

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

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**LOS REGULADORES DEL CRECIMIENTO EN LA  
PRODUCCIÓN DE SANDÍA (*Citrullus lanatus* schrad) SIN  
SEMILLA EN LA COMARCA LAGUNERA**

**Por**

**FREDY TERCERO ORDOÑEZ**

**T E S I S**

**Presentada como requisito parcial para obtener el título  
de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**Torreón, Coahuila, México**

**Diciembre 2007.**

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

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

Los reguladores del crecimiento en la producción de sandía (*Citrullus  
lanatus schrad*) sin semilla en la Comarca Lagunera.

**TESIS**

DEL C. FREDY TERCERO ORDOÑEZ QUE SE SOMETE A LA  
CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA Y APROBADA  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

APROBADA POR:

---

**M.C. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO  
ASESOR PRINCIPAL**

---

**DR. PEDRO CANO RÍOS  
ASESOR**

---

**DRA. MARÍA VICTORIA HUITRÓN RAMÍREZ  
ASESOR**

---

**DR. FRANCISCO CAMACHO FERRE  
ASESOR**

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓ DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

---

**MC. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO**

Torreón, Coahuila, México

Diciembre 2007

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

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

Los reguladores del crecimiento en la producción de sandía (*Citrullus lanatus* schrad) sin semilla en la Comarca Lagunera.

**TESIS**

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

**INGENIERO AGRÓNOMO**

APROBADA POR:

PRESIDENTE: \_\_\_\_\_  
M.C. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

VOCAL: \_\_\_\_\_  
DR. PEDRO CANO RÍOS

VOCAL: \_\_\_\_\_  
DR. CÁNDIDO MÁRQUEZ HERNÁNDEZ

VOCAL SUPLENTE: \_\_\_\_\_  
DR. ALEJANDRO MORENO RESÉNDEZ

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

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

Torreón, Coahuila, México

Diciembre 2007

## AGRADECIMIENTO

A mi “**Alma Terra Mater**” por brindarme la oportunidad de cursar la Licenciatura en Ingeniero Agrónomo y por darme todas las facilidades para no quedarme a medias.

Al **M.C. Víctor Martínez Cueto**, por haber confiado en mi para realizar esta investigación y por haber compartido sus conocimientos con migo.

Al **Dr. Pedro Cano Ríos** por haber diseñado el experimento y por confiar en mi capacidad para obtener un proyecto más de sus investigaciones.

Al **Dr. Cándido Márquez Hernández** por ayudarme a interpretar mis resultados y por tener la suficiente paciencia para revisar mi tesis

A la **Dr. Victoria Huitrón Ramírez** por apoyarme proporcionándome material para desarrollar el experimento e información para complementar mi trabajo.

Al **Dr. Francisco Camacho Ferre** investigador de la universidad de Almería, España por proporcionar el CPPU y sus conocimientos compartidos para la realización del presente experimento.

A la **Universidad de Almería** por la firma del convenio UA- UAAAN y las facilidades otorgadas al Dr. Francisco Camacho Ferre para su traslado a la UAAAN UL.

A mi novia **Dolores López Valencia** por darme su amor incondicional y por haber estado con migo en las buenas y en las malas **te amo lolita**.

A mis compadres **Ananías Gómez Martínez y María Cristina Gómez del Toro** por haberme dado la oportunidad de conocerlos y brindarme la confianza de poder ser padrino de Hania Teresa los quiero.

A mis **compañeros de grupo** por compartir bellos momentos como estudiaste y por haberme permitido conocerlos un poco

A mis compañeros de casa **Agustín, Francisco Javier, Roselin, Germán y Julio** por haber sido buenas personas con las que compartí alegrías y tristezas los llevare siempre como un buen recuerdo de mi etapa como estudiante.

A **Omar Eng Navarro** por apoyarme en terminar mi tesis y por brindarme su amistad.

## DEDICATORIA

A mi **Dios padre** por haberme dado la oportunidad de vivir y por permitirme realizar mis sueños “la Fe es lo primero antes de todo”

A mis padres **María Cruz Ordoñez de la Peña y Marciano Tercero López** por haberme traído al mundo y apoyarme en mis estudios los quiero mucho.

A mi abuelita **Ángela López de la Cruz** porque es como mi segunda madre y gracias a sus consejos pude ser un hombre de bien te quiero mucho abuelita te llevare siempre en mi corazón con todo mi amor para ti.

A mis hermanos **Enerci, William, Nelson, Hugo, Fabiola y Alexander** por compartir con migo mis triunfos y fracasos y por brindarme su apoyo incondicional los quiero.

A mis **tíos, tías y primos** por brindarme su confianza y darme los mejores consejos para que pudiera realizar mis sueños siempre los traigo en mis pensamientos como un buen ejemplo los estimo y aprecio mucho.

## RESUMEN

La sandía es una fruta muy apreciada en el mundo por su sabor y por la cantidad de agua que tiene, así como por algunas propiedades medicinales debido a la presencia del antioxidante licopeno. La sandía triploide hoy en día esta tomando auge en el mercado local, nacional y mundial, porque a diferencia de las sandías normales (diploides) estas no contienen semillas, por lo cual se hace más apetecida para el ser humano. Cabe mencionar también como es muy demandada resalta un poco más en precios en el mercado que las normales, pero también a la hora de formar híbridos triploides se eleva su costo. Los fitorreguladores sintéticos tal es el caso de la Citocinina (CPPU), hoy en día se utilizan para el cuajado, regular el crecimiento de los frutos e inducir frutos partenocarpicos. El material vegetal de sandía que se utilizó para este experimento fue un híbrido triploide llamada Freedom, la cual fue trasplantada y establecido en el campo experimental de la UAAAN-UL, en el ciclo de primavera – verano en el año del 2006, cuyo objetivo principal fue producir sandías sin semillas mediante la técnica de aplicación de fitorreguladores como lo fue el CPPU con diferentes dosis las cuales fueron: T1 100, T2 150, T3 200 ppm y un testigo donde no se aplicó nada. El trasplante se realizó el día 5 de Abril del 2006. El marco de plantación fue a una hilera con 1m entre plantas y dos metros entre bordos con una densidad de población de 5,000 plantas por hectárea. El diseño experimental que se utilizó fue un diseño de bloques al azar, con cuatro tratamientos y 12 repeticiones por cada tratamiento, cada unidad experimental contaba con 6 plantas en la cual se realizó la evaluación.

Se encontró que para las variables de la fenología de la planta como son longitud de guía y números de flores hembras y machos, el testigo fue el que supero a los

tratamientos. Para las variables de calidad de las cuales se evaluaron fueron: peso del fruto con una media de 6.32 kg, diámetro polar presentó una media de 31.81cm, diámetro ecuatorial su media fue de 19.62cm, sólidos solubles su media fue de 10.53, espesor de la pulpa con una media de 17.23cm, espesor de la cáscara su media fue de 1.33cm, días a cosecha con una media de 38 días y rendimiento total la media que obtuvo fue de  $64.66 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Cabe mencionar que la única variable que presentó significancia fue sólidos solubles, entre las demás variables no hubo diferencia significativa.



## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 2.1</b> Temperaturas mínimas y óptimas para su desarrollo del cultivo de la sandía.....	9
<b>Cuadro 3.1</b> Primera fase de fertilización en sandía triploide del híbrido Freedom en campo durante el periodo Abril-Julio (2006) en la Comarca Lagunera UAAAN-UL.....	27
<b>Cuadro 3.2</b> Segunda fase de fertilización en sandía triploide del híbrido Freedom en campo durante el periodo Abril-Julio (2006) en la Comarca Lagunera UAAAN-UL.....	27
<b>Cuadro 3.3</b> Tercera fase de fertilización en sandía triploide del híbrido Freedom en campo durante el periodo Abril-Julio (2006) en la Comarca Lagunera UAAAN-UL.....	27
<b>Cuadro 4.1</b> Ecuaciones de regresión para longitud de guía de sandía triploide en cuatro tratamientos de fitoreguladores en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL, 2006.....	32
<b>Cuadro 4.2</b> Ecuaciones de regresión para flores hembras de sandía triploide en cuatro tratamientos de fitoreguladores en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL, 2006.....	33
<b>Cuadro 4.3</b> Ecuaciones de regresión para flores machos de sandía triploide en cuatro tratamientos de fitoreguladores en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL, 2006.....	34
<b>Cuadro 4.4</b> Prueba de media para la variable peso del fruto en el cultivo de la sandía triploide del híbrido Freedom probando 100, 150 y 200 ppm de Citocinina (CPPU) en campo, durante el periodo Abril-Julio (2006) en La Comarca Lagunera UAAAN-UL.....	35
<b>Cuadro 4.5</b> Prueba de media para la variable diámetro polar en el cultivo de la sandía triploide del híbrido Freedom probando 100, 150 y 200 ppm de Citocinina (CPPU) en campo, durante el periodo Abril-Julio (2006) en La Comarca Lagunera UAAAN-UL.....	36
<b>Cuadro 4.6</b> Prueba de media para la variable diámetro ecuatorial en el cultivo de la sandía triploide del híbrido Freedom probando 100, 150 y 200 ppm de Citocinina (CPPU) en campo, durante el periodo Abril-Julio (2006) en La Comarca Lagunera UAAAN-UL.....	36
<b>Cuadro 4.7</b> Prueba de media para la variable sólidos solubles en el cultivo de la sandía triploide del híbrido Freedom probando 100, 150 y 200 ppm de Citocinina (CPPU) en campo, durante el periodo Abril-Julio (2006) en La Comarca Lagunera UAAAN-UL.....	37

<b>Cuadro 4.8</b> Prueba de media para la variable espesor de pulpa en el cultivo de la sandía triploide del híbrido Freedom probando 100, 150 y 200 ppm de Citocinina (CPPU) en campo, durante el periodo Abril-Julio (2006) en La Comarca Lagunera UAAAN-UL.....	38
<b>Cuadro 4.9</b> Prueba de media para la variable espesor de cáscara en el cultivo de la sandía triploide del híbrido Freedom probando 100, 150 y 200 ppm de Citocinina (CPPU) en campo, durante el periodo Abril-Julio (2006) en La Comarca Lagunera UAAAN-UL.....	38
<b>Cuadro 4.10</b> Prueba de media para la variable días a cosecha en el cultivo de la sandía triploide del híbrido Freedom probando 100, 150 y 200 ppm de Citocinina (CPPU) en campo, durante el periodo Abril-Julio (2006) en La Comarca Lagunera UAAAN-UL.....	39
<b>Cuadro 4.11</b> Prueba de media para la variable de rendimiento total en el cultivo de la sandía triploide del híbrido Freedom probando 100, 150 y 200 ppm de Citocinina (CPPU) en campo, durante el periodo Abril-Julio (2006) en La Comarca Lagunera UAAAN-UL.....	40

