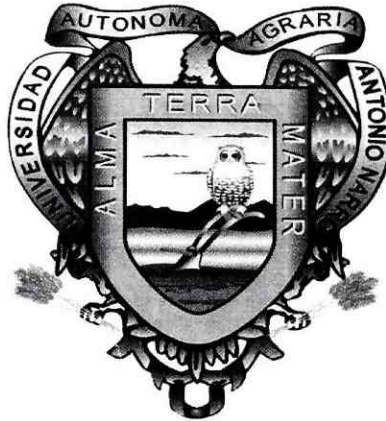


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**PRODUCCION DE SANDIA (*Citrullus lanatus*) SIN SEMILLA CON
APLICACIÓN DE REGULADORES DE CRECIMIENTO EN LA
COMARCA LAGUNERA.**

**Por
MAXIMINO FRANCISCO CAYETANO**

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

PRODUCCION DE SANDIA (*Citrullus lanatus*) SIN SEMILLA CON
APLICACIÓN DE REGULADORES DE CRECIMIENTO EN LA COMARCA
LAGUNERA

TESIS

DEL C. MAXIMINO FRANCISCO CAYETANO QUE SOMETE A LA
CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA Y
APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR:



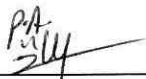
M.C. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO
ASESOR PRINCIPAL



DR. PEDRO CANO RÍOS
ASESOR



DRA. MARÍA VICTORIA HUITRÓN RAMÍREZ
ASESOR

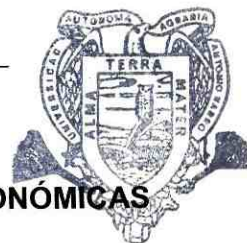


DR. FRANCISCO CAMACHO FERRE
ASESOR

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



M.C. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO



Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México

Diciembre 2007

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

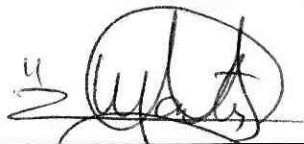
PRODUCCION DE SANDIA (*Citrullus lanatus*) SIN SEMILLA CON APLICACIÓN DE REGULADORES DE CRECIMIENTO EN LA COMARCA LAGUNERA.

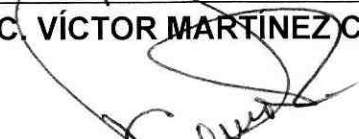
TESIS


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

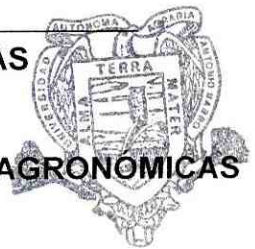
VOCAL: 
DR. PEDRO CANO RÍOS

VOCAL: 
DR. ALEJANDRO MORENO RESÉNDEZ

VOCAL SUPLENTE: 
DR. NORMA RODRIGUEZ DIMAS

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS


M.C. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO



Coordinación de la División de Carreras Agronómicas

DEDICATORIA

A MIS PADRES: Perfecto Francisco y Margarita Cayetano. Por quererme tanto de manera incondicional, por estar conmigo siempre que los necesito, por dejarme ser yo mismo y aceptarlo con cariño y por decirme que una profesión sería la herencia que me brindarían. Hoy voy a tomar posesión de ella en honor a ustedes para hacer un buen uso de ésta y que puedan sentir la satisfacción de que su esfuerzo no fue en vano. ¡GRACIAS POR TODO, LOS ADORO!

A MI NOVIA.: Blanquita Por estar a mi lado y porque sin proponérselo me ha hecho descubrir la enorme capacidad de que se puede tener para amar sin esperar nada a cambio.

A MIS HERMANOS Y HERMANAS: Efraín, Antonieta y Liz Griselda. Porque de ustedes he recibido siempre todo el cariño y el apoyo más grande en todo momento de mi vida y me hacen sentir la gran dicha de contar con una familia unida en las buenas y malas, y por todo ese orgullo de ser parte de esa familia. ¡LOS QUIERO MUCHO, GRACIAS POR QUERERME TANTO!

A MIS ABUELOS: Fidencio y Antonieta que a pesar que están lejos de mi familia siempre están en mi mente y en mi vida gracias a su gran cariño y sus sabios consejos. Gracias donde quiera que estén.

A mis **compañeros de grupo** Por todos esas alegrías y tristezas que juntos pasamos, pero sobre todo por darme la oportunidad de brindarme su amistad y conocerlos un poco mas.

AGRADECIMIENTOS

A **DIOS**: Por el amor infinito que me da cada día, a través de tanta gente buena a mi alrededor, la salud y el bienestar de mis seres queridos y sobre todo por la vida que me da para seguir adelante con la seguridad de que siempre estará a mi lado.

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

De una manera muy especial, con el más grande respeto y cariño por ser una fuente inagotable de conocimiento y buenos consejos, además de mi gran admiración al ser humano con la capacidad de ayudar a los demás con el único interés de verlos triunfar en lo que se propongan, motivando y sacando lo mejor de cada persona que a ella se acerca. A usted **Dra. Norma Rodríguez Dimas** mis más infinitas gracias por ayudarme y creer en mí.

Al **Dr. Pedro Cano Ríos** por su paciencia, su dedicación, sus consejos y su gran apoyo hacia mí, en todos los aspectos. Te agradezco de verdad tu comprensión y tu ayuda. Que Dios te bendiga.

A la Familia Salas Vásquez por todo ese gran apoyo moral que me han brindado sin medida sin esperar algo a cambio, por toda esa confianza mis mas infinitas gracias que Dios un día los recompense y siempre los mantenga con ese corazón.

A la **Dr. Victoria Huitrón Ramírez** por apoyarme proporcionándome material para desarrollar el experimento y material 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, España por la firma de convenio de colaboración con la UAAAN lo cual hizo posible la realización del presente trabajo de tesis.

