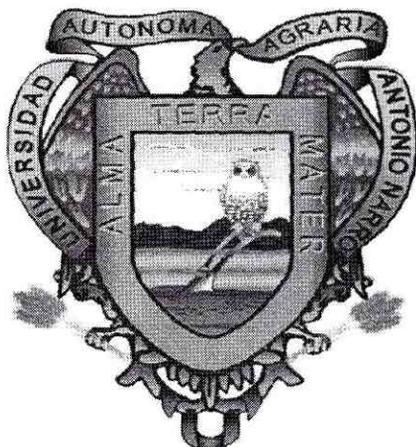


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"**

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRÓNOMICAS



Respuesta del cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*) a la aplicación de fertilización potásica en la Comarca Lagunera.

POR

ABELARDO HILERIO CRUZ

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

DICIEMBRE 2007

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRÓNOMICAS

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

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

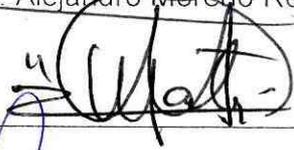
ASESOR PRINCIPAL


MC. Víctor M. Valdez Rodríguez

ASESOR:


Dr. Alejandro Moreno Resendez

ASESOR:


MC. Víctor Martínez Cueto

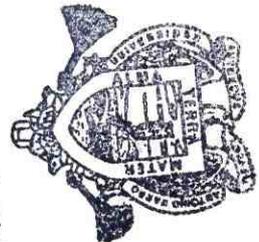
ASESOR


Ph.D. Eduardo Madero Tamargo

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRÓNOMICAS


MC. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

Coordinación de la División de Carreras Agrónomicas



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRÓNOMICAS

Respuesta del cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*) a la aplicación de fertilización potásica en la Comarca Lagunera

POR:
ABELARDO HILERIO CRUZ

APROBADA POR EL COMITE PARTICULAR DE ASESORIA

PRESIDENTE:

MC. Víctor M. Valdez Rodríguez

VOCAL:

DR. Alejandro Moreno Resendez

VOCAL:

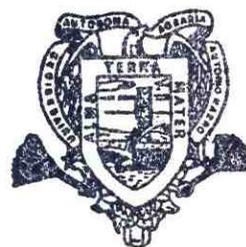
MC. Víctor Martínez Cueto

VOCAL SUPLENTE:

PhD. Eduardo Madero Tamargo

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE
CARRERAS AGRÓNOMICAS

MC. VICTOR MARTINEZ CUETO



Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas

TORREON, COAHUILA, MEXICO

Diciembre 2007

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a **DIOS** por darme la dicha de vivir y por que solo el me motiva a seguir adelante por el camino del bien, gracias dios.

A Mi **Alma, Terra, Mater** por abrirme sus puertas y haberme brindado los medios para mi formación como profesionista.

Agradezco de manera muy especial al **MC. VICTOR VALDEZ RODRIGUEZ**, por haber confiado en mí, por su gran apoyo y dedicación que me brindo durante el trayecto del presente trabajo, y sobre todo por ser un excelente maestro y un gran amigo.

A **mis asesores** el Dr. Alejandro Moreno Resendez, al Dr. Eduardo Madero Tamargo y al MC. Víctor Martínez Cueto; ya que de una u otra forma contribuyeron a la culminación de este proyecto.

Un agradecimiento especial para todos los profesores del **Departamento de HORTICULTURA**, que de alguna manera aportaron sus conocimientos en mi formación como profesionista.

Agradezco sinceramente A los **Profesores** y a la Sra. **Graciela** del **Departamento de PÁRASITOLOGIA**, por su amistad, consejos y confianza que me brindaron, gracias.

Agradezco a todos **Los Maestros que me impartieron Clases**, por haber transmitido lo mejor de sus conocimientos durante el trayecto de mi carrera.

Agradezco sinceramente al **Lic. Juan Andrés Villa Sana** y la **Srita. Roció Reyes Alba** por su apoyo, consejos y dedicación para la realización del presente trabajo, gracias.

A Mis **Compañeros de Generación** Azucena Jiménez, Jannet Rosas, Cristina García, Francisco Javier, Omar Eng, Fabián, Melchor, Elder, Damián, José de Jesús, Juan Carlos, Carlos Alberto, Heladla, Sara, Estela, Silvestre, Luz María, Fernando (Q. P. D), José luis y Fernando Rivera por brindarme su confianza y amistad durante estos 4 años y medio.

A **mis Amigas y Charolastras, Azucena, Cristina, Jannet** por brindarme su amistad, paciencia todo este tiempo, y por todo el apoyo brindado para la realización de este trabajo y por los buenos y malos momentos que pasamos juntos en la universidad las quiero mucho **nunca las voy a olvidar**

A **mi amigo Fercho**, por su Amistad y cariño que siempre me brindo, **siempre vas estar en mi mente y mi Corazón, nunca te voy a olvidar.**

SINCERAMENTE
ABELARDO HILERIO CRUZ

DEDICATORIAS

A **DIOS** por hacerme una persona de bien y quien a sido que me ha guiado por el camino del bien y darme las fuerzas que necesito en los momentos mas difíciles de mi vida y lograr esta meta que tanto soñé, gracias Dios.

Muy especial para mi Madre **Mari Antonia Cruz Sánchez**, con mucho cariño, amor y admiración, por el gran esfuerzo que realizo día con día sacrificándose para darme lo mejor, por todo el amor, cariño y apoyo incondicional que me brinda y mas cuando en aquellos momentos difíciles siempre estuvo conmigo. Mil gracias por ser mi Madre.

Agradezco a mi padre **Abelardo Hilerio Hernández**, (Q. P. D) por ser mi amigo y darme el apoyo, cariño y las enseñanzas que me permitieron formarme moral y profesionalmente. Mil gracias por ser mi padre y que en algún rincón del cielo esta muy orgulloso de mí, **nunca te voy a olvidar papa siempre vas a estar en mi mente y mi corazón**

A mis **Hermanos: Juan Carlos**: por ser un amigo compañero y que juntos pasamos buenos y malos momentos y por tolerarme siempre mis impertinencias y por siempre salir por mi cuando mas lo necesite y por que siempre confiaste en mí gracias **Juan Carlos te quiero mucho, Selene**: por ser una gran hermana y por tenerme mucha paciencia **te quiero mucho Selene.**

De manera muy especial a ti **Tía Nuyi**, por el amor y cariño que siempre meas de mostrado y por tenerme tanta paciencia, gracias por ser mi tía te quiero mucho, y a mi tío **Javier** que ya no esta con nosotros, pero siempre me brindo su apoyo en todo momento y que estoy seguro que en algún rincón del cielo esta muy orgulloso de mí **nunca te voy a olvidar Javier, siempre vas a estar en mi mente y mi corazón**

A mis compañeros y amigos de **Torreón**: Ramón, Fernando (Q. P. D.) Brody, Quique, Vicente, Sandra, Alan, Chuy, Toya, Peyuca, Carmen, Califo, Chirris, Lalo, Tolo, Israel, Bulfrano, Carmen, La guera, Juan Pablo, Chango, perla, nena, gracias por esa gran amistad que brindan a cada momento

A mis abuelos **Marina y Alonso**, por su gran amor, cariño y consejos que siempre me brindaron, los quiero mucho.

Tíos y tías: Miguel, Cruzei, Israel, Mayra, Juana, Chico, Juana, Coqui, Lucia, Rigo, Lauri, Alonso, Amadeo, María luisa, Reina, William, Nico, Ricardo, Don Cristóbal

A mis abuelos **Carlos y Laura**: por siempre darme buenos consejos y por darme siempre su cariño.

A la FAMILIA. **GARCÍA FACIO DE TORREON** por el apoyo moral, amistad y cariño que siempre me brindaron.

A **mi tío Miguel y mi tía Cruz**: por siempre con fiar en mi y siempre darme su apoyo en todo momento y siempre darme consejos para ser un hombre de bien.

A **mi tío Israel y mi tía Mayra**: por siempre con fiar en mi y siempre darme su apoyo en todo momento y siempre darme consejos para ser un hombre de bien.

Agradezco a **mi tío Coquí y Amadeo**: por siempre con fiar en mi y siempre darme su apoyo en todo momento y siempre darme consejos para ser un hombre de bien

A **los Padres de Viqui**: por siempre darnos sus consejos y por tolerarnos demasiados y por dejarnos tener la amistad de su hijo, gracias maestros.

De manera muy especial a mis amigos y compadres, **Viqui, Roberto, Lievano, Charly, Quique, Pole, Juan, Rata** gracias por dar me su amistad y por ser grandes personas, por pasar buenos y malos momentos, por la grandes pedas y panchos que hicimos juntos nunca los voy a olvidar.

A mis compañeros y amigos **Los Panchos de Escuintla**: Juan (coime) Roberto (yukio) Viqui (pacha) Charly (tío nino) Lievano (DiCaprio) Rigo Puòn (bestia) Luis (pájaro) Omar (Chenta) diego (Biyoyo) Epsón (palo fiado) Chino (trancas) Saburó (nopal) Roberto Carlos (Perusy) Alfredo (rata) Fernando (volcán) Quique (carne de coche) Armando (Pole) Carlos (tomate) Pochi (cortito) Alltobelli (chofo) Mario(Bod esponja) Lolo(zope pichón) Martín(estúpido men) Gaby(fufa) Roció(fufa) Taina(flaca) Gloria(sopa Maruchan) Gisel(prima) coquí(locu)

A **mis amigos de 7 de Parasitología**: por ser grandes amigos y por bríndame su amistad y pasar grandes momentos, Manolo, Cristian, Chope, Chilango, Pantita, Memo, Nico, Carmen, Fanny, Domitila, Chari, Caballo loco, Miguel Tripa

SINCERAMENTE
Abelardo Hilerio cruz

ÍNDICE

	Página
AGRADECIMIENTOS	iv
DEDICATORIAS	v
INDICE DE CUADROS	x
INDICE DE FIGURAS	x
APENDICE	xii
RESUMEN	xiii
INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivos	4
1.2 Hipótesis	4
1.3 Metas	4
II. REVISION DE LITERATURA	5
2.1. Origen	5
2.2. Clasificación taxonómica del cultivo de la sandía (<i>Citrullus lanatus Thunb</i>)	5
2.3. Descripción Botánica	6
2.3.1. Zarcillos y raíz	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. Importancia del potasio en el desarrollo vegetal	8
2.4.1. Funciones del potasio en las plantas	9
2.4.2. Síntomas de deficiencia	9
2.4.3. Formas de potasio en el suelo	10
2.4.4. Potasio no disponible	10
2.4.5. Potasio lentamente disponible	11
2.4.6. Potasio disponible	11
2.5. Respuesta de fertilización potasica en sandia y otros cultivos	12
2.6. Requerimientos climáticos y edáficos de la sandía	21

2.6.1. Temperatura	21
2.6.2. Hidricos	21
2.6.3. Luz	22
2.6.4. Suelo	22
2.7. Manejo del cultivo	23
2.7.1. Preparación del terreno	23
2.7.2. Época de siembra	23
2.7.3. Método de densidad de siembra	24
2.7.4. Germinación	24
2.7.5. Transplante	25
2.7.6. Riegos	25
2.7.7. Fertilización	26
2.7.8. Requerimientos nutricionales	27
2.7.9. Plagas y Enfermedades	29
2.7.10. Cosecha	30
2.8. Valor nutritivo de la sandia	32
2.9. Comercialización	33
2.10. Usos	33
III. MATERIALES Y MÉTODOS	34
3.1. Localización del área experimental	34
3.2. Ubicación Geográfica de la Comarca lagunera	34
3.3. Características climáticas	34
3.4. Labores culturales	35
3.4.1. Barbecho	35
3.4.2. Rastreo	35
3.4.3. Cruza	35
3.4.4. Nivelación con escrepa doble	35
3.4.5. Trazado de riego	36
3.4.6. Marcado de camas	36
3.4.7. Fertilización base	36
3.4.8. Acolchado plástico	36
3.4.9. Trazo y formación de regaderas	37
3.4.10. Perforación de plástico	37
3.4.11. Rastra de limpieza en la parte central de las camas	37

3.5. Siembra	37
3.6. Resiembra	37
3.7. Material vegetativo utilizado	38
3.8. Riego	38
3.9. Polinización	38
3.10. Diseño Experimental.....	38
3.11. Toma de datos	40
3.12. Control de plagas y enfermedades	41
3.13. Aplicaciones de productos químicos durante el ciclo	41
3.14. Cosecha	43
3.15. Variables a evaluar.....	43
3.15.1. Sólidos solubles.....	43
3.15.2. Rendimiento en toneladas por hectárea de los 6 cortes.....	43
3.15.3. Rendimiento en toneladas por hectárea total	44
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES	45
4.1. Sólidos solubles.....	45
4.2. Rendimiento en toneladas por hectarea delos 6 cortes.....	46
4.2.1. Corte numero uno.....	46
4.2.2. Corte numero dos.....	48
4.2.3. Corte numero tres.....	49
4.2.4. Corte numero cuatro.....	51
4.2.5. Quinto corte.....	52
4.2.6. Sexto corte	54
4.2.7. Rendimiento total de los seis cortes en toneladas por hectárea	55
4.2.8. Porciento total de los seis cortes	57
V. CONCLUSIONES	59
VI. LITERATURA CITADA.....	60