## INDICE DE CUADROS DEL APÉNDICE

- Cuadro A1** Análisis de varianza para la variable peso del fruto en el cultivo de la sandía triploide del híbrido Freedom probando 100, 150 y 200 ppm de Citocinina (CPPU) en campo, durante el periodo Abril-Julio (2006) en La Comarca Lagunera UAAAN-UL.....47
- Cuadro A2** Análisis de varianza para la variable diámetro polar en el cultivo de la sandía triploide del híbrido Freedom probando 100, 150 y 200 ppm de Citocinina (CPPU) en campo, durante el periodo Abril-Julio (2006) en La Comarca Lagunera UAAAN-UL.....47
- Cuadro A3** Análisis de varianza para la variable diámetro ecuatorial en el cultivo de la sandía triploide del híbrido Freedom probando 100, 150 y 200 ppm de Citocinina (CPPU) en campo, durante el periodo Abril-Julio (2006) en La Comarca Lagunera UAAAN-UL.....47
- Cuadro A4** Análisis de varianza para la Variable grado brix en el cultivo de la sandía triploide del híbrido Freedom probando 100, 150 y 200 ppm de Citocinina (CPPU) en campo, durante el periodo Abril-Julio (2006) en La Comarca Lagunera UAAAN-UL.....47
- Cuadro A5** Análisis de varianza para la variable espesor de pulpa en el cultivo de la sandía triploide del híbrido Freedom probando 100, 150 y 200 ppm de Citocinina (CPPU) en campo, durante el periodo Abril-Julio (2006) en La Comarca Lagunera UAAAN-UL.....48
- Cuadro A6** Análisis de varianza para la variable espesor de cáscara en el cultivo de la sandía triploide del híbrido Freedom probando 100, 150 y 200 ppm de Citocinina (CPPU) en campo, durante el periodo Abril-Julio (2006) en La Comarca Lagunera UAAAN-UL.....48
- Cuadro A7** Análisis de varianza para la variable días a cosecha en el cultivo de la sandía triploide del híbrido Freedom probando 100, 150 y 200 ppm de Citocinina (CPPU) en campo, durante el periodo Abril-Julio (2006) en La Comarca Lagunera UAAAN-UL.....48
- Cuadro A8** Análisis de varianza para la variable de rendimiento total en el cultivo de la sandía triploide del híbrido Freedom probando 100, 150 y 200 ppm de Citocinina (CPPU) en campo, durante el periodo Abril-Julio (2006) en La Comarca Lagunera UAAAN-UL.....48
- Figura A1** Longitud de guía de sandía triploide en cuatro tratamientos de fitoreguladores en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL, 2006.....49
- Figura A2** Floración hembra de sandía triploide en cuatro tratamientos de fitoreguladores en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL,2006.....49

**Figura A3** Floración macho de sandía triploide en cuatro tratamientos de fitoreguladores en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL, 2006.....50

## ÍNDICE

AGRADECIMIENTO.....	IV
DEDICATORIA.....	VI
RESUMEN.....	VII
ÍNDICE DE CUADROS.....	IX
I.INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 OBJETIVOS .....	2
1.2 HIPÓTESIS.....	3
1.3 METAS .....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 Origen .....	4
2.2 Clasificación taxonómica.....	4
2.3 Descripción Botánica .....	5
2.3.1 Raíz.....	6
2.3.2 Tallo.....	6
2.3.3 Hojas .....	6
2.3.4 Flores .....	7
2.3.5 Fruto .....	7
2.3.6 Polinización .....	8
2.4 Requerimientos climáticos y edáficos.....	8
2.4.1 Suelo .....	8
2.4.2 Temperatura .....	8
2.4.3 Hídricos.....	9
2.4.4 Luz.....	10
2.5 Manejo del cultivo.....	10
2.5.1 Acolchado .....	10
2.5.2 Fertilización. ....	11
2.5.3 Fertirrigación .....	11
2.5.4 Trasplante .....	12
2.5.5 Ventajas y desventajas del trasplante.....	12
2.5.5.1 Ventajas .....	12
2.5.5.2 Desventajas .....	12
2.6 Principales plagas y enfermedades .....	13
2.6.1 plagas más importantes del cultivo.....	14
2.7 Cosecha de la sandía .....	14
2.8 Surgimiento de la sandía triploide .....	15
2.8.1 Descripción genética del cultivo.....	15
2.9 Polinización en sandía sin semilla .....	16
2.10 Producción de frutos sin semilla.....	17
2.11 Ventajas y desventajas del uso de híbridos triploides.....	18
2.11.1 Ventajas .....	18
2.11.2 Desventajas .....	18
2.12 Partenocarpia.....	19
2.12.1 Frutos partenocarpicos .....	19
2.12.2 Stenospermocarpia.....	20
2.13 Descripción del fruto triploide.....	20

2.14 Cuajado del fruto sin polinizador .....	20
2.15 Hormonas de crecimiento.....	21
2.15.1 Acción general de las hormonas .....	22
2.15.2 Tipos de hormonas .....	22
2.16 Biosíntesis de Citocininas .....	23
2.16.1 Actividad fisiológica .....	23
2.16.2 Mecanismo de acción .....	23
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>24</b>
3.2 Localización geográfica y características de la Comarca Lagunera...	24
3.3 Material genético.....	25
3.4 Preparación del terreno.....	25
3.5 Fecha de trasplante .....	25
3.6 Diseño experimental.....	26
3.7 Riegos.....	26
3.8 Fertilización.....	26
3.9 Control de plagas y enfermedades .....	27
3.10 Aplicación de hormonas (Citocinina CPPU).....	28
3.11 Cosecha.....	28
3.12 Variables evaluadas.....	29
3.13 Análisis estadísticos .....	30
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....</b>	<b>31</b>
4.1 Variables fenológicas .....	31
4.1.1. Longitud de guía .....	31
4.1. 2 Floración hembra .....	32
4.1.3 Floración macho.....	33
4.2 Calidad del fruto.....	34
4.2.1 Peso de fruto .....	34
4.2.2 Diámetro polar .....	35
4.2.3 Diámetro ecuatorial.....	36
4.2.4 Sólidos solubles.....	37
4.2.5 Espesor de la pulpa .....	37
4.2.6 Espesor de la cáscara.....	38
4.3 Días a cosecha .....	38
4.4 Rendimiento total.....	39
<b>V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>41</b>
<b>VI. BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>43</b>
<b>VII. APENDICE.....</b>	<b>47</b>

## I.INTRODUCCIÓN

La sandía es un producto que se cultiva en un gran número de países, por la buena aceptación que ha recibido entre los consumidores, en conjunto los países productores de este producto generan 3,110,596.0 has, cifra que equivale al 71.13. % del total de la superficie mundial; obviamente China, Brasil, Turquía, Irán, EE.UU Egipto, Kazajstán y México se constituyen como los principales productores del la sandía, con una superficie de 331,933 has, sobresaliendo china con 1.8 millones de hectáreas y tiene rendimientos de  $31.8 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  (Canales y Sánchez, 2003).

En el mercado internacional, España es el principal competidor de los productores nacionales. Pero, México cuenta con una situación inmejorable para la producción de sandía, gracias a la gran variedad de climas y suelos adecuados para cultivar este producto (Imagen Agropecuaria, 2007).

La sandía es un fruto cuya demanda se incrementa en época de calor. Ocupa el quinto lugar en importancia, entre las hortalizas que se cultivan en México y el primero entre la familia de las cucurbitáceas en cuanto a superficie cosechada. A nivel nacional, en el 2001 se cosecharon 43,927 hectáreas de sandía, con una producción de 968,471 toneladas y un rendimiento promedio de  $22.1 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Los principales estados productores de esta hortaliza son: Chihuahua, Sonora, Coahuila y Durango (Acosta *et. al*, 2003).

La producción primaria de la sandía en México se realiza principalmente en cinco regiones del país, el pacífico, con aproximadamente el 45.3 % del total nacional, el 29.1 % la región norte centro, 19.2 % la región del golfo, 6.3 % la península de Yucatán y .04 % la del centro (Canales y Sánchez, 2003).

En la región lagunera, en el año 2003 este cultivo ocupó una superficie de 1,610 has, de las cuales se obtuvieron 50,046 toneladas con un valor de poco más de 45 millones de pesos. Este cultivo representa una importante fuente de empleo durante casi todo el año debido a la gran demanda de mano de obra en todo el proceso productivo, desde la preparación de terreno hasta la cosecha, así como en las actividades de postcosecha y clasificación (Espinoza *et al.* 2006).

Un nuevo impulso a la producción de sandía, le ha dado la introducción de sandías sin semillas. La aceptación de este nuevo producto ha sido inmediata en los países del Centro y Norte de Europa, donde el hábito de consumo de sandía apenas existía (Agronet, 2007).

Por lo anteriormente expuesto el presente estudio pretende generar sandía sin semilla, ya que al momento de consumirla, su alto contenido de semillas dificulta saborear y degustar el agradable sabor y jugo de tan apetecible fruto maduro. (Jiménez, 2001). Para lo cual se hará uso de un regulador de crecimiento con características del grupo de las Citocininas.

## **1.1 OBJETIVOS**

1. Determinar la dosis adecuada del producto CPPU.
2. Sustituir el material diploide con el uso del regulador de crecimiento.
3. Producir sandía sin semilla mediante esta técnica.



## **1.2 HIPÓTESIS**

1. Es posible inducir el amarre de fruto asperjando CPPU al ovario en el periodo de floración de la sandía Triploide.
2. Es posible producir sandías sin semilla con el uso del CPPU

## **1.3 METAS**

1. Generar información técnica para futuras generaciones de interesados en el tema.
2. Desarrollar la técnica para producir sandías sin semillas.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Origen

La sandía [*Citrullus lanatus* (Thunb.)] se ha cultivado por miles de años, especialmente en África y el Oriente Medio. Existen reportes de cultivo de la sandía en China que datan del año 900 d.C. La región árida del sur de África es considerada como el centro de origen de esta especie. Desde el África la sandía fue traída al Continente Americano por esclavos; aunque también se sabe que los colonizadores europeos la trajeron con ellos. La especie se ha extendido por todo el mundo y se le cultiva en las regiones tropicales y sub-tropicales del planeta (Juárez, 2003).

El famoso misionero explorador David Livingstone, en 1857 encontró en África dos formas silvestre de sandía, una dulce y otra amarga, las cuales compartían el mismo hábitat, además dicho misionero observo que dicha forma silvestres de sandías eran utilizadas por los nativos como fuente de agua en la estación seca, por lo tanto generalmente se concluye que la sandía es originaria de África (Boswell, 2000).

### 2.2 Clasificación taxonómica

De acuerdo a Barajas (2005) la sandía tiene la siguiente clasificación.

Reino.....Vegetal

División.....Tracheophyta

Clase.....Angiosperma

Subclase.....Dicotiledones

Orden.....Cucurbitales

Familia.....Cucurbitacea

Subfamilia.....Cucurbitoideae

Tribu.....Benineasinae

Genero.....*Citrullus*

Especie.....*lanatus*

### **2.3 Descripción Botánica**

El género *Citrullus* pertenece a la familia *Cucurbitaceae* sub-tribu *Benincasinae*. Esta familia agrupa aproximadamente 90 géneros y entre 700 a 760 especies. A la misma familia pertenecen las calabazas, guajes, melones, pepinos y numerosas malezas. El género *Citrullus* ha sido revisado y ahora incluye *C. lanatus* (sinónimo *C. vulgaris*), *C. ecirrhosus*, *C. colocynthis*, y *C. rehmi*. Resultados de estudios morfológicos y genéticos revelan que las cuatro especies son compatibles entre ellas y se pueden efectuar cruces exitosas que deriven progenie. *Citrullus ecirrhosus* está más cercanamente relacionado a *C. lanatus* que alguno de estos dos lo están a *C. colocynthis* (Juárez, 2003).

### **2.3.1 Raíz**

Este cultivo tiene una raíz principal profunda y raíces secundarias distribuidas superficialmente. Actualmente este órgano carece de importancia, ya que alrededor del 95 % de la sandía se cultiva injertada sobre patrón de *C. Máxima* x *C. Moschata*, (Infoagro, 2007).

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 (Barajas, 2005).

### **2.3.2 Tallo**

Es de desarrollo rastrero. En estado de 5-8 hojas bien desarrolladas el tallo principal emite las brotaciones de segundo orden a partir de las axilas de las hojas. En las brotaciones secundarias se inician las terciarias y así sucesivamente, de forma que la planta llega a cubrir 4-5 metros cuadrados (Infoagro, 2007).

Los tallos de la sandía son delgados y angulosos, con estrías longitudinales. Está cubierto de bellos blancuecinos la longitud del tallos puede alcanzar hasta los 5 m (Parsons, *et al.* 1981).

### **2.3.3 Hojas**

Es peciolada, pinnado-partida, dividida en 3-5 lóbulos que a su vez se dividen en segmentos redondeados, presentando profundas entalladuras que no llegan al nervio principal. El haz es suave al tacto y el envés muy áspero y con enervaciones muy pronunciadas (Infoagro, 2007).

Las hojas están divididas en cinco o siete lóbulos irregulares, de bordos sinuosos, llegando a medir entre 10 y 20 cm de largo y están cubiertas de pubescencias finas (Barajas, 2005).