CONTENIDO

página

DEDICATORIAS.....	I
AGRADECIMIENTOS.....	II
CONTENIDO.....	IV
ÍNDICE DE CUADROS.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
ÍNDICE DE APÉNDICE.....	IX
I RESUMEN.....	1
II INTRODUCCION.....	3
2.1 Objetivos.....	6
2.2 Metas.....	6
2.3 Hipótesis.....	6
III REVISIÓN DE LITERATURA.....	7
3.1 Origen.....	7
3.2 Clasificación taxonómica.....	8
3.3 Descripción botánica.....	9
3.3.1 Raíz.....	9
3.3.2 Tallo.....	10
3.3.3 Hojas.....	10
3.3.4 Flores.....	10
3.3.5 Polinización.....	11
3.3.6 Fruto.....	11
3.4 Requerimientos climáticos y edáficos.....	12
3.4.1 Suelo.....	12
3.4.2 Temperatura.....	12
3.4.3 Hídricos.....	13
3.4.4 Luz.....	14
3.5 Manejo del cultivo.....	14
3.5.1 Acolchado.....	14
3.5.2 Fertirrigacion.....	15
3.5.3 Transplante.....	16
3.5.4 Ventajas y desventajas del transplante.....	16

3.5.4.1 Ventajas.....	16
3.5.4.2 Desventajas.....	17
3.6 Principales plagas y enfermedades.....	17
3.6.1 Plagas mas importantes del cultivo.....	18
3.7 Cosecha de la sandia.....	18
3.8 Surgimiento de la sandia triploide.....	19
3.8.1 Descripción genética del cultivo.....	19
3.9 Polinización en sandia sin semilla.....	21
3.10 Descripción del fruto triploide.....	22
3.11 Cuajado del fruto sin polinizador.....	23
3.12 Sandia triploide.....	23
3.13 Hormonas de crecimiento.....	25
3.13.1 Tipos de Hormonas.....	26
3.13.2 Biosíntesis de citoquininas.....	26
3.13.3 Citoquininas.....	26
3.12.3 Actividad Fisiológica.....	29
3.12.4 Mecanismo de acción.....	29
IV. MATERIALES Y METODOS.....	30
4.1 Localización del experimento.....	30
4.2 Localización geográfica y características de la Comarca Lagunera..	30
4.3 Material genético.....	31
4.4 Preparación del terreno.....	31
4.5 Fecha de transplante.....	32
4.6 Diseño experimental.....	32
4.7 Riegos.....	32
4.8 Fertilización.....	33
4.9 Control de plagas y enfermedades.....	34
4.10 Aplicación de hormonas (citocinina CPPU).....	34
4.11 Cosecha.....	35
4.12 Variables evaluadas.....	36
4.13 Análisis estadísticos.....	37
V. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	38
5.1 Variables fenológicas.....	38
5.1.1 Longitud de guía.....	38

5.1.2 Floración hembra.....	39
5.1.3 Floración macho.....	41
5.2 Calidad del fruto.....	42
5.2.1 Peso de fruto.....	42
5.2.2. Diámetro Polar.....	44
5.2.3 Diámetro ecuatorial.....	44
5.2.4 Espesor de pulpa.....	45
5.2.5 Sólidos solubles (°Brix).....	45
5.2.6 Espesor de la cáscara.....	46
5.2.7 Numero de frutos por planta.....	47
5.2.8 Rendimiento total.....	48
VI. CONCLUSIONES.....	51
VII. BIBLIOGRAFIA.....	52
VIII. APENDICE.....	57

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Temperaturas para el desarrollo del cultivo de sandía....	13
3.1	Primera fase de fertilización en sandía triploide de la variedad Revolution en campo durante el periodo Abril-Julio (2006) en la Comarca Lagunera UAAAN-UL.....	33
3.2	Segunda y Tercera fase de fertilización en sandía triploide en campo durante el periodo Abril-Julio (2006) en la Comarca Lagunera UAAAN-UL.....	34
4.1	Ecuaciones de regresión para longitud de guía de sandía triploide en cuatro tratamientos de fitorreguladores en la Comarca Lagunera. UAAANUL, 2006.....	38
4.2	Ecuaciones de regresión para flores hembras de sandía triploide en cuatro tratamientos de fitorreguladores en la Comarca Lagunera. UAAANUL, 2006.....	40
4.3	Ecuaciones de regresión para flores machos de sandía triploide en cuatro tratamientos de fitorreguladores en la Comarca Lagunera. UAAANUL, 2006.....	42
4.2.1	Peso, diámetro polar y ecuatorial de fruto en el cultivo de la sandía triploide de la variedad Revolution en dosis de citocinina (CPPU) en campo, durante el periodo Abril-Julio (2006) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.....	43
4.2.2	Media de las variables espesor de pulpa, sólidos solubles y espesor de cáscara en el cultivo de la sandía triploide en dosis de citocinina (CPPU) en campo, durante el periodo Abril-Julio (2006) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.....	46
4.2.3	Prueba de media para la variable color Interno y externo del cultivo de la sandía triploide en dosis de citocinina (CPPU) en campo, durante el periodo Abril-Julio (2006) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.....	47
4.3.1	Prueba de media para la variable días a cosecha en el cultivo de la sandía triploide probando 100, 150 y 200 ppm de citocinina (CPPU) en campo, durante el periodo Abril-Julio (2006) en La Comarca Lagunera UAAAN UL...	48

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
4.1	Longitud de guía.....	39
4.2	Flores hembras y flores masculinas.....	41
4.3	Rendimiento Total.....	50

APENDICE

Cuadro		Página
A.1	Análisis de varianza para la variable peso del fruto en el cultivo de la sandía triploide de la variedad Revolution probando dosis de citocinina (CPPU) en campo, durante el periodo Abril-Julio (2006) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.....	57
A.2	Análisis de varianza para la variable diámetro polar en el cultivo de la sandía triploide probando dosis de citocinina (CPPU) en campo, durante el periodo Abril-Julio (2006) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.....	57
A.3	Análisis de varianza para la variable diámetro ecuatorial en el cultivo de la sandía triploide en dosis de citocinina (CPPU) en campo, durante el periodo Abril-Julio (2006) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.....	57
A.4	Análisis de varianza para la Variable grado brix en el cultivo de la sandía triploide en dosis de citocinina (CPPU) en campo, durante el periodo Abril-Julio (2006) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.....	58
A.5	Análisis de varianza para la variable espesor de pulpa en el cultivo de la sandía triploide en dosis de citocinina (CPPU) en campo, durante el periodo Abril-Julio (2006) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.....	58
A.6	Análisis de varianza para la variable espesor de cáscara en el cultivo de la sandía triploide probando 100, 150 y 200 ppm de citocinina (CPPU) en campo, durante el periodo Abril-Julio (2006) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.....	58
A.7	Análisis de varianza para la variable número de frutos por planta en el cultivo de la sandía triploide probando 100, 150 y 200 ppm de citocinina (CPPU) en campo, durante el periodo Abril-Julio (2006) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.....	59
A.8	Análisis de varianza para la variable de rendimiento total en el cultivo de la sandía triploide en dosis de citocinina (CPPU) en campo, durante el periodo Abril-Julio (2006) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.....	59

I 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 contiene semillas, por lo cual se hace más apetecida para el ser humano. Cabe mencionar también que como es muy demandada resalta aun un más su precios en el mercado que las normales, debido que a la hora de formar variedades triploides su valor de producción es elevado. La citocinina (CPPU) como fitorreguladores sintéticos tal hoy en día se utilizan para el cuajado, regular el crecimiento de los frutos e inducir frutos partenocarpicos. Por lo anterior el objetivo del presente experimento fué determinar la dosis adecuada del producto CPPU. Y sustituir el material diploide con el uso del regulador de crecimiento para producir sandía sin semilla mediante esta técnica. El experimento se estableció en el campo experimental de la UAAAN-UL, en el ciclo de primavera – verano en el año del 2006, El diseño experimental que se utilizó fué bloques al azar, con cuatro tratamientos y 10 repeticiones por cada tratamiento, cada unidad experimental contaba con 10 plantas en la cual se realizó la evaluación.