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Nivel óptimo de nutrición de una planta de la sandia en la ETAPA 1	27
Cuadro 2. Nivel óptimo de nutrición de una planta de la sandia en la ETAPA 2	28
Cuadro 3. Nivel óptimo de nutrición de una planta de la sandia en la ETAPA 3	28
Cuadro 4. Composición química del fruto de sandia, en base de 100 g de parte comestible	32
Cuadro 5. Distribución de los tratamientos con sus respectivas repeticiones del diseño experimental utilizado.	39
Cuadro 6. Cuadro de las dosis de potasio evaluadas	40
Cuadro 7 cuadro de fertilizaciones de las dosis de cloruro de potasio aplicadas antes de la siembra	41
Cuadro 8. Medias de los sólidos solubles que se obtuvieron en el estudio de evaluación de dosis de potasio en el cultivo de la sandia. P. V.2006.....	45
Cuadro 9. Primer corte en toneladas por hectárea que se obtuvieron en el estudio de evaluación de 8 dosis de potasio en la sandia P.V. 2006	47
Cuadro 10. Segundo corte en toneladas por hectárea que se obtuvieron en el estudio de evaluación de 8 dosis de potasio en la sandia P. V. 2006	48
Cuadro 11. Tercer corte en toneladas por hectárea que se obtuvieron en el estudio de evaluación de 8 dosis de potasio en la sandia P. V. 2006.	50
Cuadro 12 cuarto corte en toneladas por hectárea que se obtuvieron en el estudio de evaluación de 8 dosis de potasio en la sandia P. V. 2006.	51
Cuadro 13. Quinto corte en toneladas por hectárea que se obtuvieron en el estudio de evaluación de 8 dosis de potasio en la sandia P. V. 2006.	53
Cuadro 14. Sexto corte en toneladas por hectárea que se obtuvieron en el estudio de evaluación de 8 dosis de potasio en la sandia P. V. 2006.	54
Cuadro 15. Medias dela sumatoria total de los seis cortes en toneladas por hectárea que se obtuvieron en el estudio de evaluación de 8 dosis de potasio en la sandia P. V. 2006.	56
Cuadro 16. % total de los seis cortes	58

INDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1 Medias de sólidos solubles que se obtuvieron en el estudio de evaluación de 8 dosis de potasio en la sandía.	46
Figura 2. T.ha ⁻¹ y porcentaje de rendimiento para el primer corte de sandía.	47
Figura 3. T.ha ⁻¹ y porcentaje de rendimiento para el segundo corte de sandía.	49
Figura 4. T.ha ⁻¹ y porcentaje de rendimiento para el tercer corte de sandía	50
Figura 5. T.ha ⁻¹ y porcentaje de rendimiento para el cuarto corte de sandía	52
Figura 6. T.ha ⁻¹ y porcentaje de rendimiento para el quinto corte de sandía	53
Figura 7. T.ha ⁻¹ y porcentaje de rendimiento para el sexto corte de sandía	55
Figura 8. Sumatoria total de los seis cortes en toneladas por hectárea que se obtuvieron en el estudio de evaluación de 8 dosis de potasio en la sandía P. V. 2006.	57
Figura 9. Por ciento total de los seis cortes http://www.euroresidentes.com/Alimentos/brocoli.htm	58

APÉNDICE

	Pagina
Cuadro 1 A Análisis de varianza para los sólidos solubles que se obtuvo en el estudio de evaluación de dosis de potasio en la sandía.	65
Cuadro 2 A Análisis de varianza para el rendimiento de la sumatoria total de los 6 corte en Toneladas por hectárea que se obtuvo en el estudio de evaluación de dosis de Potasio en Sandía.	65

RESUMEN

En la Región Lagunera existe un clima muy apropiado para la producción de cucurbitáceas, entre los cuales la sandía es uno de los cultivos que tiene un buen desarrollo y de gran calidad. Esta hortaliza tiene una gran difusión entre los productos debido a lo remunerativo que resulta, ya que tienen gran aceptación en el mercado nacional.

Dadas estas condiciones, la falta de variedades comerciales de sandía, con alta capacidad de rendimiento, justifican la búsqueda de otras alternativas, con el propósito de elevar la productiva del cultivo en el área.

El objetivo de este estudio fue evaluar 8 dosis de potasio en el cultivo de la sandía a campo abierto y las principales características a evaluar fueron: rendimiento en toneladas por hectárea, sólidos solubles, rendimiento de las 8 dosis de potasio. El trabajo se llevó a cabo en el ciclo agrícola primavera verano 2006, en el predio en las ramadas de Congregación Hidalgo en el municipio de Matamoros Coahuila, carretera libre Torreón Saltillo km.30 tramo Matamoros- Congregación Hidalgo

Las dosis utilizadas de potasio fueron las siguientes: 00-00-00; 120-75-00; 120-75-50; 120-75-100; 120-75-150; 120-75-200; 120-75-250; 120-75-300 y el 00-00-00 que fue el testigo.

Las dosis de potasio anteriormente mencionados, se evaluaron bajo un diseño experimental de bloques al azar, con 8 tratamientos y cuatro repeticiones, (2 hileras de 10m/ tratamiento y con una parcela útil de las mismas dos camas con 8 m. de largo.

Para el manejo del cultivo se llevaron acabo las siguientes actividades; barbecho, rastreo, nivelación con escrepa doble, trazo de riego, marcado de

camas, fertilización base y formación de zanjas o camas, acolchado con plástico negro calibre 80 de 2 m de ancho, trazo y formación de regaderas, perforación de plástico para la siembra.

La siembra se realizó el 14 de febrero del 2006, efectuándose una resiembra y teniendo una 98.6% de población final. Los riegos se realizaron como lo fue requiriendo el cultivo (con intervalos de 6 a 8 días entre ellos), en cuanto a la fertilización se aplicó una fórmula de cloruro de potasio el fertilizante se aplicó antes de la siembra y con diferentes formulaciones para cada tratamiento de potasio en las diferentes parcelas, para el tratamiento 3 fue 670 gramos, T4, 1.333 kg T5, 2.000 kg, T6, 2.670 kg, T7, 3.33 kg, T8, 4. kg el resto del fertilizante se suministró en el agua de los riegos de auxilio, la solución se disolvió en un tanque de 1,000 litros este semejaba chorrear en la regadera y cada sifón hacia la función de trasladarlo a cada zanja o cama.

Para eficientar la polinización se utilizaron 3 cajones de abejas por hectárea, la cosecha se realizó 92 días (días después de la siembra), llevando a cabo 6 cortes a partir del 16 de mayo de 2006 (un corte por semana).

Los resultados más relevantes fueron:

Los resultados obtenidos en el rendimiento total expresado en $t \cdot ha^{-1}$, el tratamiento de potasio con mayor producción fue el número 3, 120 - 75 - 50 con un rendimiento $47.1 t \cdot ha^{-1}$, siguiéndole los tratamientos el 2, 120 -75 -00 con 45.2, el 5 , 120-75-150 con 43.1, el 6, 120-75-200 con 38.3, el 1, 00 - 00 - 00 38.1 con , el 8, 120 - 75 - 300 con 35.5, el 4, 120-75-100 con 34.4 y el tratamiento 7, 120-75-250 con 31.8 que rindió menos que el testigo.

En lo que se refiere a la variable de los sólidos soluble no se encontró diferencia significativa, teniendo al testigo con 8.8 de grados brix el cual fue

superado por los tratamientos 5 con 9.2 de grados brix, el 3 con 9.5 de grados brix y el tratamiento 4 que fue superior a los de más tratamientos con 9.6 y el tratamiento que mostró menor cantidad de grados brix fue el tratamiento 2 con 6.2

INTRODUCCIÓN

La sandía (*Citrullus lanatus* Thunb), es una planta herbácea de la familia de las Cucurbitáceas, cuyo origen es el África tropical. Las condiciones ambientales de la Región Lagunera, favorecen la adaptación y el establecimiento de diversos cultivos hortícolas, entre los cuales la sandía es uno de los mas importantes (Ruiz, 1984). desde el punto de vista económico, la importancia de este cultivo esriba en lo remunerativo y por la gran aceptación que tiene este fruto en el mercado, debido a su pulpa jugosa, carnosa y refrescante así como su semilla, donde se puede extraer aceite y también puede utilizarse para alimentar ganado bovino, porcino y caballar. Presenta también relevancia social, ya que requiere de una importante especialización en el manejo, el cual demanda aproximadamente 130 jornales por hectárea, durante su ciclo (Gómez et al, 1991).

El incremento de la producción y superficie dedicada al cultivo de la sandía en la Región Lagunera, se ven frenadas por varios factores. La sandía es una hortaliza, que durante el ciclo de cultivo requiere de mucha agua distribuida en una serie de 15 riegos consecutivos. El problema se manifiesta debido al abatimiento del manto acuífero que esta sufre la Región Lagunera, lo que ocasionan un alto costo del agua de bombeo y el desplome en el precio del producto (SARH, 1994).

Otro factor en contra en el cultivo de la sandía que se produce en la Región Lagunera, es que esta se encuentra destinada únicamente al mercado nacional, debido a que en Estados Unidos, el mercado es cubierto por la sandía que se cosecha en el sureste de Texas, en donde se cultiva en la misma temporada (Bancomext, 1997).

La superficie sembrada de sandía a nivel nacional de México en el año del 2001 fue de 45,909 hectáreas y se cosecharon 44,065 con una producción de 969,520 toneladas, el valor total de la misma fue de \$ 872.5 millones pesos, con un rendimiento promedio de 22.29 t.ha⁻¹ (Bancomext, 1997).

La superficie de sandía sembrada en la Comarca Lagunera durante el año 2003 fue de 1,610 hectáreas, la superficie cosechada de 1,567, la producción obtenida de 50,046 toneladas y el valor de la misma fue de \$ 45.0 millones de pesos, con un rendimiento promedio de 32 t.ha⁻¹ (Bancomext, 1997).

El potasio es esencial para el crecimiento vegetal; las cantidades de potasio absorbidas por los cultivos son casi tan grandes como las de nitrógeno y en algunos cultivos mucho mayor como la soja o el banano. Es el catión mas importante, no solo respecto a su alto contenido en los frutos, su efecto se conoce desde hace tiempo, y es uno de los nutrientes mas importantes junto con el nitrógeno y el fósforo (INPOFOS, 2000).

La fertilización potásica comenzó en el siglo 19 cuando Justus V. Liebig descubrió que las plantas necesitaban en diferentes proporciones y cantidades de nutrientes tales como el nitrógeno, fósforo y potasio, para crear la biomasa. La deficiencia de potasio es reconocida como un importante factor limitante para la producción de cultivos. En general la fertilización con potasio es muchas veces desatendida por el impacto indirecto del K en los rendimientos y por el hecho que los cultivos pueden producirse dentro de un amplio rango de disponibilidad de K en el suelo a diferencia de los otros nutrientes N y P. Eso lleva en muchos escenarios a bajas aplicaciones de potasio en un contexto de fertilización des balanceada, lo que conduce a una disminución de las reservas

de los suelos, pérdidas de rendimiento y mayor riesgo económico para los productores agrícolas (INPOFOS, 2000).

La mayor parte del potasio(95%) explotado en el mundo como recurso mineral se utiliza como fertilizante en agricultura, ya sea directamente como potasio o mezcla con los otros nutrientes esenciales, como nitrógeno y el fósforo (INPOFOS, 2000).

Los cultivos requieren cantidades muy diferentes de potasio para producir ya sea frutos, granos o fibras. También es muy diferente a la cantidad que exportan con la producción agrícola, ya que es función de la fracción que lleva en el fruto o grano (Fuzesy, 2000)

Es importante destacar que el potasio es un nutriente asociado a factores de calidades antes que al rendimiento. Mas color, tamaño, sabor y mayor duración en góndola de las frutas son algunos ejemplos de atributos que contribuyen a esta calidad y atribuidos a una adecuada fertilización potásica. Precisamente las regiones agro industriales de Latinoamérica productores de frutales, flores y hortalizas son grandes consumidores de fertilizantes potásicos (Fuzesy, 2000)

1.1 Objetivos

1.- Demostrar que los suelos de la Comarca Lagunera responden a la aplicación de potasio en el cultivo de la sandía.

2.- El cultivo de la sandía incrementa su calidad cuando se aplica potasio en el cultivo.

1.2 Hipótesis

1.- El cultivo de la sandía incrementa su rendimiento y calidad cuando se aplica potasio.

1.3 Metas

1.- Encontrar la dosis de potasio que incremente rendimiento y calidad en el cultivo de la sandía.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Origen

La sandia (*Citrullus lanatus* Thunb) es oriunda de África central; Sur de África y sur de Asia, donde se reportó que en los campos se encontraban plantas de sandia de manera natural. El cultivo ha sido sembrado en la región mediterránea durante miles de años. Ésta se consume de forma fresca, en rebanadas, en jugos, batidos, refrescos y helados. De ella se obtiene una miel especial, confituras y otros productos, contiene vitamina A y además es un alimento refrescante considerado como ligeramente laxante (Mohr, 1986).

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

2.2. Clasificación taxonómica del cultivo de la sandia (*Citrullus lanatus* Thunb).

De acuerdo con Robinson y decaer – Walters (1997), la sandia Se clasifica como:

Reino: Vegetal

División: Tracheophyta

Clase: Angiospermas

Subclase: Dicotiledóneas

Orden: Cucurbitales

Familia: Cucurbitácea

Subfamilia: Cucurbitoideae

Tribu: Benineasinae

Genero: *Citrullus*

Especie: *lanatus*

2.3. Descripción Botánica

La sandía (*Citrullus lanatus*Thunb) pertenece a la familia de las Cucurbitáceas (Parsons, 1997), es una planta anual herbácea, rastrera, monoica, cuyo ciclo vegetativo se ve afectado principalmente por las temperaturas y por la variedad en cuestión de que, normalmente su ciclo vegetativo varía de 90 a 130 días desde la siembra a la fructificación (Leñano, 1978).

2.3.1. Zarcillos y raíz

Los zarcillos se encuentran divididos en dos o tres filamentos; sus raíces representan un notable desarrollo (Valadez, 1996).

El sistema radicular es muy extenso pero poco profundo, consiste en una raíz principal y muchas raíces laterales, creciendo dentro de los primeros 60 cm de la superficie del suelo, por lo tanto las labores de cultivo deben ser superficiales para que las raíces absorban los elementos nutritivos que se encuentran cerca de la superficie del suelo (Mohr, 1986).