#### **2.3.4 Flores**

Son de colores amarillos, solitarios, pedunculados y axilares, atrayendo a los insectos por su color, aroma y néctar (flores entomógamas), de forma que la polinización es entomófila. La corola, es de simetría regular o actinomorfa, está formada por 5 pétalos unidos (Agronet, 2007).

Las flores pistiladas o hermafroditas normalmente se presentan en todas las axilas de la séptima hoja y las axilas que están por en medio de esta, estarán ocupadas por flores estaminadas (Barajas, 2005).

#### **2.3.5 Fruto**

El fruto del cultivo de la sandía es de forma globular u oblonga. Su longitud varía de 60 a más cm, Tiene cáscara lisa, su color puede ser verde en diversas tonalidades, rayado o moteado. Su cáscara es dura, su pulpa es suave, jugosa de color rojo (Parsons, *et al.* 1981).

Es una baya que presenta diferentes formas: redondeadas, 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. El peso de los frutos difiere según la variedad desde las cinco libras hasta las cincuenta libras (Mohr, 1986).

### **2.3.6 Polinización**

Normalmente si las condiciones ambientales son favorables es aconsejable el empleo de abejas (*Aphis mellifera*) como insectos polinizadores, el número de colmenas puede variar de 2 a 4 colmenas por hectárea, e incluso puede ser superior, dependiendo del marco de plantación, del estado vegetativo del cultivo y de la climatología (Infoagro, 2007).

La polinización es cruzada, ya sea anemofilia o entomófila (Barajas, 2005).

## **2.4 Requerimientos climáticos y edáficos**

### **2.4.1 Suelo**

Las cucurbitáceas se adaptan bien a diferentes tipos de suelo, estos cultivos prefieren suelos fértiles, que van de arenoso a franco-arenoso, de estructura suelta y granular con alto contenido de materia orgánica, de buena profundidad para facilitar la retención del agua. De tierra caliente, es decir, bien expuesta al sol y con un PH de 6 a 7.5 (Parsons, *et al.* 1981).

La sandía no es muy exigente en suelos, aunque le van bien los suelos bien drenados, ricos en materia orgánica y fertilizantes. No obstante, la realización de la técnica del enarenado hace que el suelo no sea un factor limitante para el cultivo de la sandía (InfoAgro, 2007).

### **2.4.2 Temperatura**

La sandía es menos exigente en temperatura que el melón (Cuadro 2.1), siendo los cultivares triploides más exigentes que los normales, presentando además mayores problemas de germinabilidad.

**Cuadro 2.1** Temperaturas mínimas y óptimas para su desarrollo del cultivo de la sandía. UAAAN-UL. 2006.

Helada		0 °C
Detención de la vegetación		11-13 °C
Germinación	Mínima	15 °C
	Óptima	25 °C
Floración	Óptima	18-20 °C
Desarrollo	Óptima	23-28 °C
Maduración del fruto		23-28 °C

Fuente: (InfoAgro, 2007).

El cultivo de la sandía es de un clima muy cálido y sensible a las heladas. La temperatura mínima de los suelos para la germinación son de 16 °C y la máxima es de 40 °C con un rango óptimo de 21-35 °C (Barajas, 2005).

### 2.4.3 Hídricos

El cultivo de la sandía no soporta una humedad excesiva. Además los altos niveles de humedad del ambiente favorecen la incidencia de enfermedades fungosas, como el mildiu y la cenicilla (Parsons, *et al.*, 1981).

La sandía requiere una gran cantidad de agua para formar el fruto. Recordemos que su composición alcanza cerca del 93% de agua, por lo que el requerimiento de la cosecha requiere en gran parte de la humedad disponible en el terreno (Barajas, 2005).

#### **2.4.4 Luz**

Todas las plantas de guía (melón, sandía y pepino). Son muy exigentes con respecto a la luz, por lo que no debe cultivarse junto con plantas que le sombreen (Infoagro, 2007).

Aunque las cucurbitáceas no requieran luz para germinar se aconseja que los cultivos se establezcan en terrenos bien asoleados. Una alta intensidad de luz estimula fecundación de las flores, mientras que una baja intensidad de luz la reduce (Parsons, *et al.* 1981).

### **2.5 Manejo del cultivo**

#### **2.5.1 Acolchado**

El uso de acolchado plástico para cubrir parcial o totalmente la cama de siembra o trasplante, es una técnica que contribuye a efficientar el uso de agua de riego, reducir la evaporación, incrementar el rendimiento del fruto de un 64 a un 108% y adelantar la cosecha de siete a nueve días. Esto porque incrementa la temperatura máxima del suelo de 1.9 a 6.4 °C, y además es una buena opción para el control de malezas y como repelentes de insectos (Acosta, *et al.*, 2003).

Mendoza *et al.*, (2002). Mencionan que el plástico negro, con espesor de 150 micras, permite disminuir la evaporación del suelo a demás de incrementar la temperatura de 1.9 a 6.4 °C con respecto a un sistema de riego sin cobertura plástica, lo que hace que el cultivo sea mas eficiente en utilizar el agua. El acolchado se utiliza principalmente como protección contra los factores ambientales, tales como reducir la evaporación y la incidencia de malezas.



### **2.5.2 Fertilización.**

Los periodos críticos en que el cultivo de la sandía requiere de una fertilización adecuada son: floración y amarre de frutos manteniéndose el nivel de absorción a lo largo del crecimiento del fruto. El nitrógeno influye directamente en la producción, aunque pueden ser contraproducente aplicaciones excesivas durante floración y amarre, ya que esto dificulta el cuajado de ellos. El fósforo acelera el desarrollo inicial y favorece la floración y maduración del fruto, mientras que el potasio aumenta el número de frutos, el contenido de azúcares y la resistencia de enfermedades (Grageda, 1999)

### **2.5.3 Fertirrigación**

Se conoce como fertirrigación a la técnica de aplicar fertilizante en los sistemas de riego presurizado, con la que se logra una mayor eficiencia de agua y fertilizante, se incrementa la producción y la calidad de las cosechas (Acosta *et al.*, 2003).

La fertirrigación y las técnicas de acolchado plástico para optimizar el aprovechamiento del agua, permiten además el incremento en la producción y la calidad del producto y mejora la eficiencia del uso del agua, principalmente en regiones áridas y semiáridas donde el problema de escasez es muy marcado. El riego por goteo es un método que consiste en la aplicación lenta y frecuente de agua al suelo a través de goteros o emisores. Este método se caracteriza porque generalmente se aplica el agua y los nutrientes directamente en la zona radicular del cultivo de manera constante (Mendoza, 2002).

## **2.5.4 Trasplante**

El trasplante es una práctica cultural sumamente empleada en las explotaciones hortícola, que consiste en mover las plántulas germinadas en invernaderos o almacigo de esas áreas de crecimiento, a los terrenos agrícolas donde completaran su ciclo de desarrollo. (Castaños, 1993).

## **2.5.5 Ventajas y desventajas del trasplante**

Por regla general, las plántulas que se van a trasplantar, deben haber formado dos o mas hojas verdaderas.

### **2.5.5.1 Ventajas**

- Se utiliza para acelerar el crecimiento inicial de las hortalizas que se adaptan a esta forma de manejo y establecer poblaciones uniformes de plantas que faciliten posteriores labores agrícolas, como riegos, combate de plagas, enfermedades y época de cosecha.
- Se puede adelantar el crecimiento de las hortalizas, se acortan los periodos de crecimiento en campo, es posible seleccionar en invernadero o almacigo, al cambiarse las plántulas aun nuevo ambiente se pueden desarrollar mejor.

### **2.5.5.2 Desventajas**

Si las plántulas no se manejan con cuidado se puede dañar el sistema radicular, las labores de trasplante incrementan considerablemente los costos del cultivo, es imprescindible contar con personal especializado en este tipo de

actividades, si las plántulas no se desarrollan en buenas condiciones de sanidad, pueden ser un foco de diseminación de plagas y enfermedades (Castaños, 1993).

El trasplante suele realizarse con las plantas que han sido obtenidas en un semillero. Los trasplantes pueden ser con cepellón y a raíz desnuda. En la primera modalidad, las plantas sufren menos retraimiento y su crecimiento no se paraliza prácticamente nada. Con el trasplante a raíz desnuda siempre hay roturas de raicillas y las plantas experimentan algún tipo de caimiento aunque sea pasajero. En cualquier caso inmediatamente después del trasplante, siempre se debe dar un riego y volver a regar en un plazo breve para asegurar de que las plantas han vivido (Maroko, 2000)

## **2.6 Principales plagas y enfermedades**

Los insectos plagas constituyen la limitante principal de la producción y calidad de las cucurbitáceas. Durante muchos años el combate de insectos plagas se enfocó en el uso de insecticidas químicos. Existen una gran cantidad de insectos dentro del cultivo de cucurbitáceas, sin embargo solo unas cuantas son plagas potencialmente dañinas otras especies son plagas secundarias y la mayoría son insectos benéficos (Fu, 1999).

Uno de los problemas que limitan la producción de frutales de ciclo corto melón y sandía, entre otros es la ocurrencia de enfermedades fungosas, bacterianas virales y las plagas más comunes del cultivo del melón y sandía. Existen microorganismos en el suelo representado por hongos nematodos que son perjudiciales al cultivo. Entre estos podemos encontrar. *Pythim spp*, *Rhizoctina sp*, *Fusarium spp*, *Phytohpthora spp* *Sclerotium sp*, *Macrophomina sp*. Y nemátodos de los géneros *Meloidogyne* y *Rotytenchulus* (Fundación, 2004).

### **2.6.1 plagas más importantes del cultivo**

Araña roja (*Tetranychus sp.*), Mosca blanca (*Trialeurodes sp;* *Bemisia tabaci*), Pulgones (*Aphys sp;* *Myzus sp.*), Trips (*Thrips tabaci sp;* *Frankiniella sp.*), Minadores de la hoja (*Liriomyza sp.*), Orugas (*Spodoptera sp;* *Heliothis sp.*) (Fundación, 2004).

### **2.7 Cosecha de la sandía**

Los índices críticos para cosechar las sandías incluyen el cambio de color (el más confiable), condiciones de pudrición basal de fruto, y la aspereza de la cáscara. Se usa un cuchillo afilado para cortar las sandías de la planta (Mayberry *et al.*, 2005).

La sandía es un fruto que tiene que estar adherido a la planta para alcanzar su madurez fisiológica, la cual coincide con la madurez comercial, o sea se tiene que conocer perfectamente, si el fruto esta maduro antes de separarse de la planta. Para determinar el momento de la cosecha se consideran varios factores: tamaño del fruto, el zarcillo más cercano al fruto esté seco, brillo de la fruta es opaco, la zona de la fruta en contacto con el suelo pasa de color blanco verdoso a blanco amarillento al madurar, la mejor prueba es cortar y probar los frutos escogidos al azar en el área establecida. Una vez que la fruta ha alcanzado su madurez, puede permanecer en la planta de 2 a 3 semanas; posterior a esto la calidad del fruto disminuye (Gaitan, 2005).

## **2.8 Surgimiento de la sandía triploide**

Al inicio de los años 50, tanto en Japón como en Estados Unidos empiezan a investigar para obtener frutos de sandía sin semilla. Estos frutos proceden de semillas triploides; una característica de estos híbridos es que la semilla de los frutos que proceden de esas plantas quedan sin conformarse, no lignifican, presentándose de color blanco; además el número de ellas es menor (Camacho y Fernandez, 2006).

La sandía triploide (sin semilla) se produjo por primera vez en el año de 1939 en Japón. Pero es hasta últimas fechas cuando se tiene híbridos de ese tipo a nivel comercial y disponibles en el mercado, el cultivo de la sandía triploide es similar al de las sandías normales, es decir no requiere prácticas especiales de manejo a excepción de cuidar la germinación y emergencia de semilla, la necesidad de polinizador y precauciones para evitar el corazón hueco (Hidalgo, 1998).