Los tratamientos fueron: T1 100 ppm de citocinina (CPPU), T2 150 ppm, T3 200 ppm y un Testigo T4 0 ppm. El material vegetal de sandía que se utilizado fue una variedad triploide llamada Revolution, la cual fue transplanteda el día 5 de Abril del 2006. Con un marco de plantación de 1m entre plantas y

dos metros entre bordos con una densidad de población de 5,000 plantas por hectárea.

En las variables fenológicas de la planta: longitud de guía el tratamiento 100 ppm de Citocinina superó al testigo mientras que en números de flores hembras el tratamiento 150 ppm de Citocinina igualo al testigo, y en flores machos los tratamientos 150 y 200 ppm de Citocinina, superaron al testigo.

Para rendimiento aunque no presentaron diferencias estadísticas el tratamiento de 200 ppm (T3) de Citocinina presentó el mayor valor con 97 t ha^{-1} con respecto al testigo el cual no mostró producción. Por lo que el uso de los fitorreguladores, en las dosis empleadas durante el presente experimento, garantiza la obtención de frutos triploides o frutos sin semillas e iguales estadísticamente. Aunque no hubo diferencias estadísticas el tratamiento se puede emplear cualquier dosis ya sea 150 o 200 ppm puesto que en sólidos solubles fueron las que presentaron mayor contenido de azúcares.

En las variables de calidad solo presentaron diferencias entre los tratamientos de Citocinina peso de fruto y sólidos solubles. El resto de las variables no hubo diferencias estadísticas.

II INTRODUCCIÓN

La sandía (*Citrullus lanatus* (Thunb) Mansf) es un cultivo original del viejo mundo y ha estado bajo cultivo por el hombre por mas de 4000 años.

La sandía mexicana es una fruta muy apreciada en el mundo, sin embargo para mantener su liderazgo internacional en ventas, se requiere no sólo de aumentar el volumen de producción, sino también la calidad y la competitividad en las exportaciones.

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 (Imagen Agropecuaria 2007).

La sandía es un fruto muy apreciado 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 t ha-1. Los principales estados productores de esta hortaliza fueron: Chihuahua, Sonora, Coahuila y Durango (Fuente: Centro de Estadística Agropecuaria. SAGARPA, 2001). En el 2001, el estado de Chihuahua participó con el 12 % de la producción nacional de sandía, con una superficie cosechada de 4,322

hectáreas, una producción de 115,835 toneladas y un rendimiento promedio de 26.8 t ha⁻¹ (SAGARPA, 2002 e Inifap, 2007).

En la región lagunera, en el año 2006 este cultivo ocupó una superficie de 1,881 hectáreas, de las cuales se obtuvieron 62,165 toneladas con un valor de poco más de \$51 millones de pesos con un rendimiento promedio de 33 t ha⁻¹ (SAGARPA, 2006).

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 la actividades de poscosecha, clasificación (Redalyc, 2007).

Entre los diferentes problemas que presenta este cultivo desde el punto de vista agronómico existen otros como es el momento de gustarla o consumirla, su alto contenido de semilla dificulta saborear y de gustar sin problema alguno el agradable sabor y jugo de tan apetecible fruto maduro (Jiménez, 2001).

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.

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) sin necesidad de retirar las pepas.

Como se da la circunstancia de que el polen de las variedades triploides no es efectivo, es necesario intercalar plantas de otra variedad diploide, normal, de las que dan frutos con semilla, para que puedan ser fecundadas las flores de la variedad triploide. Se tienen así plantas triploides que dan frutos sin semillas y (Agronet, 2007).

Motivo por el cual el presente estudio tiene por objeto probar un producto a base de reguladores de crecimiento vegetal que contiene citoquinina tal es el caso del CPPU el cual deberá ser sustituido del material diploide así como, generador de sandía sin semilla.

Los reguladores de crecimiento entran a formar parte de la tecnología creada para favorecer el desarrollo del vegetal. Dichos reguladores son productos químicos que se utilizan para controlar procesos fisiológicos del cultivo de ese modo generan mejores calidades de producción.

El uso racional de estos productos consiste en reestablecer la fisiología normal del vegetal cuando por circunstancia del medioambiente la planta no sintetiza la cantidad normal de hormona (Jiménez 2001).

2.1 Objetivos

- a) Determinar las dosis adecuadas del producto CPPU.
- b) Sustituir el material diploide como polinizador con el uso del regulador de crecimiento.
- c) Aumentar la producción del cultivo utilizando una adecuada dosis del producto anteriormente mencionado.

2.2 Metas

- a) Generar información técnicas para futuras generaciones.
- b) Desarrollar la técnica para producir sandías sin semillas.

2.3 Hipótesis

- a) Es posible producir sandías sin semilla con el uso del CPPU sin tener en ella plantas diploides
- b) Es posible inducir el amarre de fruto asperjando CPPU al ovario en el periodo de floración de la sandía Triploide.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Origen

Los híbridos triploides fueron desarrollados hace casi 60 años en Japón (Kihara, 1951). Andrés Et al en 1971 menciona que prevalecen serios problemas aún en Japón donde el costo y la producción de semillas son más baratos que en los Estados Unidos, ya que la producción comercial de sandías híbridas triploides no se han expandido tanto como se esperaba. Ciertas universidades del estado de Texas y algunos agricultores han hecho varios intentos para popularizar las sandías sin semillas en los Estados Unidos, pero todavía son prácticamente desconocidas en la mayoría de los mercados consumidores.

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).

La sandía ha sido mejorada a través de domesticación y también por fitomejoramiento formal (mejoramiento genético dirigido). De esta manera ha

evolucionado de ser una planta de hábito de crecimiento rastrero, con frutos pequeños de pulpa dura de color blanco y con sabor amargo a ser una planta mas compacta, tener fruta de mayor tamaño con semillas medianas y pulpa dulce de color rojo. Aunque existen cultivares cuya pulpa es de color amarillo, anaranjado, e incluso hay tonalidades de rojo desde el rojo pálido hasta un rojo profundo más atractivo a la vista.

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 dichas formas silvestres de sandias eran utilizadas por los nativos como fuente de agua en la estación seca, por lo tanto generalmente se concluye que la sandia es originaria de África (Boswe, citado por Barajas 2005).