2.3.2. Tallo

A los 25 a 30 días después de la germinación, el tallo es erecto y posee alrededor de cinco hojas verdaderas, luego se vuelve decumbente o rastrero, alcanzando una longitud de hasta 5 metros de largo, posee cinco aristas y está cubierto de vellos blanquecinos. Del tallo principal se forman ramas primarias y sobre éstas las secundarias (Valadez, 1997).

2.3.3. Hojas

Las hojas son simples, grandes, alargadas, de contorno triangular, pudiendo ser ligera o profundamente lobuladas, dentadas, pilosas, de color verde pardo, cubiertas de una capa de células incoloras que les dan resistencia a la sequía y las protege de las quemaduras del sol, se encuentran divididas en cinco o siete lóbulos irregulares, de bordes sinuosos, llegando a medir entre 10 y 20 cm de largo y están cubiertas de pubescencias finas (León, 1968).

2.3.4. Flores

La sandía es una planta monoica con flores masculinas y femeninas (algunas veces dioicas), que se forman en las axilas de las hojas y tienen un color generalmente amarillento. La mayoría de las flores se forman en las ramificaciones secundarias, apareciendo primero las flores masculinas, las flores hermafroditas y femeninas se forman en la parte terminal de las ramificaciones y en las axilas de la novena hoja hasta las 17 – 20 hojas, separadas cada 2- 3 hojas, por esta razón no se justifica el despunte de este cultivo. Las flores hermafroditas se caracterizan por poseer estambres que recubren el estigma, el cual es corto y está formado por tres partes, cada una de las cuales corresponde a un lóculo del ovario, una característica de esta flor es que abre después de la puesta del sol y solo durante un día (Valadez, 1997).

2.3.5. Polinización

La polinización es cruzada, ya sea anemofilia o entomófila (Valadez, 1997). 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 auto polinización fuerte, ya que las andromonoicas no han tenido la ventaja sobre la monoica de mantener líneas puras (Valadez, 1997).

El método de polinización natural favorece considerablemente la polinización cruzada y consecuentemente la variabilidad genética es considerable, dentro del cultivar. Las flores pistiladas y las estaminadas se encuentran justo, bajo la axila, abren el mismo día. Usualmente, las anteras abren cuando la corola se expande y el polen es evidente en masas pegajosas adheridas a la antera (Mohr, 1986).

2.3.6. Fruto

Es una baya que presenta diferentes formas: redondas, oblongas, ovaladas y cilíndricas; la corteza es verde, lisa o rayada y la pulpa puede ser de color amarilla, verde pálida, blanca, anaranjada hasta rojo intenso. El sabor de la pulpa es dulce y está formado por células parenquimatosas (Parsons, 1997).

2.4. Importancia del potasio en el desarrollo vegetal

El potasio (K) es un elemento esencial para la planta. Es uno de los tres nutrientes principales junto con el nitrógeno (N) y el fósforo (P), los cultivos tienen aproximadamente la misma cantidad de K que de N, pero mas K que P, en muchos cultivos de alto rendimiento, el contenido de K excede el de N. El K es adsorbido del suelo por las plantas en forma iónica K^+ . A diferencia del N y el P, el K no forma compuestos orgánicos en la planta (Armenta, 2004).

2.4.1. Funciones del potasio en las plantas

La función principal del potasio se encuentra relacionada con muchos y variados procesos metabólicos. El K es vital para la fotosíntesis. Cuando existe deficiencia de K, la fotosíntesis se reduce y la respiración de la planta se incrementa (Oseguera, 2005).

Según Oseguera y Salazar (2005) estas dos condiciones (reducción de fotosíntesis e incremento en la respiración), reducen la acumulación de carbohidratos, con consecuencias adversas en el crecimiento y producción.

Otras funciones del potasio son:

- ❖ Es esencial en la síntesis de proteínas.
- ❖ Es importante en la descomposición de carbohidratos, un proceso que provee de energía a la planta para su crecimiento.
- ❖ Ayuda a controlar el balanceo iónico.
- ❖ Es importante en la traslocación de metales pesados como hierro (Fe).
- ❖ Ayuda a la planta a resistir los ataques de enfermedades.
- ❖ Es importante en la formación de los frutos
- ❖ Mejora la resistencia a las heladas.
- ❖ Se encuentra involucrado en la activación de más de 60 sistemas enzimáticos que regulan las principales reacciones metabólicas de las plantas.

(Oseguera, 2005; Salazar, 2002).

2.4.2. Síntomas de deficiencia

Los síntomas de deficiencia de K aparecen en muchas formas. Uno de los síntomas más comunes de carencia de K es el marchitamiento o que madura de los márgenes de la hoja. En la mayoría de los cultivos las que

maduras aparece primero en las hojas viejas, especialmente en Poaceas. La deficiencia de K hace que las plantas crezcan lentamente, éstas presentan un sistema radicular con desarrollo pobre, los tallos son débiles y el vuelco de las plantas es común, las semillas y los frutos son pequeños y arrugados y las plantas presentan una resistencia baja a las enfermedades (Oseguera, 2005).

2.4.3. Formas de potasio en el suelo

A pesar de que la mayoría de los suelos contienen miles de kilogramos de K, solo una pequeña cantidad está disponible para la planta. El K está presente en el suelo en tres formas: no disponible, lentamente disponible y disponible (Oseguera, 2005).

2.4.4. Potasio no disponible

El K no disponible es retenido fuertemente en la estructura de los minerales primarios del suelo (rocas). Este potasio es liberado a medida que los minerales se meteorizan o descomponen por la acción de los agentes ambientales como temperatura y humedad, pero esta liberación es tan lenta que el K no se encuentra disponible para las plantas en un ciclo de crecimiento en particular. El proceso de meteorización es tan lento que toma cientos de años para acumular cantidades significativas de K disponibles en el suelo. Generalmente, los suelos de regiones cálidas y húmedas son más meteorizadas que aquellos de clima frío y árido (Oseguera, 2005).

2.4.5. Potasio lentamente disponible

El K lentamente disponible, es aquel que queda atrapado o fijado entre las capas de cierto tipo de arcillas del suelo. Estas arcillas se contraen o se expanden cuando el suelo pasa de seco a húmedo o viceversa, la contracción y expansión de las capas de las arcillas atrapan los iones K haciéndolos no disponibles o lentamente disponibles. Los suelos viejos muy meteorizados no contienen cantidades significativas de estas arcillas. Los suelos arenosos contienen reservas más pequeñas de K lentamente disponible en comparación con los suelos que contienen mayores cantidades de arcillas (Oseguera, 2005).

2.4.6. Potasio disponible

El K disponible es aquel que se encuentra en la solución del suelo y el K que está retenido en forma intercambiable por la materia orgánica y las arcillas del suelo. La mayoría de los suelos contienen menos de 10 Kg/ha^{-1} de K en solución, estos apenas puede abastecer un cultivo en crecimiento por 1 o 2 días (Oseguera, 2005).

Sin embargo a medida que el cultivo remueve K de la solución, el potasio intercambiable se libera y repone el potasio de la solución. El K es remplazado por otro catión de la solución. De forma que por medio del proceso de intercambio catiónico, el K esta continuamente disponible para el crecimiento de las plantas, si el suelo tiene suficiente K disponible se inicia el ciclo de crecimiento (Oseguera, 2005).

2.5. Respuesta de fertilización potásica en sandía y otros cultivos

De octubre a diciembre 2001 y de febrero a abril del 2002, se realizaron dos estudios para evaluar la calidad de fruto de la sandía del híbrido Tide, en respuesta a diferentes fuentes y dosis de potasio (K). Los tratamientos consistieron en tres fuentes de potasio fueron cloruro, nitrato y sulfato y las cuatro dosis de potasio 50; 100; 200 y 300 kg.ha⁻¹. Se evaluaron el total de sólidos solubles y la acidez total titulable. La cantidad de sólidos solubles fueron influenciados por la época del cultivo con valores mayores en época de febrero a abril. La acidez total titulable se incrementó y el rango del total de sólidos solubles se redujo cuando se incrementaron las dosis de K (Grangeiro, 2004).

Grazia, *et al.* (2003), menciona que la relación o dosis de potasio para la variedad (*Cucúrbita máxima var. Zapallito*, para obtener mayores frutos comercializables y un buen peso del fruto, requieren de una dosis de 50N:100K y para lograr una buena aparición de flores masculinas y femeninas, la dosis aplicada fue, 50N:50K.

Estudios realizados en los campos de Hanzhou, Zhejiang provincia de China en suelos con contenido de potasio y magnesio intercambiable de 80 y 12mg.Kg⁻¹ respectivamente, se evaluó el efecto de la aplicación de K y Mg sobre el rendimiento y la calidad de la sandía y calabaza. Los resultados mostraron que la aplicación de estos elementos incrementó el rendimiento de fruta y una mayor producción en ambas especies, lo cual se obtuvo con una mayor dosis de potasio en combinación con magnesio. NPK2Mg.

Para la sandía se analizaron los contenidos de azúcares y ácidos, y nuevamente la combinación NPK2Mg, arrojó los mejores resultados (Anónimo, 2004).

Se realizaron experimentos durante 1999 y 2000; en el primer año se estudiaron cuatro niveles de N, P y K, para definir el requerimiento nutricional de los cultivos hortícolas en fertirrigación con riego por goteo en la región sur – de Chihuahua, seleccionaron los cultivos de chile jalapeño, cebolla, melón, pepino y sandía. Se definió las dosis 150 – 40 – 125 como la más adecuada para abastecer el requerimiento de los cultivos ya mencionados, se aplicó en todos los tratamientos una dosis de 125Kg.ha⁻¹ de potasio (Chávez et al, 2000).

La respuesta a potasio es poco evidente, sin embargo se observa que una dosis de 125kg/h⁻¹ incrementa el rendimiento, sobretodo en los cultivos de alta demanda como tomate, melón, sandía y pepino. Su aplicación es necesaria cuando el agua de riego contiene una alta cantidad de sales, ya que este elemento ayuda a disminuir el efecto fisiológico de sales en las plantas, y es fundamental cuando existe una alta concentración de sodio para el balance nutrimental (Chávez et al, 2000).

Lazcano (2000), menciona que el potasio es requerido por la caña de azúcar en grandes cantidades, el K es el elemento nutritivo más utilizado por esta especie vegetal. Una cosecha de 100 toneladas remueve (consume) del suelo un promedio de 220kg de K₂O.

Una baja cantidad de K disponible en el suelo, puede ocasionar una germinación errática, el uso de K en el cultivo de la caña se ha incrementado rápidamente en la medida que los productores observan síntomas de

deficiencia de este elemento y pueden comprobar la respuesta de la caña a la aplicación de este importante nutriente (Lazcano, 2000).

Para obtener rendimientos altos y buena calidad de jugo, la planta de la caña de azúcar requiere de igual o mayor cantidad de K que de N y P. en la mayoría de países productores de caña la relación recomendada de N: P: K es de 2:1:3, 2:1:2 o 2:1:1. Sin embargo muchos agricultores aún no aplican la cantidad adecuada de K en relación a la cantidad de N que utilizan, una mejor fertilización con K representa calidad en lugar de cantidad (Lazcano, 2000).

Si se presenta una deficiencia de K en la caña, como resultado de una inadecuada fertilización, se hacen notorias las siguientes condiciones desfavorables (Lazcano, 2000).

- ❖ Desperdicio del N y P aplicados.
- ❖ Altos niveles de humedad en caña.
- ❖ Alto porcentaje de azúcares reductores.
- ❖ Bajo porcentaje de sacarosa.
- ❖ Mayor cantidad de caña requerida para producir una tonelada de sacarosa.
- ❖ Menor eficiencia en fábrica

(Gutiérrez, 2000), señala que estudios realizados en el Valle de Yaqui Sonora, se evaluaron 7 dosis de potasio y 7 dosis de calcio, en cuatro cultivos que fueron chile verde (*Capsicum annuum* L.), calabacita (*Cucúrbita pepo* L.), tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), papa (*Solanum tuberosum* L.). Y arrojó los siguientes resultados:

Chile Verde

En la variable de resistencia a la penetración de fruto en primer corte, se encontraron resultados positivos. El tratamiento 6 de dosis 150 K/200 Ca tuvo un incremento de 10.35%, seguido del tratamiento 3 de dosis 50 K/100 Ca con un aumento de 5.53%. En el segundo corte los resultados se mostraron. Para el tratamiento 4 con dosis de 150 K/150 Ca fue uno de los tratamientos que sobrepaso al testigo con un incremento de 14.83%, seguido del tratamiento 7 con dosis de 250 K/250 Ca también mostró un aumento de 3.84%,(Gutiérrez, 2000)

En el primer corte en el de peso del fruto, en la etapa de floración, el tratamiento 5 con una dosis de 200 K/150 Ca tuvo un incremento de 63.23%, mientras que el tratamiento 7 con dosis de 250 K/250 Ca reportó un aumento de 39.27%, seguido del tratamiento 4 con dosis de 150 K/150 Ca mostró un incremento de 34.03%, el tratamiento 6 con dosis de 150 K/ 200 Ca tuvo un aumento de 28.77%, el tratamiento 3 con dosis de 50 K/100 Ca mostró un aumento de 26.30% donde el tratamiento 2 con dosis 100 K/50 Ca mostró un incremento de 16.96 %, todos estos resultados evaluados con respecto al testigo. En esta variable, se obtuvo un incremento considerable, de cada dosis, ya que todos estuvieron por encima del de testigo (Gutiérrez, 2000).