### **2.8.1 Descripción genética del cultivo**

La producción de sandía sin semilla (también conocida como sandía triploide o en inglés ('seedless watermelon')) se logra a través de la manipulación del número de cromosomas en uno de los parentales con los que se formará el híbrido. La sandía en su 'estado' natural es diploide y el número haploide de cromosomas = 11. Es decir cada una de las células de una sandía (semilla, planta, tallo, flor, fruto) tienen 22 cromosomas (diploide= $2N=22$ ). A través de un tratamiento químico se puede lograr que el número de cromosomas se duplique. Por lo tanto cada célula de una sandía químicamente tratada tendrá 44 cromosomas. Sandía Normal con 2N cromosomas (Diploide) Tratamiento

químico (C<sub>22</sub>H<sub>25</sub>O<sub>6</sub>N). Sandía tetraploide con 4N cromosomas Flor femenina de planta tetraploide (4N) X Flor masculina de planta diploide (2N) Frutos con semilla triploide (Juárez, 2003).

La mayoría de los triploides producidos en la agricultura de plantas son el resultado de cruces entre padres **tetraploide** (4n) y diploide, los gametos 2n y n respectivamente, recombinando para formar un individuo triploide. Tal vez la planta triploide más familiar en producción hoy en día es la sandía “sin semillas”. La mayoría de las plantas son diploides, con cada célula conteniendo dos conjuntos completos de cromosomas. El proceso natural de la división de la célula asociado con el crecimiento, denominado **mitosis**, asegura con precisión que cada nueva célula hija reciba un complemento diploide de cromosomas (Troutlodge, s/f).

## **2.9 Polinización en sandía sin semilla**

En cualquier planta de sandía, para que se formen los frutos, es necesario que los insectos polinizadores, abejas y abejorros principalmente, transporten el polen desde las flores masculinas a las femeninas. Se necesitan al menos 500 granos de polen para fecundar correctamente una flor, lo que normalmente se consigue con no menos de 10 visitas de abejas a cada flor. Las variedades triploides, aunque tienen flores masculinas de apariencia normal, no producen polen fértil, o al menos el polen no es capaz de hacer cuajar sus propias flores femeninas. Para que éstas evolucionen a fruto es necesario que hayan sido fecundadas con polen de variedades normales, (diploides), de las que dan frutos con semillas. Habitualmente se plantan simultáneamente en el campo,

intercalando líneas enteras de polinizador entre las del híbrido triploide (una cada tres) o plantas en la línea (una cada cuatro) (Gómez, s/f).

La sandía como otras cucurbitáceas requieren de una actividad abundante de agentes polinizadores, esto debido a sus requerimientos florales productivas, aunado a la naturaleza principalmente de la sandía sobre la necesidad de un polinizador entomófila; el cultivo de la sandía sin semilla no produce polen fértil, necesitando un progenitor normal ( $2n$ ) como fuente de polen para lograr el mayor número de amarre de frutos (Hidalgo, 1998).

## **2.10 Producción de frutos sin semilla.**

La sandía sin semilla se produce exclusivamente con variedades triploides. En estas, las semillas no llegan a desarrollarse, permaneciendo tiernas y casi inapreciables. Esto hace que la totalidad de la carne pueda comerse o utilizarse en preparados (macedonias, ensaladas, sorbetes, helados) (Agronet, 2007).

El desarrollo inicial normal del fruto envuelve tres fases: (1) amarre de fruto, (2) división celular, y (3) expansión celular. Durante la primera fase el fruto toma la decisión de abortar o de continuar el desarrollo del fruto. La siguiente fase es el crecimiento del fruto como resultado de la división celular. Durante esta fase el incremento en tamaño del fruto es bajo, debido a que las células en división son pequeñas y estrechamente comprimidas. Las semillas en desarrollo promueven la expansión celular dentro del fruto por la producción de auxinas y otras moléculas desconocidas (Varoquaux *et. al.*, 2000).

## **2.11 Ventajas y desventajas del uso de híbridos triploides.**

### **2.11.1 Ventajas**

- La sandía triploide (sin semilla) ha tenido una gran aceptación por parte de los consumidores. Ha superado la demanda de sandías diploides en los últimos años en Estados Unidos (Schultheis *et.al.*, 2003).
- Son más dulces, tienen buena consistencia, y su cáscara es de buen grosor para resistir el transporte y su peso.
- una tonelada de sandía sin semillas, en el mercado externo, está valorizada cerca de tres a cuatro mil dólares (Grupo RPP, 2006).
- La vida de anaquel es mucho mayor que las variedades con semilla porque las semillas producen hormonas que desencadenan la senescencia, las sandías sin semillas producen una textura harinosa y se sobremaduran significativamente más tarde que las variedades con semilla. En el caso de la asociación de un transgen con la característica sin semilla, el transgen podría ser incapaz de ser diseminado por la dispersión de semillas (por ejemplo: consumo del fruto, dispersión de la semilla en el suelo, o por pájaros) (Varoquaux *et. Al.*, 2000).

### **2.11.2 Desventajas**

- La aplicación de CPPU es costosa (hasta 80 horas de trabajo por ha) (Miguel, 2004)
- Se debe producir una línea tetraploide parental (tratando la semilla con colchicina).
- En muchas otras especies los tetraploides no son viables.



- Las sandías tetraploides característicamente producen mucho menos semillas que las diploides, lo que hace caro mantener las líneas tetraploides
- Las sandías sin semilla tienen una cubierta más gruesa la cual decrece el vigor y la germinabilidad (Varoquaux *et. Al.*, 2000).

## **2.12 Partenocarpia**

La partenocarpia es la formación de frutos sin la formación de los óvulos y por tanto sin desarrollo de semillas, encontrándose en la actualidad muchas variedades cultivadas que tienen la capacidad de desarrollar frutos sin semillas (partenocárpicas). Por otro lado la partenocarpia es un fenómeno que se produce en forma natural en muchas especies de cítricos y puede tener un origen genético o ambiental (Primo y Millo, 1989).

En la partenocarpia estimulativa, la polinización, germinación del polen y el crecimiento del tubo polínico en ausencia de fecundación, provee el estímulo suficiente para cuajar frutos sin semilla. Así, la autopolinización puede ejercer un estímulo suficiente en genotipos autos incompatibles para el cuajado de frutos sin semillas. Aplicación de GA sustituye la necesidad de la polinización en Clementinas y otros híbridos de *Citrus reticulata*, conduciendo a la producción de frutos partenocárpicas (Spiegel-Roy y Goldschmidt, 1996).

### **2.12.1 Frutos partenocarpicos**

Son frutos sin semillas porque el ovario es capaz de desarrollarse sin fertilización del óvulo. La partenocarpia puede ser también la única forma de producir frutos, o puede ser facultativa, dependiendo de la fertilidad de la planta. No se han reportado casos de partenocarpia natural en sandía (Mohr, 1986).

### **2.12.2 Stenospermocarpia.**

Es un fruto que contiene semillas parcialmente formadas que han abortado después de la polinización. Además, los frutos con semillas no viables deben ser considerados como funcionalmente sin semilla. Las sandías sin semillas contienen semillas parcialmente desarrolladas, y es un ejemplo clásico de stenospermocarpia (Varoquaux *et. al.*, 2000).

### **2.13 Descripción del fruto triploide**

Se trata de variedades que tienen unas semillas tiernas de color blanco que pasan desapercibidas al comer el fruto. Se caracterizan por tener la corteza verde clara con rayas verdes oscuras y la carne puede ser de color rojo o amarillo. La sandía se puede decir que es la fruta que más cantidad de agua contiene (93%), por lo que su valor calórico es muy bajo, apenas 20 calorías por 100 gramos. Los niveles de vitaminas y sales minerales son poco relevantes, siendo el potasio y el magnesio los que más destacan, si bien en cantidades inferiores comparados con otras frutas (Gimechamp, 2004).

Las sandías sin semillas tienen, en promedio, entre 14 y 15 grados 'brix'; las tradicionales, que se consumen en el mercado peruano, tienen de 10 a 12. La ventaja competitiva que tienen las sandías triploides es que, además de no tener semillas, son más dulces, tienen buena consistencia y su cáscara es de buen grosor, para resistir el transporte (Grupo RPP, 2006).

### **2.14 Cuajado del fruto sin polinizador**

Es una práctica muy extendida con el empleo de auxinas para el cuaje partenocárpico cuando las condiciones ambientales no son favorables para una

polinización natural efectiva. También se pueden utilizar los mismos o similares productos para el cuaje de melón en invernadero, si no hay insectos polinizadores. En Japón, cuando la primavera es fría o lluviosa el cuaje natural de la sandía es defectuoso, se acostumbraba a realizar una polinización manual complementaria. Con el fin de sustituirla, se ensayaron diversas auxinas aplicadas directamente sobre la flor (Ácido indol acético, Ácido naftil acético + 4 Clorofenoxiacético) y Citocininas (Benzil adenina), de las cuales ésta última, la benzil-adenina, fue la más efectiva (Gómez, s/f).

## **2.15 Hormonas de crecimiento**

Las sustancias reguladoras del crecimiento de las plantas desempeñan un papel muy importante en el crecimiento y en el desarrollo de los vegetales aunque las sustancias naturales de crecimiento (endógenas) controlan normalmente el desarrollo de las plantas, puede modificarse el crecimiento mediante aplicación de sustancias exógenas, algunas de las cuales pueden producir resultados provechosos para el hombre. En la actualidad, los reguladores de las plantas se utilizan ampliamente en el control de malas hierbas, el desarrollo de los frutos, defoliación, propagación y control del tamaño (Weaver, 1976).

En la actualidad existen evidencias suficientes para postular dos hechos básicos sobre la acción fundamental de las fitohormonas. Las fitohormonas no actúan directamente a nivel del organismo si no de la célula, por ejemplo sobre la mitosis, el alargamiento celular, la acción básica de las hormonas ocurre sobre los ácidos a nivel de la transcripción del mensaje (DNA-RNA). Las acciones generales de las hormonas es que el proceso de desarrollo descansa sobre fenómenos celulares este concepto se debe tomar en cuenta cuando se hacen

aplicaciones de fitorreguladores pues de ello implica que van a presentarse otros efectos además de lo deseado (Rojas y Ramírez, 1987).

### **2.15.1 Acción general de las hormonas**

Las hormonas vegetales o fitohormonas son moléculas que actúan sobre el sistema genético reprimiendo o desreprimiendo genes que, a su vez, sintetizan moléculas que aceleran o inhiben aspectos de desarrollo en la planta. Así actúan Auxinas, Giberelinas, Citocininas, Abscisinas y Etileno (Garza, *et al*, 2001).

Las hormonas y las enzimas cumplen funciones de control químico en los organismos multicelulares. Las plantas no sólo necesitan para crecer agua y nutrientes del suelo, luz solar y bióxido de carbono atmosférico. Ellas, como otros seres vivos, necesitan hormonas para lograr un crecimiento armónico, esto es, pequeñas cantidades de sustancias que se desplazan a través de sus fluidos regulando su crecimiento, adecuándolos a las circunstancias (Foro Canarias, 2004).

### **2.15.2 Tipos de hormonas**

Las fitohormonas pertenecen a cinco grupos conocidos de compuestos que ocurren en forma natural, cada uno de los cuales exhibe propiedades fuertes de regulación del crecimiento en plantas, y cada uno con su estructura particular y activos a muy bajas concentraciones dentro de la planta: 1 Auxinas 2 Citocininas 3 Giberelinas 4 Etileno 5 Acido abcísico (Foro Canarias, 2004).

## **2.16 Biosíntesis de Citocininas**

Las Citocininas se sintetizan en los meristemas apicales de las raíces, aunque también se producen en los tejidos embrionarios y en las frutas. Transporte en la planta por vía acropétala, desde el ápice de la raíz hasta los tallos, moviéndose a través de la savia en los vasos correspondientes al xilema (Foro canarias 2004).

La evidencia sugiere que las Citocininas son biosintetizadas en las raíces y transportada a los tallos vía xilema, donde ejerce una mayor influencia regulatoria en el crecimiento, fotosíntesis y retraso de la senescencia (Nieves, 2007).

### **2.16.1 Actividad fisiológica**

- Aumentan la división y diferenciación celular.
- Rompen el letargo (Dormancia).
- Retardan el envejecimiento. Antisenescentes. (pueden incluso anular el efecto de las hormonas senescentes)
- Mantiene el suministro de metabolismo a hojas.
- Mantienen la síntesis de proteínas.
- Floración y diferenciación de la flor.