3.2 Clasificación taxonómica, (Barajas, 2005)

Reino.....Vegetal
División.....Tracheophyta
Clase.....Angiosperma
Subclase.....Dicotiledones
Orden.....Cucurbitales
Familia.....Cucurbitacea
Subfamilia.....Cucurbitoideae
Tribu.....Benineasinae
Genero.....Citrullus
Especie.....lanatus

3.3 Descripción botánica

El genero *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, luffa, y numerosas malezas. El genero *Citrullus* ha sido revisado y ahora incluye *C.lanatus* (sinonimo *C.vulgaris*), *C.ecirrhosus*, *C.colocynthis*, y *C.rehmii*. Resultados de estudios morfológicos y citogenéticos revelan que las cuatro especies son compatibles entre ellas y se pueden efectuar cruizas 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).

3.3.1 Raíz

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***, totalmente afín con la sandía. 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 (Mohr citado por Barajas 2005).

3.3.2 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 en las terciarias y así sucesivamente, de forma que la planta llega a cubrir 4-5 metros cuadrados.

Los tallos son rastreros de 2 a 5 m de longitud, tienen cinco borde o aristas cubiertos de bellos blancos (Valadez, citado por Barajas 2005).

3.3.3 Hojas

Son 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.

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 (León citado por Barajas 2005).

3.3.4 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, 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 (Mohr, citado por Barajas 2005).

3.3.5 Polinización

Normalmente si las condiciones ambientales son favorables es aconsejable el empleo de abejas (*Aphis milifera*) 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 (Valdez citado por Baraja 2005).

3.3.6 Fruto

Es una baya globosa u oblonga formada por 3 carpelos fusionados con receptáculo adherido, que dan origen al pericarpio. El ovario presenta placentación central con numerosos óvulos que darán origen a las semillas. Su peso oscila entre los 2 y los 20 kilogramo (Agronet, 2007).

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. (Guía técnica para el cultivo de la sandía, 2007).

3.4 Requerimientos climáticos y edáficos

3.4.1 Suelo

Los suelos franco arenosos a francos son los mejores para el desarrollo de las plantas, no obstante se pueden utilizar suelos franco arcillosos a arcillosos, estos últimos con enmiendas (agregar materia orgánica). Se debe evitar cultivar sandía en la misma área todos los años. La rotación debe hacerse cada 3 años utilizando gramíneas (maíz, sorgo, pastos) (Guía técnica para el cultivo de sandía, 2007).

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

3.4.2 Temperatura

La sandía es menos exigente en temperatura que el melón, siendo los cultivares triploides más exigentes que los normales, presentando además mayores problemas de germinabilidad (InfoAgro, 2007).

Cuadro 2.1. Temperaturas para su desarrollo del cultivo de sandía.

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 calido 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 optimo de 21-35° C (Castaños, citado por Barajas, 2005).

3.4.3 Hídricos

La humedad relativa óptima para la sandía se sitúa entre 60 % y el 80 %, siendo un factor determinante durante la floración (InfoAgro, 2007).

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 (Edmon, citado por Barajas 2005).

3.4.4 Luz

Todas las plantas de guía (melón, sandía, pepino). Son muy exigentes con respecto a la luz, por lo que no debe cultivarse junto con plantas que le sombreen (Guenkov, citado por Barajas 2005).

Cuanto mayor sea la cantidad de luz aprovechable, con otras condiciones favorables, mayor es la proporción de la fotosíntesis y la cantidad de carbohidratos utilizable para el crecimiento y desarrollo de la planta (Edmon citado por Barajas 2005).

3.5 Manejo del cultivo

3.5.1 Acolchado

El uso de acolchado plástico para cubrir parcial o totalmente la cama de siembra o transplante, es una técnica que contribuye a eficientar 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).

El plástico negro, con espesor de 150 micras y ancho de franja de 1.20 m, el cual cubrirá la zona radicular del cultivo en cada línea regante instalada. Esto 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 (Mendoza et.al, 2002).

3.5.2 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, 2003).

La fertirrigación y las técnicas de acolchado plástico para optimizar el aprovechamiento del agua, permite además el incremento en la producción y la calidad del producto y mejora la eficiencia del uso del agua, principalmente en regiones áridas y semi áridas 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 et al, 2002).

3.5.3 Transplante

El transplante 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. 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 y enfermedades y época de cosecha. (Manuel, 1993).

3.5.4 Ventajas y desventajas del transplante

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

3.5.4.1 Ventajas

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 (Manuel, 1993).

3.5.4.2 Desventajas

Si las plántulas no se manejan con cuidado se pueden dañar el sistema radicular, las labores de transplante 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 (Manuel, 1993).

El transplante suele realizarse con las plantas que han sido obtenidas en un semillero. Los transplantes 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 transplante 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 transplante, siempre se debe dar un riego y volver a regar en un plazo breve para asegurar de que las plantas han prendido (Maroko, 2000).

3.6 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 plangas en la región se en foco 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 y Ramírez, 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 mas 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. *Pythium spp*, *Rhizoctonia sp*, *Fusarium spp phytohpthora spp Sclerotium sp*, *Macrophomina sp*. Y nematodos de los géneros *Meloidogyne* y *Rotylenchulus* (Fundación Chemonics Colombia, 2004)

3.6.1 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 Chemonics Colombia, 2004).

3.7. Cosecha de la sandia

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; los

frutos tirados de la planta puede que se partan. Los frutos cosechados son depositados en caminos cercanos (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 (Mayberry *et al.*, 2005).

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).

3.8 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 queda sin conformarse, no lignifican, presentándose de color blanco; además el número de ellas es menor (Camacho y Fernández, 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 (Asgrow, of the company, s/f. citado por Hidalgo, 1998).

3.8.1 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 de cromosomas = 11. Es decir cada una de las células de una sandía (semilla, planta, tallo, flor, fruto) tienen 22 cromosomas (diploide= $2N=22$) (Juárez, 2003).

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 ($C_{22}H_{25}O_6N$). 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 día es la sandía “sin semillas”.

La ventaja principal de triploides en cualquier forma de agricultura es que por lo general son estériles. 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 completo (Comeseach, 2007).

3.9 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 (Cano y Reyes, 2002; Schultheis *et al.*, 2003).

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. Por lo tanto, para conseguir

sandías sin semillas es necesario tener cerca plantas que producen frutos normales, con semillas. Habitualmente se plantan simultáneamente en el campo, intercalando líneas enteras de polinizador entre las de la variedad 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 (Reyes y Cano, citado por Hidalgo, 1998).

3.10 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 pepas 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 pepas, son más dulces, tienen buena consistencia y su cáscara es de buen grosor, para resistir el transporte (Perú exportará sandía sin pepas 2006).