En el segundo corte, se obtuvieron resultados que sobrepasaron al testigo y algunos otros que estuvieron por debajo de él. El tratamiento numero 4 con dosis 150 K/150 Ca mostró un aumento de 42.22%, seguido del tratamiento numero 3 con dosis 50 K/100 Ca con un aumento de 23.77 %, mientras que el tratamiento numero 2 con dosis 100 K/ 50 Ca mostró un incremento de 17.05 %, el tratamiento numero 5 con dosis de 200 K/150 Ca nos dio como resultado un incremento de 7.2 %. En esta variable se obtuvieron

resultados positivos, ya que algunas dosis mostraron aumentos en el peso en el fruto, y a su vez mejorar la consistencia del mismo (Gutiérrez, 2000).

En esta variable se sumaron los dos cortes y se observaron los siguientes resultados. El tratamiento con mayor incremento fue el número 4 con dosis 150 K/150 Ca con un incremento considerable de 38.29 %, de aquí sigue el tratamiento número 5 con dosis de 200 K/150 Ca mostrando un incremento de 34.13 %, el tratamiento número 2 con dosis 100 K/50 Ca tuvo un aumento de 27.63 %, mientras que el tratamiento número 6 con dosis 150 K/200 Ca también nos mostró un incremento de 26.71 %, seguido del tratamiento número 3 con dosis 50 K/100 Ca, y por último el tratamiento 7 con dosis 250 k/250 Ca también por arriba del testigo con un 15.69 %, evaluados con respecto al testigo. (Gutiérrez, 2000).

Calabaza negra. Para la variable número de fruto por cortes, en los resultados se encontró diferencia significativa en el primer día de corte, resultando mayores los tratamientos 100K/50Ca, 150K/150Ca, 200K/150Ca y 150K/200Ca. Mostrando estos un 50% más en número de frutos. También se muestran a los tratamientos 50K/100Ca y 250K/250Ca que obtuvieron un mayor número de frutos, con otro 50% en el tercer corte en comparación con el testigo, encontrándose en este día diferencia significativa (Gutiérrez, 2000).

En la variable de número de frutos totales se puede apreciar que el mejor tratamiento fue el 250K/250Ca con 22.6 frutos, mostrando una diferencia del 23.32% más en comparación con testigo que fue de 17.33 frutos totales. El

tratamiento 150K/200Ca se acercó mucho al mayor con un total de 22 frutos (Gutiérrez, 2000).

En la variable de peso de fruto por cortes no se obtuvieron diferencias significativas entre los cortes, sin embargo en la mayoría de los tratamientos superaron al testigo en mayor parte de los días de corte, los tratamientos que se mantuvieron mas altos entre los días de corte fueron el 100K/50Ca y 250K/250Ca con un 20% mas en comparación con el testigo (Gutiérrez, 2000).

Para el peso total de frutos, los tratamientos 100K/50Ca y 250K/250Ca, fueron los mejores en comparación con testigo, el primero con un peso total de 3217.13 gramos y el segundo que es el mayor con 3236.46 gramos, así que se supero al testigo con un 29.64% y un 30.06% respectivamente (Gutiérrez, 2000).

Calabaza amarilla. En el numero de frutos por cortes, se muestra al tratamiento 200k/150Ca como el mejor tratamiento con mayor numero de frutos por cortes con un 35.1% mas que testigo y el tratamiento 250K/250Ca con un 28.54% mas que el testigo. En esta variable se encontró diferencia significativa entre cortes para el día siete, siendo mejor el tratamiento 200K/150Ca, con 6 frutos promedio por bloque (Gutiérrez, 2000).

En donde nos muestra el numero de frutos totales en los 9 días de corte, se encontró diferencia significativa en el tratamiento 200K/150Ca con 30.6 frutos y en segundo lugar el 250K/250Ca con 27.76 frutos, esto es 39.22% y 32.75% respectivamente contra testigo. (Gutiérrez, 2000).

En la variable de peso de fruto por cortes no se encontró diferencia significativa, el mejor tratamiento entre cortes fue 250K/250Ca, se puede observar que se mantuvo con un peso de fruto uniforme, así también 150K/200Ca como el segundo mejor tratamiento con el mayor peso de fruto por cortes, cabe señalar que testigo en este caso supero a dos tratamientos, ya que en los cortes finales producía menos frutos y resultaban ser mas grandes (Gutiérrez, 2000).

Para la variable de peso total de frutos, no se encontró diferencia significativa, sin embargo, todos los tratamientos superaron a testigo, el mayor fue el tratamiento 200k/150Ca con un 40.69% mas que testigo, el segundo fue 250K/250Ca con un 36.19% mas arriba que testigo. Los demás tratamientos se mantuvieron muy iguales entre ellos, pero superando al testigo (Gutiérrez, 2000).

Para la variable pérdida de peso por cortes, el testigo empieza perdiendo mas gramos en el primer día de corte en comparación con los demás tratamientos y al final presento en algunas muestras pudrición apical. En la mayoría de los demás cortes sigue perdiendo gramos a pesar que fue el que menos peso total obtuvo en esa variable (Gutiérrez, 2000).

Para el caso del ultimo corte (día 8), se muestra una barra más grande, esto es, como ya se comento, una muestra de frutos mayor, por lo tanto se perdieron mas gramos por ser mas pesada la muestra, pero se observa que el tratamiento 250K/250Ca fue el que menos se ve afectado en la pérdida de

peso, a pesar que resulto ser el segundo con mas peso total en todos los cortes. El que obtuvo mayor peso total fue el Tratamiento 250K/150Ca y se mantuvo muy similar con el resto de los tratamientos (Gutiérrez, 2000).

Para la variable días poscosecha, el mejor tratamiento fue 250K/250Ca, el cual nunca perdió mas gramos que testigo, a pesar de que este tratamiento resulto con un peso total superior a testigo del 39.19% (Gutiérrez, 2000).

Papa

En las variables de diámetro polar y diámetro ecuatorial no hubo un incremento Significativo en ninguno de los tratamientos, pero si se obtuvo tubérculos de muy buen tamaño y calidad conforme el mercado que es demandado (Gutiérrez, 2000)

A pesar de no encontrar diferencias significativas en el peso volumétrico de las papas, se detectaron consistencias muy fuertes en los tubérculos, en todos los casos (Gutiérrez, 2000).

En el peso de los tubérculos, el tratamiento 150K/150Ca incremento en más de un 25% éste parámetro, seguido de la dosis 200K/150Ca con casi 20% más (Gutiérrez, 2000).

El análisis vegetal arrojó respuestas por arriba del rango en nitrógeno y fósforo, embargo, potasio se encontró dentro de lo normal con alrededor del

5.3% en todos los casos, no así con calcio que se encontró ligeramente por arriba de los valores normales con excepción del tratamiento 4

Tomate

Los resultados del diámetro ecuatorial de los frutos de tomate. En el primer corte la variable que mostró un mayor desarrollo en el diámetro ecuatorial fue la dosis 50 K/100Ca/ha con un 69.3%, la concentración 150K/200Ca/ha incrementó en un 63.6% y la dosis 250K/250Ca/ha, 200K/150Ca/ha, 150K/150Ca/ha, 100K/50Ca/ha en un 61.5%, 60%, 57.69% y un 41.53% respectivamente con respecto al testigo. En el tercer corte la dosis de potasio/calcio 150 K/150Ca/ha fue la que mostró mayor ensanchamiento en un 8.36% con respecto al testigo, la dosis 250K/250Ca/ha que tuvo una alza del 5.78% con respecto al testigo. En el quinto corte la dosis 150K/200Ca/ha tuvo un aumento en diámetro ecuatorial del 0.79%, (Gutiérrez, 2000).

Las combinaciones de potasio y calcio aplicado en las hortalizas estudiadas afectaron positivamente la productividad de las mismas y en ningún caso propiciaron des balances nutrimentales (Gutiérrez, 2000).

Por otra parte (Lascano, 2000), señala que el potasio (K) y el Azufre son dos de los nutrientes para las plantas mas ligados a la calidad de los cultivos hortícolas, los dos nutrientes interactúan con el nitrógeno para aumentar la calidad de los productos hortícolas (Lascano, 2000).

Experimentos parcialmente financiados por el instituto de la potasa y el fósforo en el Bajío con brócoli y otras hortalizas, han brindado evidencias no solo de la gran acumulación de K en estos cultivos, sino también en su efecto

positivo al incrementar la productividad y la calidad de las hortalizas(Lascano, 2000).

Generara la información necesaria, relacionada con la fertilización suficiente y balanceada utilizando S Y K es imperativo para incrementar la productividad y calidad de las hortalizas en México (Lascano, 2000).

2.6. Requerimientos climáticos y edáficos de la sandia

2.6.1. Temperatura

El cultivo de la sandia es de clima cálido y sensible a las heladas. Las temperaturas mínimas del suelo para la germinación son de 16 °C y la máxima de 40 °C con un rango optimo de 21 – 35 °C (Castaños, 1993), pudiendo tolerar una temperatura máxima de hasta 35 °C (Nonnecke, 1989), la humedad relativa debe oscilar entre un 65 a 75% (Tiscornia, 1979).

2.6.2. Hídricos

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

Aunque esta hortaliza necesita abundante agua en el periodo de crecimiento, iniciando del desarrollo del fruto y su maduración (Maroto, 1983), durante el ciclo agrícola requiere de 500 a 700 mm de agua, sin embargo se recomienda disminuir los riegos en la maduración para concentrar mas sólidos solubles (Valadez, 1997).

2.6.3. Luz

Todas las plantas de guías (melón, sandía, pepino etc.) son muy exigentes con respecto a la luz por lo que no deben cultivarse junto con que les sombreen (Guenkov, 1974). La luz es parte integrante de la reacción fotosintética con la cuales produce energía a través de la combinación de bióxido de carbono y el agua para la formación de los primeros compuestos orgánicos (Edmon, 1981).

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

Por otra parte, 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).

2.6.4. Suelo

Este cultivo precisa un suelo de consistencia media, bien drenado, de elevada fertilidad, la reacción del suelo tiene poca importancia, puesto que se adapta bien y requiere la suministración de materia orgánica (Cásseres, 1971), por su parte Fersini (1976), menciona que la sandia prefiere terrenos húmedos, suaves, ricos en sustancias orgánicas bien descompuestos, expuestos al sol y bien drenados.

Para cultivar sandía en texturas arcillosas es fundamental que el suelo tenga asegurado el drenaje, es una planta que puede tolerar mucho la acidez del terreno hasta un valor de pH de cinco (Maroto, 1983).

2.7 Manejo del cultivo.

2.7.1 Preparación del terreno

Se requieren suelos de textura media, o 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 quedo bien mullida. El trazado de cama debe ser de 3.5 a 4.0, m de ancho, en siembras tempranas o intermedias, se recomienda que éste se oriente de este a oeste (Parsons, 1981).

2.7.2 Época de siembra

La fecha de establecimiento en campo para la sandia 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 Lagunera es del 15 de marzo al 15 de abril, en siembras tempranas y en tardías es posible tener mejor mercado aunque con menores rendimientos y riesgos por heladas en las primeras y afectación del fruto en las segundas (Ruiz, 1984). En el caso de Sonora las fechas de siembras comienzan en los primeros días del mes de noviembre y se prolongan hasta mediados del mes de diciembre (CEVY, 2001).

Existen tres épocas en las cuales la sandia puede sembrarse:

1.- Del 15 de diciembre al 15 de enero (temprana), iniciando la cosecha en la última semana del mes de mayo.

2.-Desde fines de febrero todo el mes de marzo (intermedia), iniciando la cosecha a mediados del mes de junio.

3.-La última del 15 de junio (tardía), iniciando la cosecha de octubre hasta noviembre (PIAEBAC, 1961-1981).

2.7.3. Método de densidad de siembra

Se recomienda aplicar de 1.5 a 2.0 kg de semilla por ha colocando 4 semillas por mata a una profundidad de 1.5 a 2.5 cm, la distancia entre matas es de 1m (PIAEBAC, 1961-1981). Con el empleo de semilla híbrida el uso de las semillas se modifica 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 plantas por hectárea. (Hall, 1990).

Sin embargo 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).

2.7.4. Germinación.

La germinación en campo depende de la temperatura en el suelo, con temperatura de 25 °C o más, la germinación se produce en 5 a 6 días (Maynard, 1989).

Para la producción de plántula la germinación se debe 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 semi húmedas de crecimiento (Maynard, 1989).

La adherencia de la cubierta de la testa de la semilla, al emerger los cotiledones constituye un problema muy inquietante debido que causa disturbios en la plántula y algunas veces disminuye el porcentaje de germinación; una práctica eficiente que reduce este problema es orientar las semillas a un ángulo de 45° con la radícula hacia arriba, al momento de la siembra en charola (Maynard, 1989).

2.7.5. Trasplante

Se ha encontrado que las plántulas están listas para el trasplante cuando tienen la tercera hoja verdadera; las plántulas deberán estar endurecidas o adaptadas, en algunas áreas las plántulas son colocadas fuera del invernadero varios días antes del trasplante (Mexagro s/f).

2.7.6. Riego

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 su función de absorber elementos nutritivos (PIAEBAC, 1961- 1981).

Cuando la siembra se efectúa en seco, el primer riego debe realizarse por transporo, procurando que solo la humedad llegue a la semilla, para evitar que sobre la superficie del suelo se formen costras duras que dificulten su emergencia. Los riegos posteriores deben 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 (PIAEBAC, 1961-1981).

Debe cuidarse 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 dependiendo 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 riegos durante etapas críticas como son la floración y formación de fruto (CAELALA, 1984).

2.7.7. Fertilización

La época de aplicación de cualquier fertilizante va a depender principalmente de las necesidades del cultivo y de la cantidad disponible de los elementos nutritivos en el suelo y que pueda ser aprovechable por la planta (Edmon, *et al*, 1981).

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

2.7.8. Requerimientos nutricionales

Los niveles de macro y micro elementos que debe presentar una planta de sandía bien nutrida se divide en tres etapas del ciclo del cultivo, las cuales son (Mills y Benton, 1996).