### **2.16.2 Mecanismo de acción**

La Citocinina es un regulador del crecimiento, cuya acción típica es activar la división celular y retardar la senescencia de los órganos. Proviene de derivados de la adenina, algunos de los cuales se han encontrado en forma natural en las plantas y otras moléculas son sintéticas (Rojas, 2007).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 ubicación del sitio experimental**

El presente trabajo se llevó a cabo en el año del 2006, en la región agrícola de la Comarca Lagunera de Coahuila.

El trabajo se desarrolló en dos etapas: la primera que fue la germinación en charolas de la semilla de sandía triploide del híbrido Freedom, que se realizó en las instalaciones del invernadero del **INIFAP-CENID-RASPA**. El cual se encuentra ubicado en la ciudad de Gómez Palacio Durango.

La segunda etapa fue el trasplante de la sandía en el campo experimental de la UAAAN-UL. Antes de realizar el trasplante las charolas permanecieron en el invernadero de la universidad por alrededor de 15 días, tiempo durante el cual se aplicó una solución nutritiva a base de POLY FEED, cuyo ingrediente activo es a base de elementos mayores y menores.

La preparación de la solución de poly feed fue de: 7.5 gr. Del producto en 20 lts de agua, aplicándole una cantidad de .5 ml dos veces al día, una por la mañana y la otra por la tarde.

#### **3.2 Localización geográfica y características de la Comarca Lagunera**

La Comarca Lagunera geográficamente se localiza entre los 24° 30' y 27° de latitud norte, y entre los 102° y 104° 40" de longitud oeste, a una altitud de 1,120 msnm. Su clima se clasifica como muy seco con deficiencia de lluvias en todas las estaciones, además de que cuenta con temperaturas semicálidas con inviernos benignos.

Su clima es desértico con lluvias en verano y temperaturas calientes. Tiene una temperatura media anual de 21 °C y una media de 27 °C para el mes más caluroso. La precipitación media anual es de 220 mm.

### **3.3 Material genético**

El material vegetal de sandía que se utilizó fue el híbrido triploide llamada Freedom la cual es de hábito rastrero trepador, su fruto es oblonga y de color rayada.

### **3.4 Preparación del terreno**

La preparación del terreno se llevó acabo con un tractor el día 22 de Marzo del 2006, realizando un rastreo con una rastra doble, con el fin de cortar el esquilmo de maíz que había estado sembrado en el terreno.

El día 27 de Marzo del 2006 se levantaron las camas con 2 metros de espacio entre cama y cama, se hicieron 6 camas de las cuales se utilizaron cuatro y las dos sobrantes se tomaron de protección.

El martes 4 de abril del 2006 se instaló el sistema de riego por cintilla y también el acolchado, lo cual esta se realizó manualmente ya que era pequeño el terreno donde fue establecida la sandía.

### **3.5 Fecha de trasplante**

El trasplante de las plántulas se realizó el miércoles 5 de abril del 2006 en el campo experimental de la UAAAN-UL, estableciéndose en forma manual, a una distancia de un metro entre planta y planta. El trasplante se hizo en la tarde para evitar el estrés de la planta, se realizó con mucho cuidado para no romper el

sistema radicular. Como venían en charolas primeramente se humedecieron las plantas en la base para facilitar la extracción. En seguida se utilizó un cabo de escoba con el cual se fue abriendo un agujero en el suelo para posteriormente colocar la planta.

### **3.6 Diseño experimental**

Para poder ser evaluado el cultivo se utilizó un diseño experimental de bloques al azar, con cuatro tratamientos y 12 repeticiones por cada tratamiento, cada unidad experimental contaba con 6 plantas en la cual se hizo la evaluación.

### **3.7 Riegos**

Después del trasplante se le dio el primer riego a los cinco días con una duración por riego de 4 horas, como se utilizó acolchado esto hace que no haya mucha pérdida de agua en el suelo, por eso se le estuvo dando los riegos a cada cinco días, hasta la fecha en que se le dio la primera aplicación de hormonas. De ahí se redujo a cada 2 días con una duración de 2 horas por riego, debido a que los frutos ya estaban en desarrollo.

### **3.8 Fertilización**

La fertilización se llevó a cabo en tres fases: plantación - establecimiento, floración y cuajado e inicio de la maduración. La forma en que se fertilizó fue por fertirrigación, lo cual se hizo una solución mezclando los fertilizantes en un tambo con agua, donde posteriormente fue succionado por la bomba llamada venturi, esta a la vez que extraía el fertilizante del tambo lo inyectaba al módulo en donde



estaban conectadas las cintillas y así es como se distribuyó el fertilizante en el cultivo.

A continuación se presentan mediante unas tablas los fertilizantes utilizados.

**Cuadro 3.1** Primera fase de fertilización en sandía triploide del híbrido Freedom en campo durante el periodo Abril-Julio (2006) en la Comarca Lagunera UAAAN-UL.

<b>Solución</b>	<b>Dosis</b>
Ac. Fosforito	86g
KNO <sub>3</sub>	55g
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	60-120g
Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	20g
Zn(EDDHA)	4g
Maxiquel multi	2.7g
Maxiquel Fe	2.7g

**Cuadro 3.2** Segunda fase de fertilización en sandía triploide del híbrido Freedom en campo durante el periodo Abril-Julio (2006) en la Comarca Lagunera UAAAN-UL.

<b>Solución</b>	<b>Dosis</b>
Ac. Fosforito	0.728kg
Ultrasol	0.8346kg
NKS	0.623kg
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	2.27kg

**Cuadro 3.3** Tercera fase de fertilización en sandía triploide del híbrido Freedom en campo durante el periodo Abril-Julio (2006) en la Comarca Lagunera UAAAN-UL.

<b>Solución</b>	<b>Dosis</b>
Ac. Fosforito	0.629kg
NKS	0.642kg
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	2.44kg

### 3.9 Control de plagas y enfermedades

Durante el ciclo del cultivo se presentó plagas y enfermedades como son: minadores de la hoja (*Liriomyza sp.*), pulgones (*Aphys sp;* *Myzus sp.*), araña roja (*Tetranychus sp.*), y mosquita blanca (*Trialeurodes sp;* *Bemisia tabaci*). En cuanto a enfermedades lo único que se presentó fue el dampig off.

Para controlar las plagas antes mencionadas se utilizaron los siguientes productos químicos. Diazinon con una dosis de  $\frac{1}{2}$  kg /ha de lo cual se aplicó 750 ml en 20 litros de agua, también se aplicó Endosulfan con una dosis de 2 a 3  $\text{cm}^3$  por litro de agua y para combatir el hongo damping off. Se aplicó Tecto 60 con una dosis de 10 gr para una superficie de 642  $\text{m}^2$ .

### **3.10 Aplicación de hormonas (Citocinina CPPU)**

El día 19 de mayo del 2006 se llevó acabo la aplicación de la hormona (Citocinina CPPU), la cual esta se aplicó de las 8 a las 10 de la mañana, a las flores femeninas que ya presentaban el ovario de un tamaño de aproximadamente 3 a 5 cm de diámetro polar. Las dosis según los tratamientos fueron: 100, 150 y 200 ppm, y la forma en que se aplicó fue asperjada con un aspersor de productos de belleza que rociaba .13ml por aspersion en la primera aspersion se le aplicó en tres ángulos a la flor, que multiplicado por .13 nos da.39ml asperjados.

De acuerdo con los números de aspersion ya mencionados, se presentó una deformación en el fruto por lo cual se tuvo que cortar las sandías deformes y se le dio otra aplicación, esta consistió en asperjarle en cinco ángulos por cada flor sabiendo que por cada aspersion rociaba una cantidad de .13ml, que multiplicado por 5 nos da .65ml asperjado en cada flor. En las aplicaciones se amarró hasta un cuarto fruto.

### **3.11 Cosecha**

La cosecha del experimento se empezó a realizar, según los criterios que se tomaron para cortar las sandías los cuales fueron: cuando la hoja que se encontraba por encima del fruto ya presentaba un desecamiento, desecamiento

del zarcillo más próximo a la sandía, tamaño de la fruta y sonido que emitía la sandía al ser golpeada con la palma de la mano.

Se empezó a cortar las sandías el día 23 de junio del 2006, esta se hizo de forma manual, en el cual se hicieron 4 cortes, las sandías cortadas se llevaron a un lugar determinado para posteriormente tomar su medida correspondiente para cada fruto.

### **3.12 Variables evaluadas**

Las variables que se evaluaron fueron:

- 1. Longitud de guía principal.** Consistió en tomar las mediciones de la guía principal con un intervalo de 6 días, las mediciones se realizaron con una cinta métrica.
- 2. Número de flores hembras y machos.** La floración se tomó con un intervalo de 6 días estas se hacia el conteo de todas las flores hembras y machos que estaban abiertas para ese día del conteo.
- 3. Diámetro polar y ecuatorial.** Cada fruto fue medido con un vernier graduado de madera.
- 4. Espesor de pulpa.** A los frutos cortados se midió con la ayuda de una regla graduada se tomó la medida del centro de la parte roja de la sandía.
- 5. Espesor de la cáscara.** Se hizo la medición con una regla graduada tomándola desde donde terminaba la parte rojo de la pulpa hacia el exterior.

- 6. Sólidos solubles.** Una vez partido los frutos verticalmente se extrajo una pequeña porción de jugo para su evaluación con la ayuda de un refractómetro.
- 7. Peso del fruto.** El peso del fruto se tomo con ayuda de una báscula llamada romanita así fue como se hizo la toma de los datos para esta variable.
- 8. Rendimiento.** Mediante el peso de los frutos se obtuvo el rendimiento sometiéndose a su respectivo análisis.

### **3.13 Análisis estadísticos**

Se realizó un análisis estadístico de varianza, considerando cada una de las características evaluadas, con su respectivas comparaciones de medias utilizando la diferencia mínima significativa (DMS) al 0.05%. Los análisis de varianza se llevaron acabo mediante el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS) versión 6.12 (SAS, 1998).

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 4.1 Variables fenológicas

#### 4.1.1. Longitud de guía

En la Figura A1 Se observan los resultados obtenidos durante el experimento. En el Cuadro 4.1 Se muestran las ecuaciones de regresión obtenidas para cada tratamiento.

El tratamiento testigo fue el de mayor longitud en la guía principal superando a los tratamientos 100, 150 y 200 ppm de Citocinina (CPPU) en 26.9%, 12.74% y 14.79%, respectivamente.

Probablemente las diferencias pueden atribuirse a que el tratamiento testigo no presentó amarre de frutos, originando que el consumo de los fotoasimilados fuera exclusivamente para el crecimiento vegetativo y la floración. Caso contrario se presentó para la formación y llenado de frutos. Se estimó la longitud de guía a los 69 días después del trasplante (ddt), con las ecuaciones de regresión obtenidas, presentando valores de 362.79, 286.66, 335.87, y 340.73 cm, respectivamente.

Parsons, *et al.*, (1981) menciona que los tallos de la sandía son delgados y angulosos, la longitud de los tallos puede alcanzar hasta los 5 m, lo cual rebasa las longitudes tomadas en este experimento, tal vez esto se deba a que son diferentes variedades y por lo tanto tienen diferente comportamiento.

**Cuadro 4.1** Ecuaciones de regresión para longitud de guía de sandía triploide en cuatro tratamientos de fitoreguladores en la Comarca Lagunera. UAAANUL, (2006).

Tratamiento	Ecuación de regresión	R <sup>2</sup>	16 DDT	69 DDT
Testigo	Y= - 83.68+6.4706x	0.99	19.84 cm,	362.79 cm,
T1	Y= - 26.689+4.5413x	0.96	45.97 cm	286.66 cm,
T2	Y= - 59.377+5.7283x	0.90	32.27 cm,	335.87 cm
T3	Y= - 52.084+5.6931x	0.97	39.00 cm,	340.73 cm

<sup>+</sup> y=longitud de guía; x=DDT

#### 4.1. 2 Floración hembra

En la Figura A2 Se observan los resultados obtenidos durante el experimento. En el Cuadro 4.2 Se muestran las ecuaciones de regresión obtenidas para cada tratamiento.