3.11 Cuajado del fruto sin polinizador

Una práctica muy extendida es 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 y 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 citoquininas (Benzil adenina), de las cuales ésta última, la benzil-adenina, fue la más efectiva (Gómez, 2007).

3.12 Sandía triploide sin polinizador.

Con el fin de evitar estas complicaciones y hacer posible la producción de sandía exclusivamente sin semillas, nuestro equipo (Conselleria de Agricultura, Universidad Politécnica, Fundación Caja Rural Valencia, Cooperativas) ha puesto a punto dos procedimientos que permiten tener frutos sin necesidad de polinizador. Ambos se basan en el empleo de fitoreguladores aplicados sobre la flor femenina (Miguel, 2004)

Hemos probado varios productos pertenecientes a dos grupos: auxinas y citoquininas. Aunque las auxinas se han utilizado profusamente para el cuaje de tomate y berenjena y también son aptas para el cuaje de melón, en sandía los resultados son más bien irregulares. Sin embargo, con una citoquinina, el clorfenuron (CPPU), en condiciones normales, se obtienen porcentajes de cuaje del 90% o superiores, mientras que con otros productos, o con polinización manual o mediante abejas, el cuaje viene a ser del 40%. El CPPU actúa eficazmente a concentraciones desde 200 a 25 ppm. Con él se obtienen normalmente frutos bien formados, compactos y, si se acierta con el número de flores tratadas y el tamaño de planta cuando se realiza la aplicación, se puede regular a voluntad el tamaño del fruto (cuantas más flores tratadas, fruto más pequeño), con una buena producción de sandías que, como es natural, son absolutamente todas sin semillas (Miguel, 2004).

Como el procedimiento anterior es costoso (hasta 80 horas de trabajo por hectárea) hemos investigado también en otro sistema mucho más rápido y barato (500 pts./ha de coste del producto).

Este procedimiento consiste en pulverizar una auxina sobre toda la planta cuando ésta ya ha alcanzado su completo desarrollo, poco después de empezar a abrir las flores femeninas. De los productos ensayados, los mejores resultados los hemos obtenido con 2,4D en diversas formulaciones (ácido, sal amina, ester isooctílico o ester isopropílico) y concentraciones (16 a 4 ppm), aunque últimamente nos hemos decantado por 8 ppm, empleando 1.000 litros de caldo/ha. De esta manera hemos conseguido también excelentes cosechas de frutos exclusivamente sin semillas (Miguel, 2004).

3.13 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).

3.13.1 Tipos de hormonas

Auxinas, giberelinas (GA_s), citoquininas (CK), ácido abscísico (ABA) y etileno.

Forma ligada o conjugada: Le puede suponer un beneficio pues es una manera de almacenarla, regulando así su concentración óptima. Además la protege contra la degradación (Fisiología Vegetal 2007).

3.13.2 Biosíntesis de citoquininas

En un ARNt inmaduro se incorpora un isopentenil (isopentenilación) en la cadena terminal (que no es su lugar). Luego se van translocando hasta llegar al lugar adecuado (maduro).

En CK libres no se producen roturas ARNt, se piensa que como existen muchas adeninas, nucleósidos y nucleótido a todos se les incluye un isopentenil. Si ocurre esto, debería pasar lo siguiente: CK-ARNt se hallaran libres (Nieves, 2007).

3.13.3 Citoquininas

Son sustancias derivadas de la adenina, una de las bases de las moléculas del DNA y RNA. En la planta interactúan con el AIA en la promoción de la división celular. Se emplean sobre todo en el cultivo de tejidos. En algunos casos favorecen el crecimiento del fruto y causan partenocarpia pero, hasta hace poco, no se habían empleado con estos fines en horticultura. También retrasan la senescencia (Miguel, 2004).

En Japón es práctica habitual o, al menos, se realiza eventualmente, el polinizar a mano las flores de sandía cuando las condiciones ambientales hacen problemático el cuaje natural, especialmente en primaveras lluviosas y frías, cuando las abejas no trabajan activamente. Los intentos de sustituir la polinización verdadera por la aplicación de fitoreguladores que estimulen el crecimiento del fruto, aunque no haya habido polinización o ésta hubiera sido deficiente, no han dado resultado hasta la aparición y empleo de una citoquinina derivada de la urea, el CPPU o clorfenuron (1- (2-cloro-4 piridil) -3-fenil urea) (Miguel, 2004).

Este producto, el CPPU (Sitofex), es el más eficaz. Puede aplicarse con un pincel sobre el pedúnculo de la flor o pulverizado sobre el ovario o también sumergiendo la flor en una disolución que lo contenga. Nosotros utilizamos habitualmente la pulverización sobre el ovario. Hemos probado distintas concentraciones, desde 200 a 25 ppm sobre plantas triploides y funciona bastante bien a todas ellas aunque, normalmente, con la concentración más baja se obtienen porcentajes de cuaje menores. Prácticamente la totalidad de las flores (hemos probado hasta 10 por planta) tratadas con CPPU se desarrolla en fruto y lo hace con preferencia a las fecundadas naturalmente o tratadas con cualquier otro producto e incluso, si el número de flores cuajadas en una planta es demasiado elevado, ésta puede llegar a morir por agotamiento (Miguel, 2004).

Otra citoquinina, la benziladenina, es también capaz de cuajar frutos sin que haya habido polinización, pero su eficacia es mucho más reducida. Incluso

hemos tenido frutos pulverizando la flor femenina con auxinas. También su eficacia es mucho menor que la del CPPU y produce, con frecuencia, frutos deformados. (Miguel, 2004).

Las variedades triploides pueden polinizarse manualmente con polen de variedad diploide y dan fruto sin semillas. Si se poliniza la flor de planta diploide se obtiene fruto con semillas. Pulverizando el ovario con CPPU se consiguen frutos sin semillas aunque el porcentaje de cuaje (65-85%) es algo menor que en las variedades triploides y también lo es el número de frutos recolectados por planta. En 1998, con la variedad diploide Dulce Maravilla, pulverizando con CPPU, se obtuvieron 3'75-4'75 frutos sin semillas por planta, mientras que con polinización manual se consiguieron 3 frutos con semillas en cada planta. El pasado año, en la misma variedad, con CPPU tuvimos 3 frutos por planta, todos sin semillas y con polinización, 3'5 frutos con semillas, de unos 4 Kg. de peso medio en ambos casos. Con otra variedad, Mini, de fruto pequeño (1'7-2 Kg/ud.) se obtuvieron 9 frutos por planta tratando la flor con CPPU. Con este producto se produce un retraso en la maduración respecto a los frutos fecundados naturalmente. También hay, con frecuencia, un contenido en azúcar ligeramente menor, aunque si el cultivo está en buen estado sanitario, es plenamente comercializable (Miguel, 2004).