Etapa 1: Inicio de floración hasta fructificación.

Etapa 2: Planta madura a estado de fruto pequeño.

Etapa 3: Fruto pequeño hasta cosecha.

Cuadro 1. Nivel óptimo de nutrición de una planta de la sandía en la **ETAPA 1**

MACROELEMENTOS	%	MICROELEMENTOS	(ppm)
N	4.0 – 5.5	Fe	50 - 300
P	0.3 – 0.8	Mn	50 - 250
K	4.0 – 5.0	B	25 - 60
Ca	1.7 – 3.0	Cu	6 - 20
Mg	0.5 – 0.8	Zn	20 - 50
S	SIN DATO	Mo	SINDATO

Cuadro 2. Nivel óptimo de nutrición de una planta de la sandía en la ETAPA 2

MACROELEMENTOS	%	MICROELEMENTOS	(ppm)
N	2.0 – 3.0	Fe	100 - 300
P	0.2 – 0.3	Mn	60 - 240
K	2.5 – 3.5	B	30 - 80
Ca	2.5 – 3.5	Cu	4- 8
Mg	0.6 – 3.5	Zn	20 - 60
S	SIN DATO	Mo	SINDATO

Cuadro 3. Nivel óptimo de nutrición de una planta de la sandía en la ETAPA 3

MACROELEMENTOS	%	MICROELEMENTOS	(ppm)
N	4.0 – 5.00	Fe	50 - 300
P	0.25 – 0.70	Mn	40 - 250
K	3.50 – 4.50	B	25 - 60
Ca	2.0 - 3.20	Cu	5 - 20
Mg	0.30 – 0.80	Zn	20 - 250
S	SIN DATO	Mo	SIN DATO

Fuente: (Mills and Benton, 1996).

2.7.9. Plagas y Enfermedades

La lucha contra las plagas y enfermedades de las plantas, se tiene que realizar 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 puede ser curativo; lo cual consiste en combatir el parasito una vez ya presente. Para conseguir mayor eficacia y al mismo tiempo ahorro de mano de obra en los tratamientos, los productos suelen aplicarse mezclados en agua (Serrano, 1979).

En la Comarca Lagunera los principales problemas, los ocasiona la cenicilla polvorienta (*Erisiphe cichoracearum*) y antracnosis (*Colletotrichum lagenarium*), las cuales dañan las hojas y los frutos respectivamente.

Debe revisarse el cultivo para la aparición de plagas, sobre todo al inicio de la floración, ya que estas se propagan rápidamente y causan serios daños, las principales son: pulgón (*Aphis gossypii*) y su control es a base de los siguientes productos; metamidofos 600 a razón de 1.0 litros por hectárea, Parathión metílico 720 a razón de 0.5 a 0.6 litros por hectárea (Ruiz, 1984).

2.7.9.1. Daños

Daños directos por efectos de plagas de mosquitas blancas (*Bemisia tabaci*) y pulgones (*Aphis gossypii*) que se alimentan de las plantas, por ser transmisores de enfermedades de tipo viral que ocasionan (Ruiz, 1984).

- Reducción de los rendimientos unitarios hasta en 10 t.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 de insecticidas por ciclo.

Para el control de mosquita blanca (*Bemisia tabaci*) y pulgones (*Aphis gossypii*), gusanos soldados (*Spodoptera exigua*) y falso medidor (*Trichoplusa ni*), principales vectores de enfermedades de tipo viral, es importante tratar la semilla con 24.5 gramos de ingrediente activo por libra unidos al sistema internacional de semilla con el insecticida Imidacloprid. A los 30 días después de la siembra realizar una aplicación de este mismo insecticida en su presentación en dosis de 350 gi.a./ha dirigido al cuello de la planta. Después de 60 días, si persisten plagas, se completa el control con dos o tres aplicaciones del hongo *Paecilomyces fumosoroseus* en dosis de 1.2×10^{12} conidios por hectárea. Para los gusanos soldados y falso medidor clorpirifos en dosis de 720 gi.a/ha y *Bacillus thuringiensis* en dosis de 0.5 a 1.0 kg. De producto comercial/ha, colocar un mínimo de cuatro trampas con cebo alimenticio (melaza fermentada para la captura de adultos de estas especies y realizar 8 liberaciones de 30,000 avispitas *Trichogramma pretiosum* (12 unidades del sistema internacional) al detectar las primeras oviposturas (1 por semana) (Ruiz, 1984).

2.7.10. Cosecha

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

Cambio de color en el fruto de la parte que toca el suelo, de un blanco a crema.

El marchitamiento de los zarcillos que están más cerca del fruto.

Tocar el fruto y escuchar un sonido hueco mas apagado a medida que los frutos maduren.

Maynard (s.f), menciona que un lado ("ground spot") de la fruta deberá ser crema o de 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 consideran que el fruto está listo para el corte cuando la hoja y el zarcillo o el rabito inmediato al fruto se marchita. Estos indicadores se conjugan con la experiencia de los cortadores de sandia (Ruiz, 1984).

La cosecha de sandia 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 se golpea el fruto con los dedos para saber si el fruto esta listo para cosechar. Después de cortada, se deberán aplicar en el extremo del pedúnculo una pasta hecha con sulfato de cobre, para evitar la pudrición de dicha parte (Mortensen y Bullard, 1985).

2.8. Valor nutritivo de la sandía

La sandía es un magnífico diurético, su elevado poder alcalinizante favorece la eliminación de ácidos perjudiciales para el organismo (Infoagro, 2002)

Está formada principalmente por agua (93%), por tanto su valor nutritivo es poco importante. Los niveles de vitaminas son medios, no destacando en particular ninguna de ellas (Infoagro, 2002)

El color rosado de su carne se debe a la presencia de carotenoide licopeno, elemento que representa un 30% del total de carotenoides del cuerpo humano (Infoagro, 2002)

Cuadro 4. Composición química del fruto de sandía, en base de 100 g de parte comestible (Valádez, 1998).

Agua	92.6%	Sodio	1.0 mg
Proteínas	0.5 g	Potasio	100 mg
Carbohidratos	6.4 g	Acido ascórbico	7.0 mg
Calcio	7.0 mg	Tiamina (B1)	0.03 mg
fósforo	10 mg	Riboflavina (B2)	0.03 mg
Fierro	0.5 mg	Vitamina A	590 U.I.
Energía	0.5 mg	Grasa	0.2 g

- Unidad internacional (U.I.) de vitamina A es equivalente a 0.3 microgramos de vitamina en alcohol (Castaños, 1993)

Las semillas aunque no se acostumbra consumirlas son ricas en proteínas, grasas, hidratos de carbono y celulosa; incluso como remedio casero o naturista, tomando dos cucharadas de semillas en ayunas todos los días se eliminan los parásitos del organismo (ASERCA, 1999).

2.9. Comercialización

Anteriormente era común el embarque en trenes pero actualmente se utiliza más el camión. Originalmente la sandía, se estiba de tres a cinco frutos, pero ahora se emplean cajas de carga que facilitan el transporte desde el campo al supermercado (Gordon y Barden, 1984).

2.10. Usos

Los frutos de la sandía son muy apreciados por su sabor refrescante durante el verano. Posee un alto contenido de agua y no es aconsejable tomarle en cantidad excesiva sobre todo por la noche, por que pueden ocasionar algunos problemas digestivos. En algunas ocasiones de la semilla puede extraerse en aceite apto para cocinar (Maroto, 1983).

La sandía es utilizada de diferentes maneras; así en Rusia, el jugo de la sandía se emplea para preparar cerveza, también se hierva para formar una miel espesa que se utiliza como melaza. En Irak, Egipto y algunas partes de África se le considera como alimento básico para los animales y en algunas regiones muy secas constituye una fuente de agua. En México se consume como postre o aperitivo de buen sabor. (INEGI, 1991).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización del área experimental

El presente experimento se llevó a cabo durante el ciclo agrícola primavera – verano 2006, en el Ejido Congregación Hidalgo en el municipio de Matamoros Coahuila, carretera libre Torreón- Saltillo Km. 30 Tramo Matamoros- Congregación Hidalgo.

3.2. Ubicación Geográfica de la Comarca lagunera

La Comarca Lagunera esta situada en la parte suroeste del estado de Coahuila y noroeste del estado de Durango. Comprendida entre los meridianos $101^{\circ} 41''$ y 105° de longitud o este 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 Koppen, es árido y 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), varia entre 19.4°C y 20.6°C , con un valor promedio de las temperaturas máximas y mínimas de 19.1°C y 12.1°C respectivamente (Domínguez, 1988).

La precipitación pluvial es escasa, encontrándose la atmósfera desprovista de humedad. La precipitación media anual durante los años de 1941- 1981, fue de 241.4 mm y varia entre 77.8 mm y 434.8 mm. El periodo máximo

de precipitación queda comprendido en los meses de agosto y septiembre por lo que la precipitación es generalmente nula en la época de mayor demanda en la sandía.

3.4. Labores culturales

3.4.1. Barbecho

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

3.4.2. Rastreo

Consistió en el paso de la rastra con el fin de destruir los terrones.

3.4.3. Cruza

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

3.4.4. Nivelación con es crepa doble

Este trabajo consistió en pasar el tractor con la es crepa y repetir la operación en forma cruzada, procurando que el terreno que de lo mas nivelado posible.

3.4.5. Trazado de riego

Se trazo una cuadrícula de 20 por 20 m generalmente con las ruedas traseras del tractor, posteriormente con un aparato de nivelación se sacan las cotas del terreno y en el gabinete se traza el sentido (dirección) de las zanjas que conducen el agua de riego.

3.4.6. Marcado de camas

Las camas para la siembra se realizaron, a una distancia entre ellas de 8 m. Primero se marcaron con una vertedera y en ese mismo paso se aplican la fertilización base, posteriormente con una vertedera mayor llamada mariposa se abre 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 63 unidades de nitrógeno, 78 unidades de fósforo y 00 de potasio.

3.4.8. Acolchado plástico

El plástico con 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 utiliza una acolchadora mecánica jalada con tractor.

3.4.9. Trazo y formación de regaderas

Una vez que concluyeron todas las operaciones dentro del terreno de siembra se procedió a formar las regaderas que serán las que conduzcan el agua durante el ciclo de vida de las plantas.

3.4.10. Perforación de plástico

Esto se realizó utilizando una saca bocados colocados en una cubeta de fierro con carbón prendido para calentarlo y una persona lo pone sobre el plástico a la distancia de un metro de largo y así se desprendió el plástico donde se sembró.

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 para eliminar la maleza.

3.5. Siembra

La siembra se realizó el 14 de febrero del 2006 y esta fue de manera directa, utilizando dos semillas por agujero, utilizando 1,280 semillas previniendo la resiembra, por lo que al momento de la germinación solo se dejó una plántula por agujero, teniendo en el área experimental 640 plantas a evaluar.

3.6. Resiembra

Se estableció una resiembra, se realizó a los 30 días después de la siembra utilizando un 6% de semilla y teniendo una 98.6% de la población final.

3.7. Material vegetativo utilizado

El material vegetativo utilizado en este experimento fue un híbrido, Summer Flavor # 800.

3.8. Riego

El riego utilizado fue por gravedad utilizando regadera y una o dos paipas por zanja dependiendo de la necesidad. En total fueron 16 riegos desde el establecimiento, hasta la finalización del cultivo utilizándose una lamina de riego estimada de 1.60 metros. 1er riego (5 días después de la siembra), 2do riego (18 días después de la siembra), 3riego (29DDS), 4riego (43DDS), 5riego (58DDS), 6riego (70DDS), 7riego (77DDS), 8riego (84DDS), 9riego (89DDS), 10riego (94DDS), 11riego (100DDS), 12riego (106DDS), 13riego (111DDS), 14riego (115DDS), 15riego (126DDS), 16riego (133DDS)

3.9. Polinización

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

3.10. Diseño Experimental

El estudio se estableció bajo un diseño de bloques al azar, con ocho tratamientos y cuatro repeticiones, las variables a evaluar fueron las siguientes: sólidos solubles, rendimiento en toneladas por hectárea de los 6 cortes y rendimientos en toneladas por hectárea total.

Cuadro 5. Distribución de los tratamientos con sus respectivas repeticiones del diseño experimental utilizado.

I		II		III		IV	
1	1	9	3	17	5	25	3
2	2	10	6	18	7	26	4
3	3	11	8	19	8	27	2
4	4	12	2	20	3	28	7
5	5	13	5	21	4	29	6
6	6	14	7	22	1	30	8
7	7	15	1	23	6	31	5
8	8	16	4	24	2	32	1

Repeticiones
 Parcelas
 Tratamientos

10 metros de distancia
 Entre tratamiento a
 Doble hilera por
 Parcela

8 metros de distancia
 entre camas

Cuadro 6. Cuadro de las dosis de potasio evaluadas

TRATAMIENTOS	N	P	K
1	00	00	00
2	120	75	00
3	120	75	50
4	120	75	100
5	120	75	150
6	120	75	200
7	120	75	250
8	120	75	300

3.11. Toma de datos.

Se muestrearon 160 plantas por repetición dando un total de 640 plantas total del área experimental evaluadas.

Cuadro. 7 cuadro de fertilizaciones de las dosis de cloruro de potasio aplicadas antes de la siembra

Tratamientos	Kilogramos de cloruro de potasio por parcela útil	Kilogramos de cloruro de potasio por hectárea
T1	00	00
T2	00	00
T3	0.670	50
T4	1.333	100
T5	2.000	150
T6	2.670	200
T7	3.333	250
T8	4.000	300

3.12. Control de plagas y enfermedades

Las plagas que se presentaron en el cultivo fueron la mosquita blanca (*Bemisia tabaci*) que fue controlada con el producto que se va por nombre comercial Plenum el cual se aplicó foliarmente con una dosis de 300gr/200lts de agua. Para una hectárea

3.13. Aplicaciones de productos químicos durante el ciclo

Primera aplicación 22DDS.