El tratamiento testigo fue el de mayor número de flores hembras superando a los tratamientos 100, 150 y 200 ppm de Citocinina (CPPU).

Probablemente las diferencias pueden atribuirse a que el tratamiento testigo no presentó amarre de frutos, originando que el consumo de los fotoasimilados fuera exclusivamente para el crecimiento vegetativo y la floración. Se estimó la floración a los 36 y 75 días después del transplante (ddt), con las ecuaciones de regresión obtenidas, presentando valores de 47, 40, 25 y 25, respectivamente

Juárez, (2003) menciona que la floración comienza en general a las ocho semanas después de la siembra las primeras flores en aparecer son las masculinas o estaminadas. La proporción de flores fluctúa entre 7 a 14 flores estaminadas. También hay genotipos en los que la proporción de flores estaminadas puede ser menor que las flores pistiladas. Las flores pistiladas tienen

un ovario inferior cuyo tamaño y forma se correlaciona con el tamaño y forma final del fruto.

Coincido con lo que dice Juárez, (2003) ya que la floración se presentó a los 61 días después de la siembra, pero también de acuerdo a las ecuaciones de regresión se presenta que en el tratamiento 3 hubo más flor femenina que masculina a los primeros días de floración. En cuanto a la forma del ovario también coincido ya que la variedad que se evaluó presentó la misma forma desde el principio hasta el final.

**Cuadro 4.2** Ecuaciones de regresión para flores hembras de sandía triploide en cuatro tratamientos de fitoreguladores en la Comarca Lagunera. UAAANUL, (2006).

Tratamiento	Ecuación de regresión	R <sup>2</sup>	36 DDT	75 DDT
Testigo	$y = -39.748 + 1.162x$	0.98	2	47
T1	$y = -27.441 + 0.9002x$	0.86	4	40
T2	$y = -14.086 + 0.5269x$	0.91	4	25
T3	$y = -16.327 + 0.9035x$	0.90	16	51

<sup>+</sup>  $y$ =longitud de guía;  $x$ =DDT

#### 4.1.3 Floración macho

En la Figura A3 Se observan los resultados obtenidos durante el experimento. En el Cuadro 4.3 Se muestran las ecuaciones de regresión obtenidas para cada tratamiento.

El tratamiento testigo fue el de mayor número de flores machos al final del experimento superando a los tratamientos 100, 150 y 200 ppm de Citocinina (CPPU).

Probablemente las diferencias pueden atribuirse a las temperaturas, o a que son variedades triploides de la cual se hace una manipulación en su estructura genética, originando que la planta tenga un comportamiento diferente a las de las plantas diploides. Se estimó la floración a los 75 días después del

transplante (ddt), con las ecuaciones de regresión obtenidas, presentando valores de 47, 40, 25 y 25, respectivamente.

Juárez, (2003) indica que la floración comienza en general a las ocho semanas después de la siembra. Las primeras flores en aparecer son las masculinas o estaminadas. La proporción de flores fluctúa entre 7 a 14 flores estaminadas. En el presente experimento se encuentra que la floración inicia a los 61 días después de la siembra, estos resultados fueron iguales presentando flores estaminadas de 5 a 7 a los 65 días, estos resultados fueron iguales a los obtenidos por Juarez (2003).

**Cuadro 4.3** Ecuaciones de regresión para flores machos de sandía triploide en cuatro tratamientos de fitoreguladores en la Comarca Lagunera. UAAANUL, (2006).

Tratamiento	Ecuación de regresión	R <sup>2</sup>	36 DDT	75 DDT
Testigo	$y = -176.14 + 4.9966x$	0.98	3	198
T1	$y = -63.442 + 1.9072x$	0.95	5	80
T2	$y = -89.466 + 2.6922x$	0.94	7	112
T3	$y = -78.351 + 2.3121x$	0.94	5	95

<sup>+</sup> y=longitud de guía; x=DDT

## 4.2 Calidad del fruto

### 4.2.1 Peso de fruto

En el Cuadro A1 se presenta el análisis de varianza (ANVA), donde se observa que no existió diferencia significativa entre los tratamientos. La media obtenida para peso de fruto fue de 6.32 kg. (Cuadro 4.4)

Cabe señalar que el tratamiento testigo no presentó frutos, es decir que el uso de los fitoreguladores, en las dosis empleadas durante el presente



experimento, garantiza la obtención de frutos triploides o frutos sin semillas e iguales estadísticamente.

Miles *et al.*, (2006) realizando una comparación de variedades con polinización normal obtuvieron una media en peso por fruto de 4.03 kg, en la variedad Freedom tomando en cuenta que fueron 7 frutos amarrados por planta, estos resultados fueron superados por los obtenidos en el presente experimento en un 63 %.

**Cuadro 4.4** Prueba de media para la variable peso del fruto en el cultivo de la sandía triploide del híbrido Freedom probando 100, 150 y 200 ppm de Citocinina (CPPU) en campo, durante el periodo Abril-Julio (2006) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.

<b>Trat.</b>	<b>Peso de fruto (kg)</b>	
100	6.580	a
150	6.292	a
200	6.158	a
<b>C.V.</b>	<b>39.79510</b>	
<b>Media</b>	<b>6.32941176</b>	

#### 4.2.2 Diámetro polar

En el Cuadro A2 se presenta el análisis de varianza (ANVA), donde se observa que no existió diferencia significativa entre los tratamientos. La media obtenida para diámetro polar fue de 31.81 cm, (Cuadro 4.5)

Cabe señalar que el tratamiento testigo no presentó frutos, esto tiene que ver con las características genéticas del híbrido ya que estos no presentan amarre de frutos sin la polinización por un diploide e iguales estadísticamente.

Mullins y Smith (2001) menciona que el híbrido Freedom produce sandías sin semillas alargadas las más grandes, en un experimento de comportamiento de cultivares de sandías con el híbrido Freedom obtuvieron una media de 33.02 cm, De diámetro polar, esta variable fue similar con los resultados en este experimento.

**Cuadro 4.5** Prueba de media para la variable diámetro polar en el cultivo de la sandía triploide del híbrido Freedom probando 100, 150 y 200 ppm de Citocinina (CPPU) en campo, durante el periodo Abril-Julio (2006) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.

<b>Trat.</b>	<b>Diámetro polar (cm)</b>	
100	32.283	a
150	30.884	a
200	32.117	a
<b>C.V.</b>	<b>16.50679</b>	
<b>Media</b>	<b>31.81969697</b>	

#### 4.2.3 Diámetro ecuatorial

En el Cuadro A3 se presenta el análisis de varianza (ANVA), donde se observa que no existió diferencia significativa entre los tratamientos. La media obtenida para diámetro ecuatorial fue de 19.62 cm, (Cuadro 4.6)

Cabe mencionar que el testigo no presentó frutos, esto se debió a que no hubo una estimulación a la flor femenina para que hubiera cuajado de fruto por lo que el empleo de fitoreguladores asegura un amarre de fruto e iguales estadísticamente.

Mullins y Smith (2001). Evaluando el comportamiento de cultivares de sandías en el híbrido Freedom obtuvieron una media de diámetro ecuatorial de 22.86cm, esta variable fue mayor que lo obtenido en este experimento en un 4.4%.

**Cuadro 4.6** Prueba de media para la variable diámetro ecuatorial en el cultivo de la sandía triploide del híbrido Freedom probando 100, 150 y 200 ppm de Citocinina (CPPU) en campo, durante el periodo Abril-Julio (2006) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.

<b>Trat.</b>	<b>Diámetro ecuatorial (cm)</b>	
100	19.5522	a
150	19.6421	a
200	19.6917	a
<b>C.V.</b>	<b>12.28244</b>	
<b>Media</b>	<b>19.62878788</b>	

#### 4.2.4 Sólidos solubles

En el Cuadro A4 se presenta el análisis de varianza (ANVA), donde se observa que presentó diferencia significativa entre los tratamientos. La media obtenida para sólidos solubles fue de 10.53. (Cuadro 4.7).

Mientras que el tratamiento testigo no existió amarre de fruto, esto quiere decir que los fitorreguladores con aplicación exógena garantiza un desarrollo de frutos en la planta y diferentes estadísticamente.

Huitrón *et al.*, (2007) en un experimento con sandías triploide comparando el efecto del 2,4-D y CPPU obtuvieron que con CPPU una media de 8 °Brix, estos resultados fue superado fácilmente por los resultados obtenidos en este trabajo.

**Cuadro 4.7** Prueba de media para la variable sólidos solubles en el cultivo de la sandía triploide del híbrido Freedom probando 100, 150 y 200 ppm de Citocinina (CPPU) en campo, durante el periodo Abril-Julio (2006) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.

<b>Trat.</b>	<b>Sólidos solubles</b>	
100	10.9870	b
150	10.0421	ab
200	10.5000	b
<b>C.V.</b>	<b>11.36314</b>	
<b>Media</b>	<b>10.53787879</b>	

#### 4.2.5 Espesor de la pulpa

En el Cuadro A5 se presenta el análisis de varianza (ANVA), donde se observa que no existió diferencia significativa entre los tratamientos. La media obtenida para espesor de pulpa fue de 17.23 cm, (Cuadro 4.8)

Cabe mencionar que el tratamiento testigo no presentó frutos, esto posiblemente se debió a que no se le hizo aplicación del fitorregulador Citocinina (CPPU) se puede decir que la aplicación de los fitorreguladores sustituye al material diploide e iguales estadísticamente.

**Cuadro 4.8** Prueba de media para la variable espesor de pulpa en el cultivo de la sandía triploide del híbrido Freedom probando 100, 150 y 200 ppm de Citocinina (CPPU) en campo, durante el periodo Abril-Julio (2006) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.

<b>Trat.</b>	<b>Espesor de pulpa (cm)</b>	
100	16.8261	a
150	17.5263	a
200	17.4083	a
<b>C.V.</b>	<b>13.35813</b>	
<b>Media</b>	<b>17.23939394</b>	

#### 4.2.6 Espesor de la cáscara

En el Cuadro A6 se presenta el análisis de varianza (ANVA), donde se observa que no existió diferencia significativa entre los tratamientos. La media obtenida para espesor de la cáscara fue de 1.33 cm, (Cuadro 4.9).

Cabe señalar que en el tratamiento testigo no hubo amarre de frutos, es decir que el uso de los fitoreguladores, estimula la fecundación en la flor femenina obteniendo frutos triploides o frustos sin semilla con buena apariencia e iguales estadísticamente.

**Cuadro 4.9** Prueba de media para la variable espesor de cáscara en el cultivo de la sandía triploide del híbrido Freedom probando 100, 150 y 200 ppm de Citocinina (CPPU) en campo, durante el periodo Abril-Julio (2006) en La Comarca Lagunera UAAAN UL

<b>Trat.</b>	<b>Espesor de cáscara (cm)</b>	
100	1.30435	a
150	1.41053	a
200	1.30833	a
<b>C.V</b>	<b>20.62443</b>	
<b>Media</b>	<b>1.33636364</b>	

#### 4.3 Días a cosecha

En el Cuadro A7 se presenta el análisis de varianza (ANVA), donde se observa que no existió diferencia significativa entre los tratamientos. La media obtenida para días a cosecha fue de 38 días después de aplicación. (Cuadro 4.10).

A comparación con las sandías con semillas aumenta la maduración del fruto debido a que las semillas producen hormonas y obteniendo cosechas más temprano e iguales estadísticamente.

Huitrón *et al.*, (2007) en un experimento con sandías triploide comparando el efecto del 2,4-D con una dosis de 4, 6, 8 y 12 mg y CPPU con una dosis de 50, 100, 150 y 200 ppm obtuvieron cosechas a los 98 días después del trasplante, esta variable es superada por los resultados obtenidos en este experimento

**Cuadro 4.10** Prueba de media para la variable días a cosecha en el cultivo de la sandía triploide del híbrido Freedom probando 100, 150 y 200 ppm de Citocinina (CPPU) en campo, durante el periodo Abril-Julio (2006) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.

