona, España .pp.120 y 267.
- Shuldt, M. 2006. Manual de Vermicompostaje Grama. Editorial Madrid España Tomo 4 pp 2989.
- Singh, N. B., Khare, A. K., Bhargava, D.S., and Bhattacharya, S. (2004) Optimum moisture requirement during vermicomposting using *Perionyx excavatus*. Appl. Ecol. Environ Res. 2: 53-62.
- Soria-Fregoso, M de J., Ferrera -Cerrato, R., Etchevers-Barra, J., Alcántar-González, G., Trinidad-Santos, J., Borges-Gómez, L., y Pereyda-Pérez, G. Producción de biofertilizantes mediante biodigestión de excreta líquida de cerdo. Terra 19(4):353-362.
- Soto, G., y Muñoz, C. 2002. Consideraciones teóricas y prácticas sobre el compost, y su empleo en la agricultura orgánica. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica). (65): 123 – 129.
- Tamaro, D. 1974. Manual de horticultura. Salvat Editores. Barcelona, España Tomo 4. pp2989.
- Thelma, G. N. 2005. Cadena del cultivo de la sandía (*Citrullus lanatus* (Thunb) con potencial exportador. Disponible en: <http://www.agrocadenas.gou.com.mx>. Fecha de recuperación: 5 de Noviembre de 2007
- Tiscornia, J. R. 1979. Hortalizas de fruto. Tomate, pimiento, pepino y otras. Ed. Albatros. Buenos Aires, Argentina U. K. University Press, Cambridge. U. K.
- Valadez, L. A. 1997. Producción de hortalizas. Editorial Limusa, México, D .F pp 233-245.
- Valadez, L. A. 1998. Producción de Hortalizas. Editorial Limusa, México, D .F. pp.230-232.
- Villa-Castorena, M. M., Inzunza I., M. A., y Catalán V., E. A. 2001. Zonificación agroecológica de hortalizas involucrando grados de riesgo. Terra. 19(1):1-7.