- Se aplicó 5lts de acuamil (desalinizador)
- Se aplicó medio litro de codasting- Algaezims (aminoácido), combinado con $\frac{1}{4}$ de litro de acidificante (adherente dispersante).

Segunda aplicación 57DDS.

- Se aplicó medio litro de codal y $\frac{1}{4}$ de litro desulfacid (acidificante).

Tercera aplicación 73DDS.

- Se aplico medio litro de cito vit (Fito hormonas)
- Se aplico medio litro de codafol magnesio(Fertilizante foliar)
- Se aplico medio litro de codafol potasio(Fertilizante foliar)
- Se aplico 2lts/ha flonex (fungicida)
- Se aplico ¼ de litro de sulfacit.(Adherente dispersante)

Cuarta aplicación 96DDS

- Se aplico un 1kg de Ridomil Bravo vía foliar (Metalaxil+Clorotalonil)
- Se aplico 1 litro de thiodan (Endosulfan) (insecticida) (Mosca blanca)
- Se aplico 1 litro de karate (Lambda Cyhalotrina) (Insecticida) (Gusanos)
- Se aplico ¼ de sulfa Cid (Adherente) (Dispersante acidificante)

Quinta aplicación 107DDS

- Se aplico para la mosquita blanca 300grs/ha plenum (Dímetro zinc). (insecticida)(Mosca blanca y pulgones).
- Se aplico 1/2kg/ha blindaje (Benomil) (Fungicida)
- Se aplico 2kg de súper K. Fos 0- 25- 45 y un 1/4lts de adherente de sulfacit, todo esto combinado en 200lts de agua(Fertilizante foliar)

3.14. Cosecha

Para iniciar la cosecha fue necesario utilizar una persona especializada (cortador) en este trabajo el cual fue a valorar la huerta una semana antes de iniciar y fijo el día de inicio del primer corte.

El primer corte se realizo a los 92 DDS, llevándose acabo cinco cortes mas, incluyendo el 7 de julio a los 140 DDS.

3.15. Variables a evaluar

3.15.1. Sólidos solubles

La presente actividad se realizo con un refractómetro, frotando levemente una pequeña porción de pulpa sobre la parte de toma de lectura del aparato del cual indico la cantidad de grados brix del fruto evaluado.



3.15.2. Rendimiento en toneladas por hectárea de los 6 cortes

Se realizo con una báscula de reloj y un costal, se cortaron los frutos de sandia y en el momento se pesaron cada tratamiento y cada repetición con el

material ya mencionado, luego se hizo una estimación en toneladas por hectárea.

3.15.3. Rendimiento en toneladas por hectárea total

De los datos obtenidos en toneladas por hectárea de cada corte, se calculo el rendimiento total de cada tratamiento de las cuatro repeticiones para de finir este parámetro.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

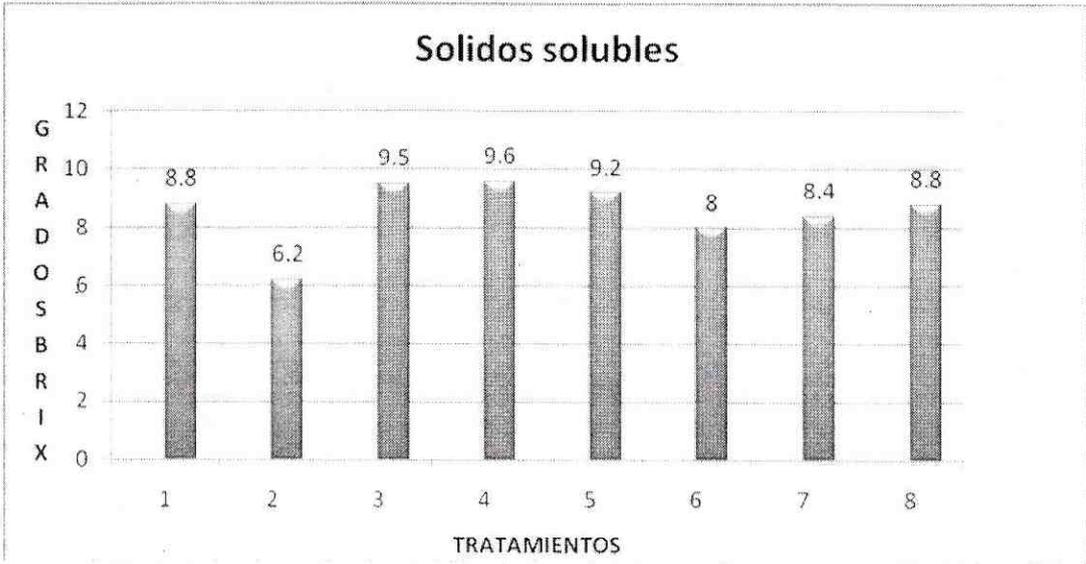
4.1. Sólidos solubles

Medias de los sólidos solubles (grados brix) la media de valores de sólidos solubles nos presenta diferencia significativa (cuadro 1A) entre los tratamientos y nos muestra que el tratamiento 4, 3, 5, 1, 8, 7 y 6 son estadísticamente iguales sin embargo los tratamientos 3, 5, 1, 8, 7, 6 y 2 comparten la siguiente literal de significancia de estos resultados podemos mencionar que el tratamiento 4 (120 – 75 – 100) nos presenta un contenido de sólidos solubles con una ligera tendencia superior a los de mas (9.66)

Cuadro 8. Medias de los sólidos solubles que se obtuvieron en el estudio de evaluación de dosis de potasio en el cultivo de la sandía. P. V.2004.

Tratamientos	Sólidos solubles	Grupos de significancias
T4	9.6	a
T3	9.5	ab
T5	9.2	ab
T1	8.8	ab
T8	8.8	ab
T7	8.4	ab
T6	8.0	ab
T2	6.2	b
DMS (0.05)		C.V 33.87%

Figura 1 Medias de sólidos solubles que se obtuvieron en el estudio de evaluación de 8 dosis de potasio en la sandía.



4.2. RENDIMIENTO EN TONELADAS POR HECTÁREA DE LOS 6 CORTES

4.2.1. Corte numero uno.

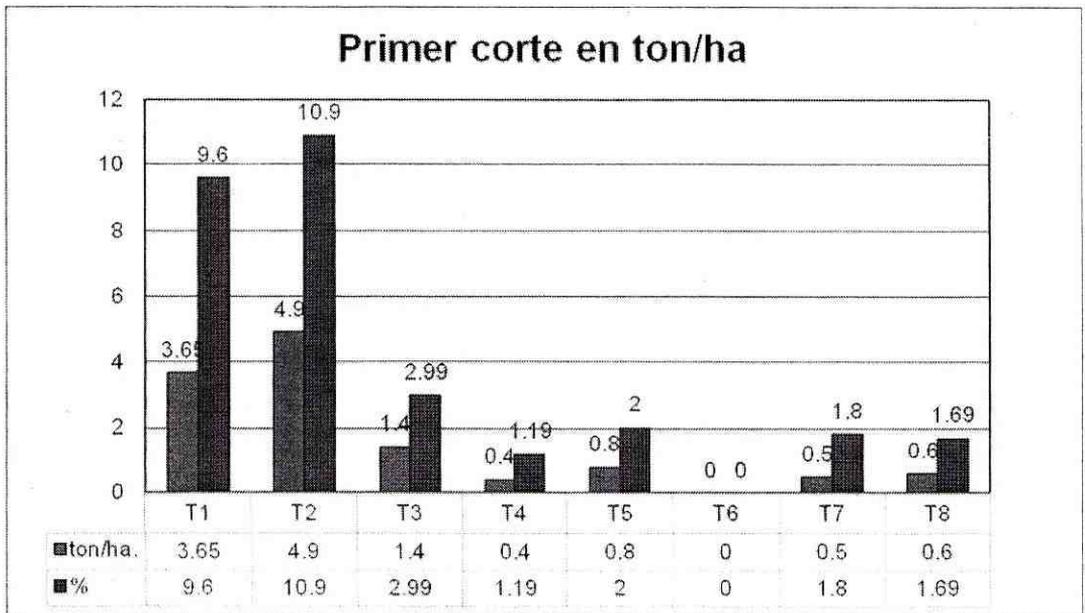
El primer corte de este experimento se realizo a los 92 días después de la siembra y los tratamientos con mayor rendimiento fueron el 2(120 – 75 – 00) y el testigo (00 – 00 – 00) con 4.9 y 3.6 t.ha⁻¹ respectivamente que corresponden al 10.9 y 9.9 % de su rendimiento total, el tratamiento 1(00 -00 - 00) y el tratamiento 2 (120 -75 -00) nos presenta los siguientes valores en cuanto a sólidos solubles (grados brix) fueron los siguientes para el tratamiento 1, con 9.6 y el tratamiento 2, con 7.0 de grados brix.

Cuadro 9. Primer corte en toneladas por hectárea que se obtuvieron en el estudio de evaluación de 8 dosis de potasio en la sandía P.V. 2006

Tratamientos	Toneladas por hectárea
2, 120-75-00	4.9063
1, 00-00-00	3.6563
3, 120-75-50	1.4063
5, 120-75-150	0.8750
8, 120-75-300	0.6563
7, 120-75-250	0.5000
4, 120-75-100	0.4375
6, 120-75-200	0.0000

Primer corte

Figura 2. T.ha⁻¹ y porcentaje de rendimiento para el primer corte de sandía.



4.2.2. Corte numero dos

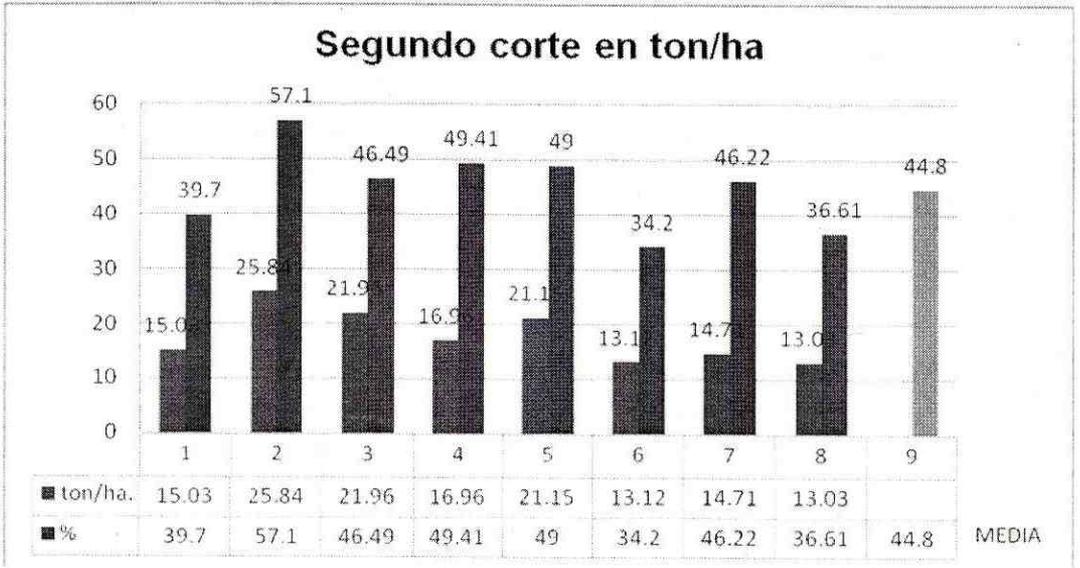
El segundo corte se efectuó a los 101 días después del primer corte y se observaron que en este corte se obtuvo desde un 34.2% hasta un 57.1% de la cosecha total en todos los tratamientos. Donde sobre salen el tratamiento 2 (120 - 75 - 00) el tratamiento 4 (120 - 75 - 100), el tratamiento 5 (120 -75 - 150) con rendimientos mayores a 20 t.ha⁻¹, por lo que respecta a los sólidos solubles los valores mas altos corresponden a los tratamientos 2 (120 - 75 - 00) con el 10.6 y el tratamiento 8 (120 - 75 - 300) con 10 .4 de grado brix.

Cuadro 10. Segundo corte en toneladas por hectárea que se obtuvieron en el estudio de evaluación de 8 dosis de potasio en la sandía P. V. 2006

Tratamientos	Toneladas por hectárea
2, 120-75-00	25.8438
3, 120-75-50	21.9688
5, 120-75-150	21.1563
4, 120-75-100	16.9688
1, 00-00-00	15.0313
7, 120-75-250	14.7188
6, 120-75-200	13.1250
8, 120-75-300	13.0313

Segundo corte

Figura 3. T.ha-1 y porcentaje de rendimiento para el segundo corte de sandía



4.2.3. Corte numero tres

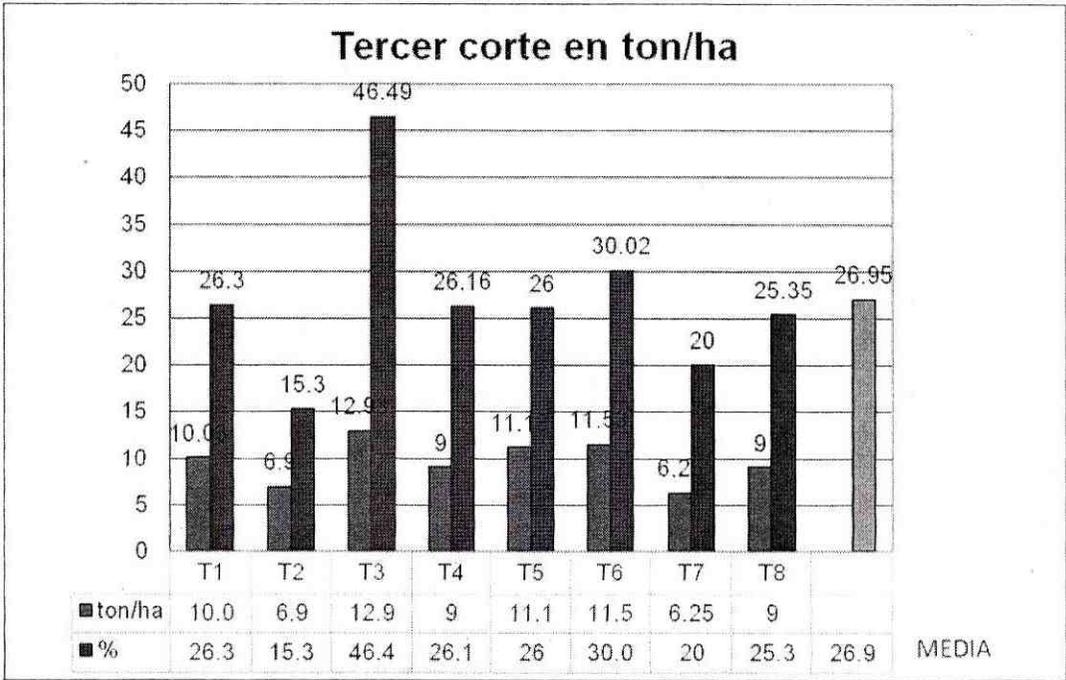
Para el tercer corte se realizo 107 días después del segundo donde destacan el tratamiento numero 3 (120 – 75 – 50) con 12.9 t.ha⁻¹ que corresponden al 4.5% de su rendimiento total y con el siguiente valor de sólidos solubles de 9.0 de grados brix.