Mediante tratamientos con auxinas (2,4 D) a toda la planta, también en variedades diploides se produce el crecimiento del fruto aunque no haya habido fecundación. La única experiencia con variedades diploides es del año pasado, en el que se pulverizaron tres variedades con 2,4 D a 8,12 y 16 ppm. El número

de frutos cuajados no fue tan alto como con CPPU ni tampoco como los que se suelen obtener con 2,4 D sobre variedades triploides (Miguel, 2004).

3.13.4 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.

3.13.5 Mecanismo de acción

CK-ARNt: no translocables, acoplamiento codón - anticodón.

Libres: Translocables, aumenta la síntesis de proteínas (Fisiología Vegetal 2007).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Localización del experimento

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 de la variedad "Revolution" 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 0.5 ml dos veces al día, una por la mañana y la otra por la tarde.

4.2 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.

De acuerdo a Köpen, 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 (CENID- RASPA. 2003; CNA, 2002).

4.3 Material genético

El material vegetal de sandía que se utilizó fue una variedad triploide llamada Revolution la cual es de hábito rastroso trepador.

4.4 Preparación del terreno

La preparación del terreno se llevó a cabo 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 establecido la sandía ese mismo día se dejó regando para poder transplantar al día siguiente.

4.5 Fecha de transplante

El transplante 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 y a 2 metros el ancho de cama. El transplante 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.

4.6 Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar, con cuatro tratamientos y 10 repeticiones por cada tratamiento, cada unidad experimental contaba con 6 plantas en la cual se hizo la evaluación.

4.7 Riegos

Después del transplante se aplicó el primer riego a los cinco días con una duración por riego de 4 horas, debido al acolchado esto hace que no haya mucha pérdida de agua en el suelo, por esta razón los riegos fueron aplicados cada cinco días, hasta la fecha en que se realizó la primera aplicación de hormonas. Posteriormente se redujo a cada 2 días con una duración de 2 horas por riego, debido a que los frutos estaban en la etapa de desarrollo.

4.8 Fertilización

La fertilización se llevó acabo 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 preparaba una solución nutritiva mezclando los fertilizantes en un tambo con agua, y succionado por la bomba venturi®, esta a la vez que extraía el fertilizante del tambo lo inyectaba al sistema de riego.

A continuación se presentan mediante unas tablas los fertilizantes utilizados

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

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

Fuente Grageda (1999).

Cuadro 3.2 Segunda y Tercera fase de fertilización (Grageda, 1999) en sandía triploide en campo durante el periodo Abril-Julio (2006) en la Comarca Lagunera UAAAN-UL.

Solución	Segunda fase	Tercera fase
	Dosis (Kg)	(Kg)
Ac. Fosforito	0.728	0.629
Ultrasol	0.8346	
NKS	0.623	0.642
Ca(NO ₃) ₂	2.27	2.44

4.9 Control de plagas y enfermedades

Durante el ciclo del cultivo se presentaron las siguientes plagas: minadores de la hoja (*Liriomyza sp.*), pulgones (*Aphys sp;* *Myzus sp.*), araña roja (*tetranychus sp.*), y mosquita blanca (*Trialeurodes abutilonea;* *Bemisia argentifoli* (Bellows & Perring). En cuanto a enfermedades lo único que se presentó fué el danpig off.

Para controlar las plagas antes mencionadas se utilizaron los siguientes productos químicos: Diazinon® con una dosis de 0.5 kg /ha es decir se aplicó 750 ml en 20 litros de agua, también se aplicó Endosulfan® en dosis de 2 a 3 cm³ por litro de agua y para combatir el hongo damping off. Se aplicó tecto 60 con una dosis de 10 g para una superficie de 642 m².

4.10 Aplicación de hormonas (Citocinina CPPU).

A los 44 días después del transplante se llevó acabo la aplicó la hormona Citocinina CPPU (2-cloro 4 pirimidil) N-fenil urea), la cual esta se aplicó de entre las 8 y las 10 de la mañana, cuando las flores femeninas

presentaban el ovario de un tamaño de aproximadamente 3 a 5 cm de diámetro polar. Las dosis de los tratamientos fueron: T1= 100, T2= 150 y T3= 200 ppm, y T4 =0 ppm Testigo, la forma de aplicación fue asperjada con un aspersor manual. Al inicio con las aplicaciones, se presentó una deformación en el fruto por lo cual se tuvo que cortar las sandías deformes y se aplicó nuevamente, esta consistió en asperjarle en cinco ángulos por cada flor sabiendo que por cada aspersión se rociaban una cantidad de 0.13 ml, que multiplicado por 5 nos da 0.65 ml asperjado en cada flor. En las aplicaciones se amarró hasta un cuarto fruto.

4.11 Cosecha

La cosecha se realizó, 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, 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.

La cosecha dio inicio a los 79 ddt (el día 23 de junio del 2006), esta se hizo de forma manual, en el cual se hicieron 4 cortes, posteriormente se midieron las variables de calidad fruto.

4.12 Variables evaluadas

Las variables que se tomaron 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 nachos que estaban abiertas para ese día del conteo.
3. **Diámetro polar y ecuatorial.** Cada fruto fue medido longitudinal y transversal con un vernier graduado de madera.
4. **Espesor de pulpa.** A los frutos cortados se midió con la ayuda de una regla milimétrica 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
Rendimiento. Mediante la suma de los frutos cosechados por planta, luego se extrapoló por hectárea se obtuvo el rendimiento sometiéndose a su respectivo análisis de varianza.
8. **Número de frutos por planta**

Es importante señalar que el testigo sin aplicación de la hormona no produjo frutos por lo tanto solo fueron analizados en las variables de rendimiento y calidad los tratamientos de citocinina (CPPU).

4.13 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).

V RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1 Variables fenológicas

5.1.1. Longitud de guía

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

Los tratamientos 150ppm y 200 ppm de citocinina (CPPU) presentaron mayor longitud al final del experimento superando a los tratamientos con 100 ppm de citocinina (CPPU) y al testigo.

Las diferencias pueden atribuirse probablemente a que el tratamiento T2 150 y T3 200 ppm de mayor cantidad de citocinina (CPPU) causaron activaron mayor división celular que el T1 100 ppm y testigo al que no se aplicó este producto. Y concuerdan con Rojas (2007) menciona que las citocinina son reguladores de crecimiento, cuya acción típica es activar la división celular y retardar la senescencia de los órganos.