Trat.	Días a cosecha	
100	39.304	a
150	38.263	a
200	37.417	a
<b>C.V.</b>	<b>12.15379</b>	
<b>Media</b>	<b>38.31818182</b>	

#### 4.4 Rendimiento total

En el Cuadro A8 se presenta el análisis de varianza (ANVA), donde se observa que no existió diferencia significativa entre los tratamientos. La media obtenida para el rendimiento total fue de 64.66 t•n/ha. (Cuadro 4.11)

Cabe señalar que el tratamiento testigo no presentó frutos, es decir que el uso de los fitoreguladores, en las dosis empleadas durante el presente experimento, garantiza la obtención de frutos triploides o frutos sin semillas e iguales estadísticamente

Huitrón *et al.*, (2007) en un experimento con sandías triploide comparando el efecto del 2,4-D con una dosis de 4, 6, 8 y 12 mg y CPPU con una dosis de 50, 100, 150 y 200 ppm obtuvieron un rendimiento de 91 tha<sup>-1</sup> con CPPU el cual es supera a los rendimientos obtenidos en dicho experimento.

**Cuadro 4.11** Prueba de media para la variable de rendimiento total en el cultivo de la sandía triploide del híbrido Freedom probando 100, 150 y 200 ppm de Citocinina (CPPU) en campo, durante el periodo Abril-Julio (2006) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.

<b>Trat.</b>	<b>Rendimiento (ton/ha)</b>	
100	79.65	a
150	54.08	a
200	62.75	a
<b>C.V.</b>	<b>62.82329</b>	
<b>Media</b>	<b>64.66176471</b>	

## V. CONCLUSIONES

Durante el desarrollo del presente experimento se establecen las siguientes conclusiones.

- ❖ Por los resultados obtenidos en las ecuaciones de regresión y por lo que se puede observar en la Figura A1 para la variable longitud de la guía principal, el testigo fue el que más longitud obtuvo al final del experimento.
- ❖ En los resultados obtenidos de las ecuaciones de regresión y por lo que se ve en las Figuras A2 y A3 para las variables de flores hembras y machos, el testigo fue el que más número de flores de ambos sexos presentó al final del experimento.
- ❖ De los resultados obtenidos mediante el análisis estadístico se puede establecer que entre las variables evaluadas no presentó diferencia significativa para ninguna, excepto para la variable sólidos solubles en el cual tuvo una media de 10.53.

En cuanto a los objetivos se puede decir que si se cumplieron.

- ❖ Se logró determinar las dosis adecuadas para obtener un rendimiento aceptable la cual fue 100 ppm. De Citocinina obteniendo un rendimiento de  $79.65 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ .
- ❖ Se logró sustituir el material diploide por el uso del regulador de crecimiento en este caso fue la Citocinina (CPPU).
- ❖ Se obtuvieron sandías sin semillas.

De acuerdo con las hipótesis planteadas:

- ❖ Fue posible inducir el amarre de frutos asperjando CPPU al ovario en el periodo de floración de la sandía triploide, por lo tanto se acepta la hipótesis.
- ❖ Se obtuvieron sandías sin semillas con la aplicación de CPPU para la cual es aceptada la hipótesis.



## VI. BIBLIOGRAFIA

- Acosta, R. F. G., Galván, L. R., Lujan, F. M., Quiñones, P. F. J., Chávez, S. N., Pilar A. J. A. 2003. Manejo del cultivo de sandía en la región centro-sur del estado de Chihuahua. Fundación produce Chihuahua. Folleto. No. 15. Pp. 12 y 23. (En línea). <http://www.inifap.gob.mx/publicaciones/Manejo%20del%20cultivo%20de%20%20sandia.htm> Consulta 14/08/ 2007.
- Agronet, 2004. Panorama actual del cultivo de la sandía (En línea). [http://www.agronet.com.mx/cgi/articles.cgi?Action=Viewhistory&Article=2&Type=A&Dat\\_min=2004-02-01%2000:00:00&Datemax=2004-02-31%2023:59:59](http://www.agronet.com.mx/cgi/articles.cgi?Action=Viewhistory&Article=2&Type=A&Dat_min=2004-02-01%2000:00:00&Datemax=2004-02-31%2023:59:59) Consulta 15/08/2007.
- Barajas, E. S. 2005. Evaluación de genotipos de sandía (*Citrullus lanatus*) comparados con la variedad regional improved peacock WR-124. Tesis de licenciatura. Torreón, Coahuila, México Pp. 3-11
- Boswell, R. V. 2000. Our Vegetable Travelers. Aggie Horticulture. PLANTanswers section. Reimpreso bajo permiso de la National Geographic Society. Publicación original 1949. Vol. 96 (2) de National Geographic Magazine. (En línea). <http://plantanswers.tamu.edu/publications/vegetabletravelers/introduction.html> Consulta: 29 /10/2007
- Camacho, F. F., Fernández, R. J. 2006. La sandía apirena injertada, del cultivo con semilla al injerto. Universidad de Almería. (En línea). <http://www.terralia.com/articulo.php?recordID=1104#bibliografia> Consulta 28/08 2007.
- Canales, C. R. y Sánchez, B. J. A. 2003. Cadena Agroalimentaria de Sandia, caracterización de los eslabones de la cadena e identificación de los problemas y demandas tecnológicas. INIFAP. Campeche, Campeche. Pag. 5
- Castaños, C. M. 1993. Horticultura manejo simplificado, Universidad Autónoma Chapingo, Dirección General del Patronato Universitario; primera Edición en español. Pp. 59-60
- Castillo, A. T. 1998. Comportamiento de híbridos diploide de sandía (*citrullus lanatus*) en el Noreste de Coahuila. Tesis de licencia UAAAN-UL. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Pp. 5-13
- Espinoza, A. J. J. Orona, C. I., Narro, R. J. G., León, R. M. J. 2006. Aspectos sobre producción, organización de productores y comercialización del cultivo de la sandía en la comarca lagunera. Revista mexicana de agronegocios. Julio- Diciembre, año/vol. X, numero 019, Universidad Autónoma de la Laguna. Torreón, México. Pp.3

- Foro canarias, 2004. Hormonas vegetales. (En línea) <http://www.cannarias.comforosshowthread.phpt=3304.mht> consulta 3/11/ 2007.
- Fu, C. A. A. Y Ramírez, A. L. J. 1999. Manejo integrado de insectos plagas de cucurbitácea en la costa de Hermosillo Pp.5, 7
- Fundación Chemonics Colombia, 2004. Manual de fitoprotección y análisis de plaguicidas, extraído de PERSUAP Dc. Del 2003.Pp. 5-15
- Gaitán, N. T. 2005. Cadena del cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* (Thunb)). Con potencial exportador. Pp. 11. (En línea). <http://pwww.google.comsearchq=Triploides+en+Acuacultura> Consulta 3/09/2007.
- Garza, S. M., Gómez, G. H., Zavala, G. F., Cuevas, H. B., Rojas, G. M., 2001. Efecto de cuatro fitorreguladores comerciales en el desarrollo y rendimiento del girasol. Ciencia UANL, enero-marzo, año/vol. IV, número 001. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey México. Pp. 69
- Gimechamp.S. C. V. 2004. Sandia *Citrullus lanatus*. Catalago. (En línea). [http://www.gimechamp.com/prod\\_catalogo.asp?id\\_producto=189](http://www.gimechamp.com/prod_catalogo.asp?id_producto=189) Consulta: 7/09/ 2007
- Gómez, A. M. s/f. Sandías sin semillas obtenidas sin Polinizar, Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. Pp. 47 y 48
- Grageda, G. J. 1999. La fertilización en hortalizas, INIFAP Centro de investigación regional del noroeste, Folleto Técnico No. 19, pp. 6
- Grupo RPP, 2006. Perú exportará sandía sin pepas a EE.UU. Lima, Perú. (En línea). [http://www.rpp.com.pe/portada/gastronom\\_iacute\\_a/58499\\_1.php#](http://www.rpp.com.pe/portada/gastronom_iacute_a/58499_1.php#) Consulta 27/10 2007.
- Hidalgo, Z. A. 1998. Influencia de Tres Relaciones en Sandías sin Semilla y un Polinizador en Paila, Coahuila. Tesis de Licenciatura UAAAN-UL Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Pp. 8-29
- Huitrón, M. V., Díaz, M., Diánez, F. V., Camacho F. 2007 effect of 2, 4-D and CPPU on tripliod watermelon production and quality. Orscience 42 (3): 559-564.
- Imagen Agropecuaria, 2007. Refresca sandía mexicana exportaciones. No. 1(En línea). [http://www.imagenagropecuaria.com/articulos.php?id\\_sec=21&id\\_art=27&id\\_ejemplar=1](http://www.imagenagropecuaria.com/articulos.php?id_sec=21&id_art=27&id_ejemplar=1) consulta 14/08/ 2007

- Infoagro, 2007. El cultivo de la sandía (1ª parte). (En línea).  
[http://www.infoagro.com/frutas/frutas\\_tradicionales/sandia.htm](http://www.infoagro.com/frutas/frutas_tradicionales/sandia.htm)  
consulta: 03/ 11/2007.
- Jiménez, F. 2001. Productores de hortalizas. Revista mensual. Enero. Año 10.  
No. 1. pp. 78.
- Juárez, G. B. 2003. Programa de mejoramiento genético de sandía en Seminis,  
tercer simposio nacional de horticultura, producción, comercialización y  
exportación de cultivos hortícolas. Buenavista Saltillo. (En línea).  
[http://www.uaaan.mx/academic/Horticultura/Memhort03/Ponencia\\_03.pdf](http://www.uaaan.mx/academic/Horticultura/Memhort03/Ponencia_03.pdf)  
Consulta: 19/08/2007.
- Maroko, B. J. V. 2000. Elementos de Horticultura General, segunda Edición.  
Editorial, mundi prensa. Pp. 297.
- Mayberry, S. K. Timothy, K. H. Valencia, J. 2005. Centro de información y  
investigación de hortalizas, Serie de Producción de Hortalizas, La  
Producción de Sandía en California. Pp 3. (En línea).  
<http://www.pvric.ucdavis.eduveginfo commoditywatermelonwatermelon-spanish.pdf> Consulta 21/09 2007.
- Mendoza, M. F., Sánchez C. I., Macías, R. H., Martínez. S. J. 2002. Producción  
de Sandía con riego localizado tipo cintilla y acolchado plástico CENIT-  
RASPA. Folleto para productores. No. 1. Gómez Palacio Durango. Pp.  
6 y 8
- Miguel, A. 2004. Panorama actual del cultivo de Sandía. [En línea]  
<http://www.agronet.com.mx/cgi/articles.cgi?Action=Viewhistory&Article=2&Type=A&Datemin=2004-02-01%2000:00:00&Datemax=2004-02-31%2023:59:59> Consulta: 15/08/2007.
- Miles, C., Kolker K., Becker, G., Garth L., Reed J., Smith T., Nelson L., y Garth J.  
2006. Icebox Watermelon Report 2006. Washington State University,  
Vancouver Research & Extension Unit. Vancouver, WA
- Mohr, H. C. 1986. Watermelon breeding. En: Basset M. J. 1986. Breeding  
Vegetable Crops AVI Publishing Company inc. Westport Connecticut.
- Mullis, C. A., Smith, A. B. 2001. Performace of watermelon cultivars, plateau  
experiment station.
- Nieves, S. Y. 2007. Estimulación del crecimiento y desarrollo de frutas de  
plátanos (*musa acuminata x balbisiana*, aab) mediante aplicaciones de  
biorreguladores y fertilizantes, Universidad de Puerto Rico Recinto  
Universitario de Mayagüez. Pp. 24

- Parsons, M. B. D., Mondoñedo, R. J., Kirchner, S. F., Medina, F. J. 1981. Manuales para educación agropecuaria. Cucurbitáceas. Primera edición. Editorial. Trillas S. A. de C. V. Pp. 20-24.
- Primo J. M y Millo, E. 1989. Influencia de las hormonas en el cuajado del fruto de los agrios. Editorial Generalitat Valenciana, Conselleria d' Agricultura i pesca.
- Rojas, G. M. y Ramírez, R. H. 1987. Control hormonal del desarrollo de las plantas, primera edición. Editorial Limusa Pp. 20-21
- Rojas, D. L. 2007. Comportamiento reproductivo y obtención de partenocarpia en níspero (*eriobotrya japonica l.*) cv. golden nugget. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Pp. 16
- Schultheis, J. R., Hassell, R. L., Jester, W. R., Maynard, D. N., Miller, G. A. 2003. Triploid miniwatermelon production in the southeastern United States. HortScience 39: 745-897
- Spiegel-Roy, P. y Goldschmidt, E.E. 1996. Biology of citrus. Cambridge, Varoquaux F., Blanvillain R., Delseny M. y Gallois P. 2000. Less is better: new approaches for seedless fruit production. TIBTECH Vol. 18. Pp. 234-236
- Troutlodge Inc. sin fecha. Triploides en acuicultura. Washington USA. (En línea). [http://www.troutlodge.com/tech/Triploids\\_In\\_Aquaculture\\_Span.pdf](http://www.troutlodge.com/tech/Triploids_In_Aquaculture_Span.pdf)  
Consulta: 13/09/2007
- Varoquaux, F., Blanvillain, R., Delseny, M., y Gallois, P. 2000. Less is better: new approaches for seedless fruit production. TIBTECH Vol. 18. Pag. 234-236
- Weaver J. R. 1976. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura, primera Edición. Editorial Trillas México. Pp. 17.