Cuadro 11. Tercer corte en toneladas por hectárea que se obtuvieron en el estudio de evaluación de 8 dosis de potasio en la sandía P. V. 2006.

Tratamientos	Toneladas por hectárea
3, 120-75-50	12.9375
6, 120-75-200	11.5313
5, 120-75-150	11.1875
1, 00-00-00	10.0313
8, 120-75-300	9.0000
4, 120-75-100	9.0000
2, 120-75-00	6.9063
7, 120-75-250	6.2500

Tercer corte

Figura 4. T.ha-1 y porcentaje de rendimiento para el tercer corte de sandía



4.2.4. Corte numero cuatro

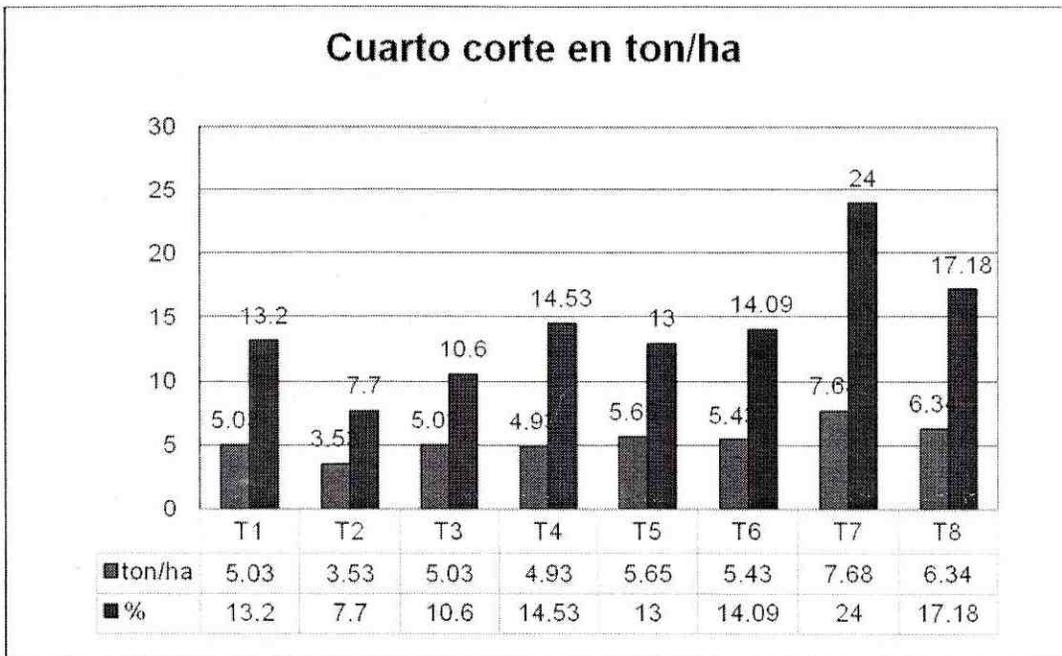
El corte numero cuatro se realizó 115 días después del tercer corte y de acuerdo a la figura 5 se observa que todos los tratamientos tienen un rendimiento muy similares y sobresalen el tratamiento 7(120 – 75 – 250) y el tratamiento 8(120 – 75 – 300) con 7.7 y 6.3 t.ha⁻¹ respectivamente y con un valor de sólidos solubles de 9.0 para el tratamiento 7 y para el tratamiento 8 con 11.0 de grados brix

Cuadro 12 cuarto corte en toneladas por hectárea que se obtuvieron en el estudio de evaluación de 8 dosis de potasio en la sandía P. V. 2006.

Tratamientos	Toneladas por hectárea
7, 120-75-250	7.6875
8, 120-75-300	6.3438
5, 120-75-150	5.6563
6, 120-75-200	5.4375
1, 00-00-00	5.0313
3, 120-75-50	5.0313
4, 120-75-100	4.9375
2, 120-75-00	3.5313

Cuarto corte

Figura 5. T.ha-1 y porcentaje de rendimiento para el cuarto corte de sandía



4.2.5. Quinto corte

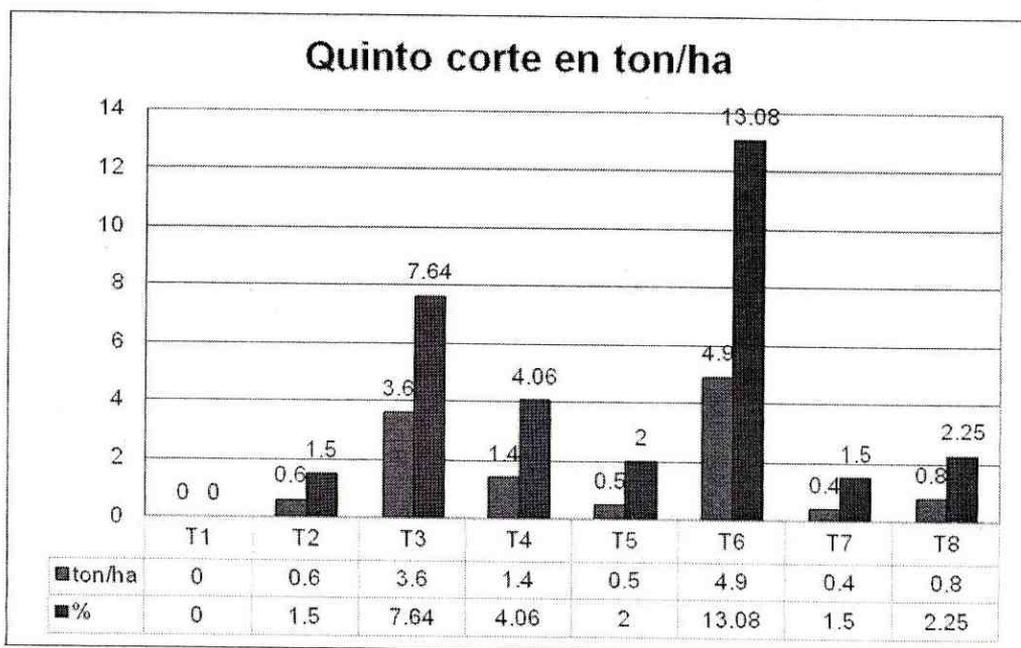
El quinto corte se realizó a los 121 días del cuarto corte donde se puede observar que algunos tratamientos entre ellos el testigo (00 – 00 – 00) el tratamiento 2 (120 – 75 – 00) el 5 (120 – 75 – 150) el 7 (120 – 75 – 250) el 8 (120 – 75 – 300) tienen rendimientos mínimos que no llegan a una $t.ha^{-1}$, no así el tratamiento 3 (120 – 75 – 50) y el tratamiento 6 (120 – 75 – 200) con 3.5 y 4.9 $t.ha^{-1}$ respectivamente y los valores para los sólidos solubles para estos tratamientos son los siguientes el tratamiento 3 con 8.6 y para el tratamiento 6 con 8.8 de grados brix.

Cuadro 13. Quinto corte en toneladas por hectárea que se obtuvieron en el estudio de evaluación de 8 dosis de potasio en la sandía P. V. 2006.

Tratamientos	Toneladas por hectárea
6, 120-75-200	4.9063
3, 120-75-50	3.6563
4, 120-75-100	1.4063
8, 120-75-300	0.8750
2, 120-75-00	0.6563
5, 120-75-150	0.5000
7, 120-75-250	0.4375
1, 00-00-00	0.0000

Quinto corte

Figura 6. T.ha-1 y porcentaje de rendimiento para el quinto corte de sandía



4.2.6. Sexto corte

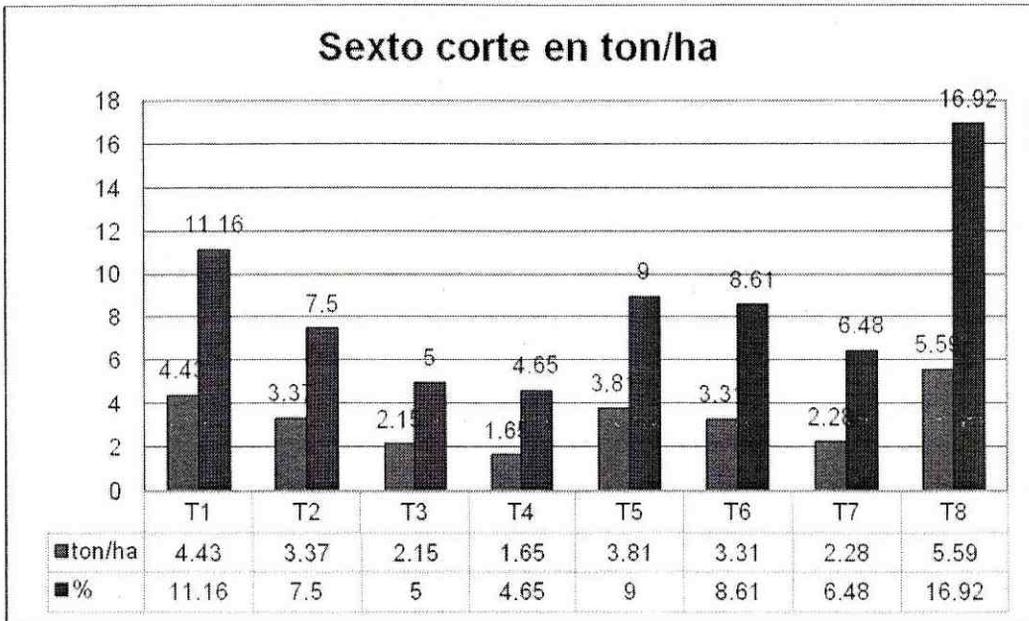
Este fue el último corte y se realizó a los 127 días después del quinto corte donde sobresale el tratamiento 8 (120 – 75 – 300) con $5.6 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ que corresponde al 16.9% de su rendimiento total como lo podemos observar en la figura 7 y con un valor de sólidos solubles para este tratamiento de 9.8 de grados brix.

Cuadro 14. Sexto corte en toneladas por hectárea que se obtuvieron en el estudio de evaluación de 8 dosis de potasio en la sandía P. V. 2006.

Tratamientos	Toneladas por hectárea
8, 120-75-300	5.5938
1, 00-00-00	4.4375
5, 120-75-150	3.8125
2, 120-75-00	3.3750
6, 120-75-200	3.3125
7, 120-75-250	2.2813
3, 120-75-50	2.1563
4, 120-75-100	1.6563

Sexto corte

Figura 7. T.ha-1 y porcentaje de rendimiento para el sexto corte de sandía



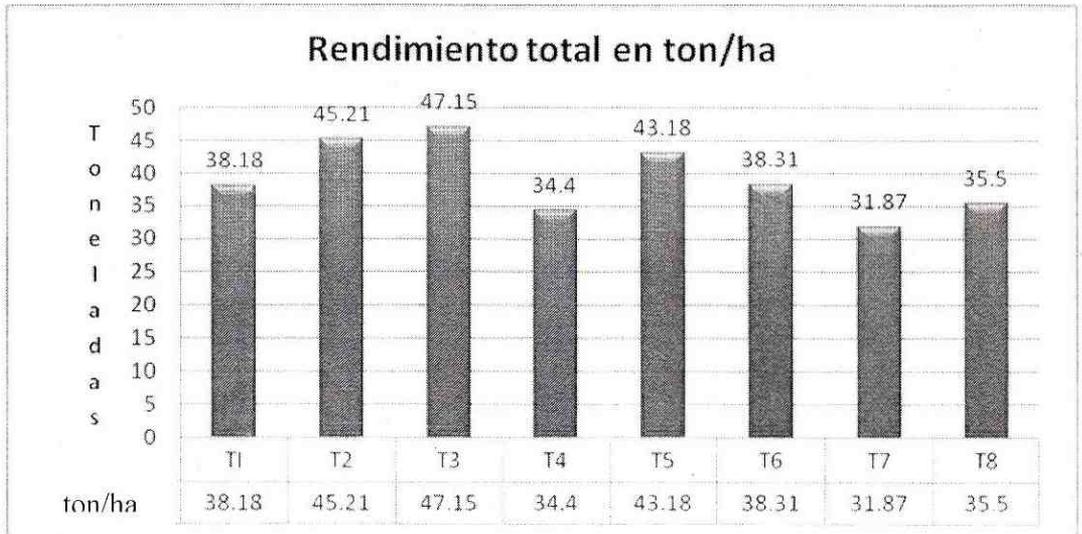
4.2.7. Rendimiento total de los seis cortes en toneladas por Hectárea

En el rendimiento total los tratamientos 3, 2, 5, 6 y 1 son estadísticamente iguales sin embargo los tratamientos 2, 5, 6, 1 comparten la siguiente literal de significancia, por lo que se puede afirmar que el tratamiento 3 (120 – 75 – 50) presenta una diferencia significativa con respecto a los tratamientos 2, 5, 6 y 1. Los tratamientos 6, 1, 8, 4 y 7 con una tercera literal de significancia de alguna forma podemos afirmar que con la incorporación de cantidades importantes de potasio de 200 a 300 kg/por ha⁻¹, no se obtuvo respuesta en el rendimiento.