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 ²	16 DDT (cm)	60 DDT (cm)
Testigo	Y= -101.4+6.96x	0.98	13.6	298.6
T1	Y= - 80.2+6.17x	0.99	16.4	282.0
T2	Y=- 92.3+ 7.002x	0.98	21.5	311.6
T3	Y= - 89.1+6.84x	0.98	18.3	304.5

⁺y=longitud de guía; x=DDT. T1= 100 ppm de citocinina, T2= 150 y T3= 200 ppm de citocinina. Testigo= 0 ppm.

LONGITUD DE GUIA

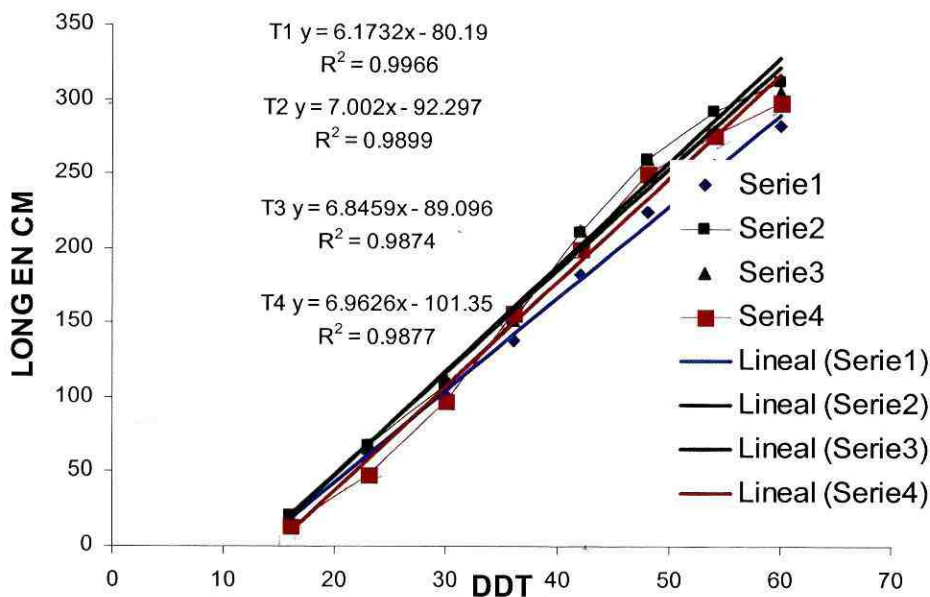


Figura 4.1 longitud de guía de sandía triploide cultivados en tres tratamientos en dosis de citocinina (CPPU) en campo, durante el periodo Abril-Julio (2006) en La Comarca Lagunera UAAAN UL. T1= 100 ppm de citocinina, T2= 150 y T3= 200 ppm de citocinina. T4= 0 ppm=testigo

5.1. 2 Floración hembra

En la Figura 4.2 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(T4) y 150 ppm(T2) de CPCU también presentaron el mayor número de flores hembras al final del experimento con 97 y 86 flores respectivamente superando a los tratamientos Tx 100 y Ty 200 ppm de citocinina (CPPU). Se estimó la floración a los 36 días ddt se presentaron de 2 a 3 flores por planta y 69 DDT, de 55 a 97 flores por planta. Estos resultados

no difieren en mucho a lo obtenido por Muños (1992) reporta inicio de floración postilada a los 56 dds.

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 especialmente si la fertilidad en las mismas es alta ya que asegura un amarre temprano de fruto. Las flores pistiladas tienen un ovario inferior cuyo tamaño y forma se correlaciona con el tamaño y forma final del fruto (Juárez, 2003).

Los resultados concuerdan con lo mencionado por Juárez (2003) ya que la floración se presentó a los 61 días después de la siembra, siendo esta una flor masculina 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 coincide 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 ²	36 DDT	69 DDT
Testigo	$Y = -130.9 + 3.40x$	0.89	3	97
T1	$Y = -63.7 + 1.79x$	0.94	2	56
T2	$Y = -106.7 + 2.88x$	0.93	2	86
T3	$Y = -61.8 + 1.78x$	0.93	2	55

T1= 100 ppm de citocinina, T2= 150 y T3= 200 ppm de citocinina. T4= 0 ppm=testigo

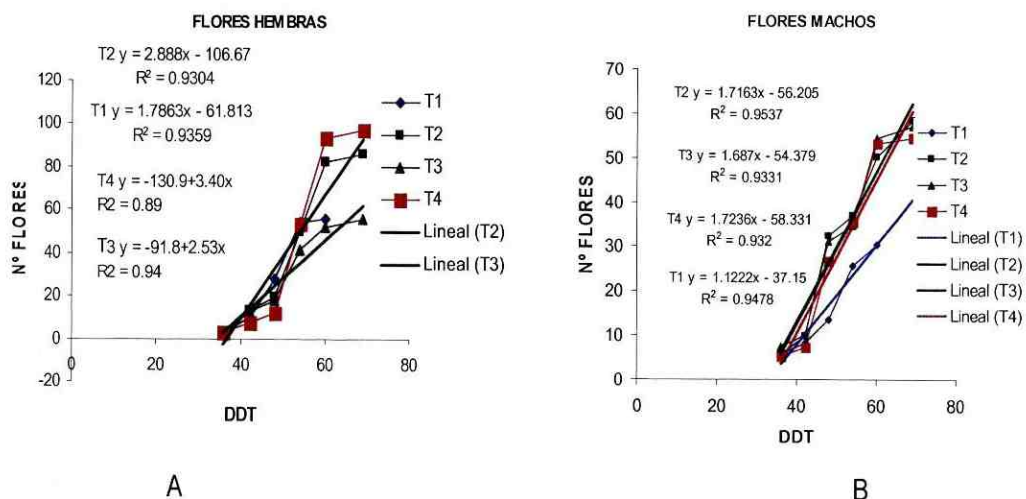


Figura 4.2 A) flores hembras B) flores masculinas de sandía triploide cultivados en tres tratamientos en dosis de citocinina (CPPU) en campo, durante el periodo Abril-Julio (2006) en La Comarca Lagunera UAAAN UL. T1= 100 ppm de citocinina, T2= 150 y T3= 200 ppm de citocinina. T4= 0 ppm=testigo

5.1.3 Floración macho

En la Figura 4.2 Se observan los resultados obtenidos durante el experimento. En el Cuadro 4.3 Se muestran las ecuaciones de regresión obtenidas para cada tratamiento.

Los tratamientos Tx 150 y Ty 200 ppm de citocinina presentaron el de mayor número de flores machos al final del experimento con 58 y 57 flores macho por planta superando a los tratamientos Testigo y 100 ppm Tx de citocinina (CPPU).

Se estimó la floración a los 69 DDT, con las ecuaciones de regresión obtenidas se presentan en el cuadro 4.3, presentando valores de 30 a 58 flores machos.