## VII. APENDICE

**Cuadro A1** Análisis de varianza para la variable peso del fruto en el cultivo de la sandía triploide del híbrido Freedom probando 100, 150 y 200 ppm de Citocinina (CPPU) en campo, durante el periodo Abril-Julio (2006) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.

<b>F.V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F.C.</b>	<b>Pr&gt;F</b>
Modelo	2	0.99625490	0.49812745	0.08	0.9247
Error Exp.	31	196.67433333	6.34433333		
Corr. Total	33	197.67058824			
<b>R<sup>2</sup></b>	<b>C.V.</b>		<b>M.S.E</b>	<b>Media</b>	
0.005040	39.79510		2.51879601	6.32941176	

**Cuadro A2** Análisis de varianza para la variable diámetro polar en el cultivo de la sandía triploide del híbrido Freedom probando 100, 150 y 200 ppm de Citocinina (CPPU) en campo, durante el periodo Abril-Julio (2006) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.

<b>F.V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F.C.</b>	<b>Pr&gt;F</b>
Modelo	2	23.67275397	11.83637698	0.43	0.6530
Error Exp.	63	1738.03163997	27.58780381		
Corr. Total	65	1761.70439394			
<b>R<sup>2</sup></b>	<b>C.V.</b>		<b>M.S.E</b>	<b>Media</b>	
0.013437	16.50679		5.25240933	31.81969697	

**Cuadro A3** Análisis de varianza para la variable diámetro ecuatorial en el cultivo de la sandía triploide del híbrido Freedom probando 100, 150 y 200 ppm de Citocinina (CPPU) en campo, durante el periodo Abril-Julio (2006) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.

<b>F.V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F.C.</b>	<b>Pr&gt;F</b>
Modelo	2	0.23326260	0.11663130	0.02	0.9801
Error Exp.	63	366.18204043	5.81241334		
Corr. Total	65	366.41530303			
<b>R<sup>2</sup></b>	<b>C.V.</b>		<b>M.S.E</b>	<b>Media</b>	
0.000637	12.28244		2.41089472	19.62878788	

**Cuadro A4** Análisis de varianza para la Variable grado brix en el cultivo de la sandía triploide del híbrido Freedom probando 100, 150 y 200 ppm de Citocinina (CPPU) en campo, durante el periodo Abril-Julio (2006) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.

<b>F.V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F.C.</b>	<b>Pr&gt;F</b>
Modelo	2	9.34290028	4.67145014	3.26	0.0450
Error Exp.	63	90.33240275	1.43384766		
Corr. Total	65	99.67530303			
<b>R<sup>2</sup></b>	<b>C.V.</b>		<b>M.S.E</b>	<b>Media</b>	
0.093733	11.36314		1.19743378	10.53787879	

**Cuadro A5** Análisis de varianza para la variable espesor de pulpa en el cultivo de la sandía triploide del híbrido Freedom probando 100, 150 y 200 ppm de Citocinina (CPPU) en campo, durante el periodo Abril-Julio (2006) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F
Modelo	2	6.17805249	3.08902625	0.58	0.5615
Error Exp.	63	334.09952326	5.30316704		
Corr. Total	65	340.27757576			
R <sup>2</sup>	C.V.	M.S.E	Media		
0.018156	13.35813	2.30286062	17.23939394		

**Cuadro A6** Análisis de varianza para la variable espesor de cáscara en el cultivo de la sandía triploide del híbrido Freedom probando 100, 150 y 200 ppm de Citocinina (CPPU) en campo, durante el periodo Abril-Julio (2006) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.

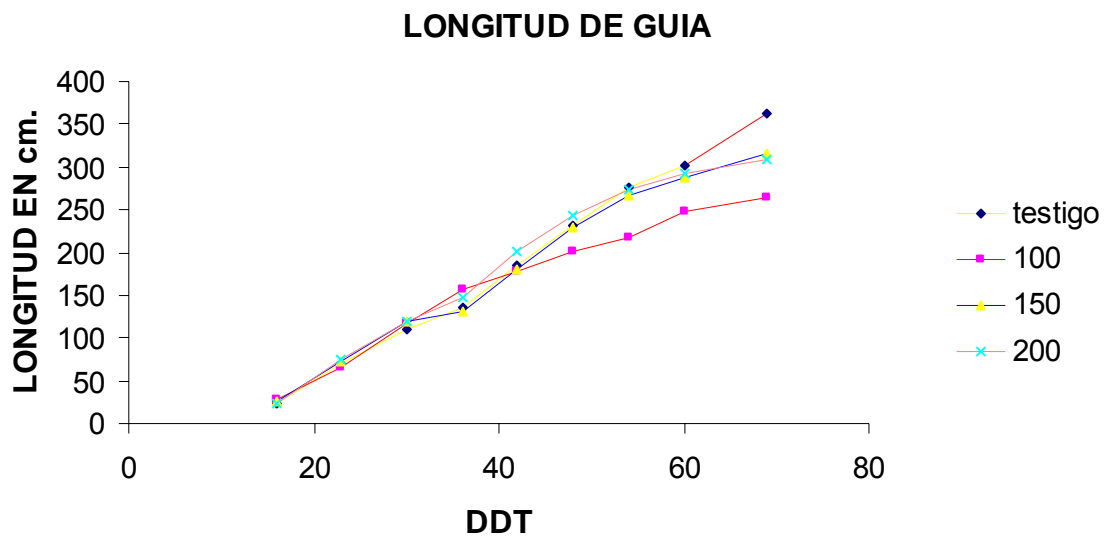
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F
Modelo	2	0.14693399	0.07346699	0.97	0.3857
Error Exp.	63	4.78579329	0.07596497		
Corr. Total.	65	4.93272727			
R <sup>2</sup>	C.V.	M.S.E	Media		
0.029788	20.62443	0.27561744	1.33636364		

**Cuadro A7** Análisis de varianza para la variable días a cosecha en el cultivo de la sandía triploide del híbrido Freedom probando 100, 150 y 200 ppm de Citocinina (CPPU) en campo, durante el periodo Abril-Julio (2006) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.

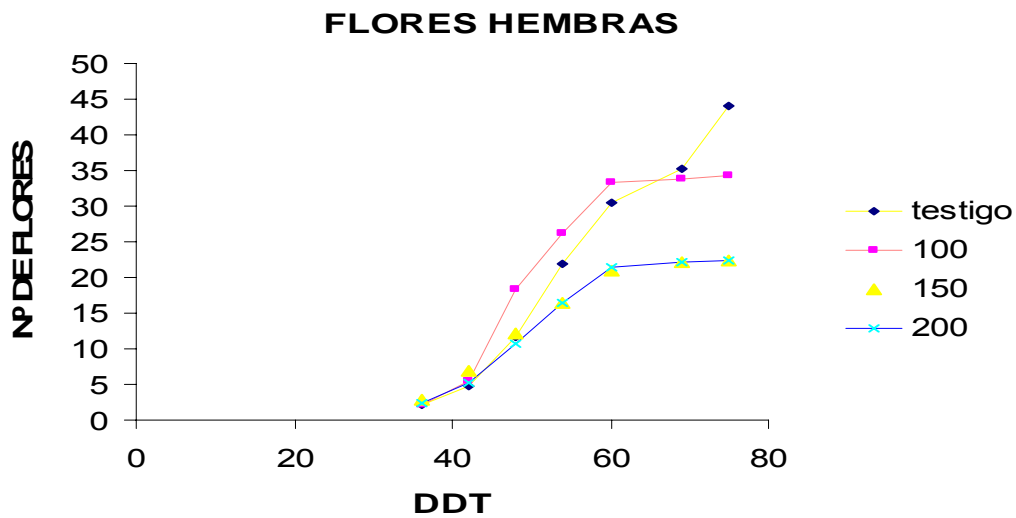
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F
Modelo	2	41.93107274	20.96553637	0.97	0.3859
Error Exp.	63	1366.38710908	21.68868427		
Corr. Total	65	1408.31818182			
R <sup>2</sup>	C.V.	M.S.E	Media		
0.029774	12.15379	4.65711115	38.31818182		

**Cuadro A8** Análisis de varianza para la variable de rendimiento total en el cultivo de la sandía triploide del híbrido Freedom probando 100, 150 y 200 ppm de Citocinina (CPPU) en campo, durante el periodo Abril-Julio (2006) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F
Modelo	2	3633.16862745	1816.58431373	1.10	0.3452
Error Exp.	31	51156.19166667	1650.19973118		
Corr. Total	33	54789.36029412			
R <sup>2</sup>	C.V.	M.S.E	Media		
0.066312	62.82329	40.62265047	64.66176471		

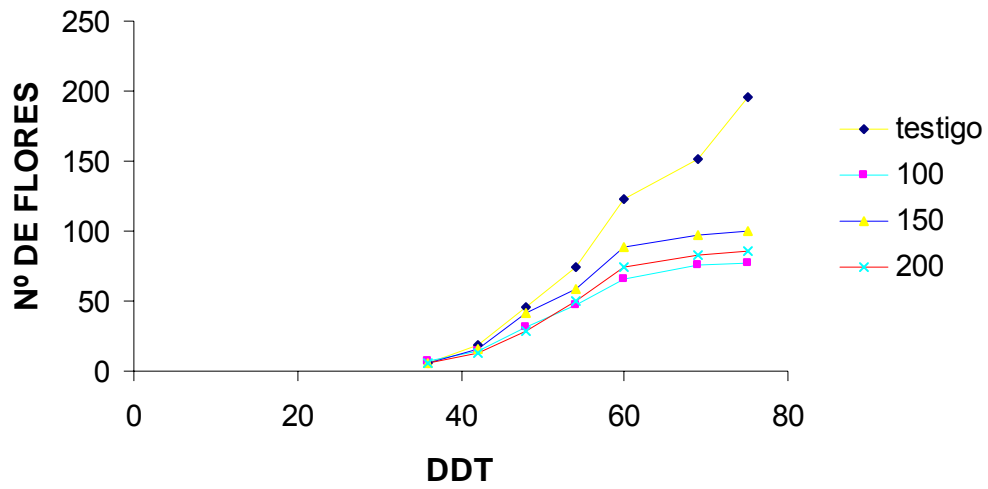


**Figura A1** Longitud de guía de sandía triploide en cuatro tratamientos de fitoreguladores en la Comarca Lagunera. UAAANUL, 2006.



**Figura A2** Floración hembra de sandía triploide en cuatro tratamientos de fitoreguladores en la Comarca Lagunera. UAAANUL, 2006.

### FLORES MACHOS



**Figura A3** Floración macho de sandía triploide en cuatro tratamientos de fitoreguladores en la Comarca Lagunera. UAAANUL, 2006.