Cuadro 15. Medias de la sumatoria total de los seis cortes en toneladas por hectárea que se obtuvieron en el estudio de evaluación de 8 dosis de potasio en la sandía P. V. 2006.

Tratamientos	Toneladas por hectárea total	Grupo de significancia
3, 120 – 75 – 50	47.1565	a
2, 120 – 75 – 00	45.219	ab
5, 120 – 75 – 50	43.1876	ab
6, 120 – 75 – 200	38.3126	abc
1, 00 – 00 – 00	38.1877	abc
8, 120 – 75 – 300	35.5002	bc
4, 120 – 75 – 100	34.4064	bc
7, 120 – 75 – 250	31.8751	c
DMS (0.05)	Ton/ha total	C.V. 35.59%

Figura 8. Sumatoria total de los seis cortes en toneladas por hectárea que se obtuvieron en el Estudio de evaluación de 8 dosis de potasio en la sandía P. V. 2006.



4.2.8 Por ciento total de los seis cortes

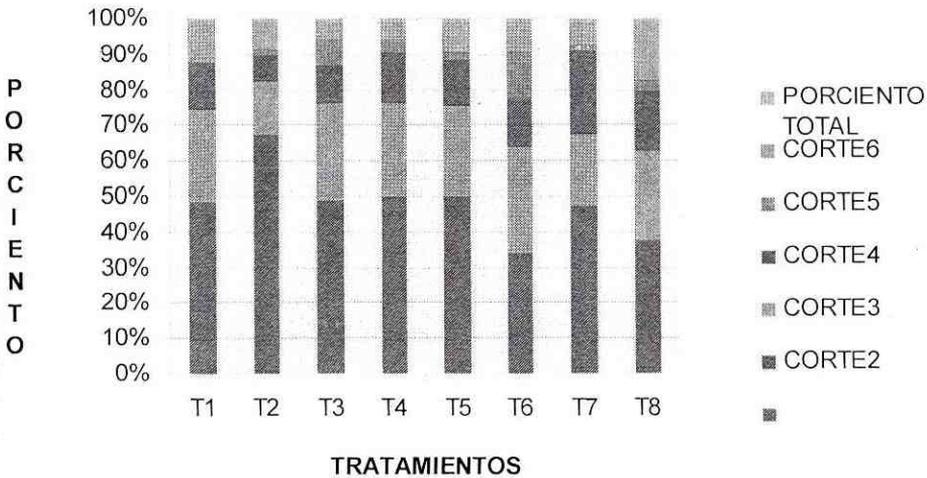
De este trabajo también podemos inferir que los mayores porcentajes de cosecha se obtienen en el corte numero 2 y el corte 3 como lo muestra la figura 9 y con valores promedios de 44.8 para el segundo corte y 26.95 para el tercer corte y que entre ambos nos representan el 71.75% del rendimiento total obtenido en este experimento

Cuadro 16. % total de los seis cortes

Tratamientos	Toneladas por hectárea total	%Total de los 6 cortes por tratamiento
3, 120-75-50	47.1565	100%
2, 120-75-00	45.219	100%
5, 120-75-150	43.1876	100%
6, 120-75-200	38.3126	100%
1, 00-00-00	38.1877	100%
8, 120-75-300	35.5002	100%
4, 120-75-100	34.4064	100%
7, 120-75-300	31.8751	100%
	Ton/ha total	100 %

Figura 9. Por ciento total de los seis cortes

Por ciento total de los seis cortes



V. CONCLUSIONES

Los resultados finales de rendimiento en toneladas por hectárea indican que la respuesta a potasio solamente se obtienen al aplicar la dosis de 50 Kg de K_2O por hectárea; cantidades mayores de este elemento (K_2O) 100 – 250 Y 300 kg/ha presentan un de cremento en el rendimiento.

Los mayores volúmenes de cosecha se obtienen en el segundo y tercer corte con el 71.75% del total de la sandia cosecha.

El potasio si incrementa la calidad de la fruta de sandia ya que al añadir 100kg/ha de (K_2O) los sólidos solubles al cazan un valor de 9.4° brix, comparado con el tratamiento que no lleva potasio (120 – 75 – 00) que apenas llego a 6.2° brix.

Los coeficientes de variación de este experimento son altos para rendimiento 35.59% y para sólidos solubles 33.87% por lo que se sugiere repetir el trabajo para obtener resultados mas confiables.

VI. LITERATURA CITADA

- Anónimo.2004. Dosificación balanceada de potasio y magnesio para una mejor calidad mayores rendimientos en el cultivo de la sandía.
- Armenta, S.R.H.2004. El potasio y su efecto en producción y calidad en el cultivo de hortalizas, bajo condiciones de invernadero e hidroponía. Tesis. U.A.A.A.N – UL. Torreón, Coahuila, México. Pp. 2 y 3
- ASERCA, 1999. La sandía, una tradición exportadora. Revista Claridades Agropecuaria #75. México D.F.
- Bancomext. Banco Nacional de Comercio Exterior. 1994. Mercado de la sandía en Florida. Guía para exportar. México. 13 pp.
- Boswell, V.R. 1949. Our vegetable travelers, Natl. Geogr. MAG. 96, 192-193.
- 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 de yaqui (CEVY) de INIFAP. 2001. Guía técnica para los cultivos del área de influencia del Campo Experimental Valle del Yaqui.Cd.Obregon, Son. México.
- Casseres, E. 1971 producción de hortalizas. Segunda edición. Editorial Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa rica.
- Castañón, M.C. 1993. Horticultura manejo simplificado. Universidad Autónoma De chapingo 1ra. Edición. México. Pp. 85-87, 241 -243.

- Chávez, S., N.: M. Berzosa M. Y J.A. Cueto W. 2000, A. Respuesta de la cebolla ala fertirrigación con nitrógeno, fósforo y potasio en riego por goteo. X Congreso Nacional de Irrigación. Chihuahua, Chih. Pp. 157 – 163.
- Domínguez, L.S. 1988.determinación de la raíz copa en vid (*Vitis vinífera*), Mediante la materia seca producida. Tesis. U.A.A.A.N – U.L. pp. 12 y 13.
- Edmon, J. B. 1981. Principios de horticultura. Tercera edición. Editorial Continental. S. Mex. Pp. 23 – 32.
- Edmond, J.B.T. See, F. S. Andrews. 1981. Principios de horticultura. ED. Mc Graw Hill. Cuarta edición.
- Fersini, A. 1976. Horticultura practica. Segunda edición. Editorial Diana, S.A: México, d.f. pp. 12 – 19.
- Fuzesy, A., 2000. Potash in Saskatchewan. Saskatchewan Energy and Mines, Report 181
- Gómez Cruz, M. A.R. Schwentesius Rinderman y A. Merino Sepúlveda. 1991. La producción de hortalizas de México y el tratado de libre comercio con E.U.A y Canadá. CESTAAM. Universidad Autónoma Chapingo. México
- Gordón y J.A. Barden. 1984. Horticultura AGT editores. México, D.F. pp. 6,7 y
- Guenkov. G. 1974. Fundamentos de horticultura cubana. Primera edición. Instituto Cubano del libro. La Habana, Cuba. Pp. 190. .
- Grangeiro, L.C; and A.B. Cecilio Filho.2004. Quality of watermelon fruits as a function of sources and doses of potassium. Hortic. Sras. 22 (3): 647 – 650.
- Grazia, J. 2000. Precocidad y rendimiento en zapillo redondo de tronco, Máxima var. Zapillo (carr.) Millan). En función de la relación, nitrógeno, Potasio.
- Gutiérrez, C. M. A. 2000. Potasio y calcio aplicado al suelo y su influencia en la productividad y calidad en hortalizas en el sur de Sonora. Pp. 23 – 38.

- Hall, A.E. 1990. Physiological ecology of crops in relation to light, water and temperature. In Nesmith, D.S. 1993. Plant Spacing Influences watermelon yield components. Hortscience 28(9); 885 – 887.
- INEGI. 1991. Sandía. Los cultivos anuales de México. VII Censo Agropecuario México, D.F. pp. 320 – 323.
- Infoagro. 2002. http://www.infoagro.com/hortalizas_sandia.asp. Del cultivo de la Sandía. Fuente: documentos técnicos agrícolas [consulta: 29/10/07].
- Instituto de la potasa y del fósforo. Manual internacional de fertilidad de suelos México 2000, pp. 24 – 29.
- Lazcano, F. I. 200. El potasio, esencial para un buen rendimiento en la caña de Azúcar. Pp. 5 y 16.
- Lazcano, F. I. 2000. El papel del azufre y el potasio en la producción de Hortalizas de alta calidad en México. Pp. 10 - 18.
- Leñano, F. 1978. Sandía en, Hortalizas de fruto. Como, donde, cuando, Manual de cultivo Moderno. Ed. De Vicchi. Trad. Del Suizo. Barcelona, España.
- León, J. 1968. Cactáceas, caricáceas, cucurbitáceas, pacifloracias. Fundamentos botánicos de los cultivos tropicales. In, (Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la O.E.A.). San José. Costa Rica. Pp. 434.
- Marco, M. H. 1969. El melón. Instituto nacional de vulgarización para frutos, a. legumbres y champiñones. Traducción del francés. 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 Seed coat adherence on Emergent Cotyledons. Hortscience 24 (4), 603 – 604.

- Maynard, D.N; Empezando bien con sandias triploides (sin semilla). Resumen del folleto, Growing seedless Watermelons, 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. FOLLETOS DE Híbridos de Sandía. Triploide
- Mills, A.H. And Benton, J. Jr. 1996. Plant Analysis Handbook II. Micro macro Publishing, inc. United States of America.
- Mohr, H. C. 1986. Watermelon Beeding. En: Breeding vegetable Crops, M, J: Bassett (ed) Aui Publishing company inc Westport, Conncticut. E. U. A.
- Mortensen y Bullard. 1985. Horticultura tropical y subtropical. PAX – MEXICO. Editores. México, D.F. pp. 108.
- Nonneck, I. L. 1989. Vegetable Production. An Avi Book Published by Van Nostron Reinhold. New York. Printed in the United States of America. 657 pp.
- Oseguera, A.M.C., 2005. Influencia de fuentes de potasio aplicados al suelo y vía foliar en la nutrición y rendimiento del aguacate (*Persea americana mill*) en Michoacán. Tesis. Buena vista, Saltillo, Coahuila, México. 18 – 23.
- Parsons, D. B. 1981. Cucurbitáceas. Editorial Trillas. Primera Edición. México, D. F.
- Parsons, D.B. 1997. Cucurbitáceas SEP. 3Ra. Reimpresión. Ed. Trillas, S.A; México, D.F. pp. 9, 11, 20.
- PIAEBAC. 1961- 1981. El cultivo del melón y la sandia en el valle de Mexicali. CIANO. Pp.12- 18.
- Robinson, R. W. AnD. S. Decker – Walters. 1997. Cucurbits. CAB. International. U.K. University Press, Cambridge. U.K

- Roger, N.K. 1996. Catalogo de semillas de hortalizas. Roger N.K. Seed Co. Idaho, U.S.A: pp. 55 – 80.
- Ruiz, R. J. 1984. Guía para la asistencia Agrícola de la Comarca Lagunera. Pp. 96 y 97.
- Salazar, S; Lazcano.2002I.Idetifying fruit mineral removal differences infour avocado cultivars. Better crops international 15(1): p p. 28 – 31.
- SARH. 1994. Agenda Técnica Agrícola, Coahuila Zona Norte, P- V.
- Serrano, C.Z. 1979. Fitopatología: La sandia. El cultivo de as hortalizas en. Invernaderos. Editorial AEDOS. Biblioteca Agrícola AEDOS. Barcelona, España. Pp. 120 y 267
- Tamaro, D. 1974. Manuel de horticultura. Salvat Editores. Barcelona, España Tomo 4. Pp. 29, 89.
- Tiscornia, J.R. 1979. Hortalizas de fruto. Tomate, pimiento, pepino y otras. Ed. Albatros. Buenos Aires, Argentina.
- Valadez, L.A. 1996. Producción de hortalizas. Editorial Limusa. Impresión en. México, D.F. Quintana Reimpresión.
- 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.

APENDICE

Cuadro 1 A Análisis de varianza para los sólidos solubles que se obtuvo en el estudio de evaluación de dosis de potasio en la sandía.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	7	52.281982	7.468854	0.8826	0.531
BLQUES	5	134.717285	26.943457	3.1840	0.018
ERROR	35	296.173096	8.462089		
TOTAL	47	483.172363			

C.V. 33.87%

Cuadro 2 A Análisis de varianza para el rendimiento de la sumatoria total de los 6 corte en Toneladas por hectárea que se obtuvo en el estudio de evaluación de dosis de Potasio en Sandía.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	7	1758.80469	251.257813	1.2218	0.334
BLQUES	3	854.980469	284.9935	1.3859	0.274
ERROR	21	4318.44922	205.640442		
TOTAL	31	6932.23438			

C.V. 35.59%