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 (Juárez, 2003). Por lo cual concuerdo con Juárez ya que a los 61 días después de la siembra apareció la primera flor, siendo esta una flor masculina y de acuerdo con las ecuaciones de regresión presenta un rango de flor de 5 a 7 flores examinadas a los 65 días. Maroto (2005) menciona que la aplicación de CPPU localizada en los ovarios es eficaz en la apertura de flores como establecimiento de polinización libre. Estos resultados difieren a lo obtenido por Muñoz (1992) evaluando el cultivo de sandía reporta en esta variable inicio de flor estaminada de 49 dds.

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 ²	36 DDT	69 DDT
Testigo	$y = -54.3 - 1.72x$	0.93	5	55
T1	$y = -37.2 - 1.12x$	0.94	6	30
T2	$y = -56.2 + 1.71x$	0.95	6	58
T3	$y = -54.4 + 1.69x$	0.93	8	57

T1= 100 ppm de citocinina, T2= 150 y T3= 200 ppm de citocinina. T4= 0 ppm=testigo

5.2 Calidad del fruto

5.2.1 Peso de fruto

Es importante señalar que el testigo sin aplicación de la hormona no produjo frutos por lo tanto solo fueron analizados en las variables de calidad los tratamientos de citocinina (CPPU).

En el análisis de varianza (ANVA), se presentó diferencias significativas entre tratamientos, mostró una media de 6319.2 g en peso de fruto y un coeficiente de variación de 26.3 %. En la comparación de medias se observa

que los tratamientos de mayor peso fueron 150 y 200 ppm de citocinina (CPPU) con 6982.8 y 6784.8 g respectivamente (Cuadro 4.4.1).

Cabe señalar que el tratamiento testigo no presentó frutos, es decir que el uso de los fitoreguladores con 150 ppm, en las dosis empleadas durante el presente experimento, garantiza la obtención de frutos triploides o frutos sin semillas e iguales estadísticamente al T3 con 200 ppm.

Estos resultados difieren a lo obtenido por (Miles *et al.* 2006) en una comparación con variedades con polinización normal reportan una media de 4030 g en peso por fruto, en la variedad Freedom tomando en cuenta que fueron 7 frutos amarrados por planta, en lo que corresponde con este experimento de aplicación de CPPU supera a los resultados obtenidos por este autor. Y concuerdan con Maroto (2005) mencionan que la aplicación localizada en los ovarios en la apertura de flores como establecimiento de polinizador libre en los cultivares de frutos partenocarpicos no tiene efectos adversos en la calidad de la fruta.

Miguel, 1998 reporta un peso promedio de fruto de 5.6 kg.

Cuadro 4.2.1 Peso, diámetro polar y ecuatorial de fruto en el cultivo de la sandía triploide de la variedad Revolution en dosis de citocinina (CPPU) en campo, durante el periodo Abril-Julio (2006) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.

Tratamiento (ppm)	Peso de fruto (g)	Diámetro polar (cm)	Diámetro ecuatorial (cm)
100	5190 b a*	28.6 a	18.4 a
150	6982.8 b	31.8 a	19.4a
200	6784.8 b	32.9 a	20.0a
C.V. %	26.3	13.8	8.0
Media	6319.2	31.0	19.3

*Genotipos con la misma letra son iguales estadísticamente, DMS al 5%.

5.2.2 Diámetro polar

En el análisis de varianza (ANVA), no presentó diferencias significativas entre tratamientos, mostró una media de 31.0 cm. de diámetro de fruto y un coeficiente de variación de 13.8 %. En el Cuadro 4.2.1 se presenta las medias de los tratamientos, donde se observa que no existió diferencia significativa entre los tratamientos.

Estos resultados no difieren a lo obtenido por Mullins y Smith (2001). Menciona que la variedad Freedom produce sandías sin semillas alargadas las más grandes, y reportan una media de 33.02 cm de diámetro polar. Mientras que Muños (1992) reporta un diámetro polar de 28.8 cm.

5.2.3 Diámetro ecuatorial

En esta variable no presentó diferencias significativas entre tratamientos, mostró una media de 19.3 cm. de diámetro de fruto y un coeficiente de variación de 8.0 %. En el Cuadro 4.2.2 se presenta las medias de los tratamientos, donde se observa que no existió diferencia significativa entre los tratamientos.

Estos resultados no supera a lo obtenido por Mullins y Smith (2001) en cultivares de sandías en la variedad Freedom reportan una media de diámetro ecuatorial de 22.86 cm., en esta variable fue mayor que lo obtenido por Muñoz (1992) quien reporta una media de 18.1 cm.

5.2.4 Espesor de la pulpa

Para esta variable el análisis de varianza (ANVA) no presenta diferencias estadísticas significativa en tratamiento. La media obtenida para espesor de pulpa fue de 16.8 cm. Y un coeficiente de variación de 8.0 % (Cuadro A5).

Es decir que el uso de los fitorreguladores, en las dosis empleadas durante el presente experimento no tuvieron efecto en espesor de pulpa por lo que se puede aplicar 150 ppm, sin disminuir la calidad del fruto.

5.2.5 Sólidos solubles (° Brix)

El análisis de varianza (ANVA) presento diferencias significativas al ($p \geq 0.05$), mostrando una media de 11.0 °Brix. En la comparación de medias se observa que los tratamientos con 150 y 200 ppm superan al tratamiento con 100 ppm. (Cuadro 4.2.2).

Estos resultados no concuerdan con Miguel *et al.* (2004) evaluaron aplicaciones de CPPU en sandía y no encontraron diferencias en sólidos solubles. Y difieren en mucho a lo obtenido por Huitron *et al.* (2007). En un experimento con sandías triploide comparando el efecto del 2,4-D y CPPU obtuvieron con CPPU una media de 8 °Brix. Y concuerdan a lo obtenido por Miguel (1998) reporta valores de 11.4 a 11.6 °Brix. Cisneros (1999) reporta una media de 10.6 °Brix.. Cuevas (1997) evaluando sandía y encontró 11 °Brix. Y Muñoz (1992) reporta una media de 8.2 °Brix.

Cuadro 4.2.2. Media de las variables espesor de pulpa, sólidos solubles y espesor de cáscara en el cultivo de la sandía triploide en dosis de citocinina (CPPU) en campo, durante el periodo Abril-Julio (2006) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.

Tratamiento (ppm)	Espesor de pulpa (cm)	Sólidos solubles (° Brix)	Espesor de cáscara (cm)
100	16.0	10.7 b	1.3
150	16.7	11.1 ab	1.5
200	17.6	11.3 a	1.3
C.V. %	8.0	4.6	11.9
Media	16.8	11.0	1.4

*Genotipos con la misma letra son iguales estadísticamente, DMS al 5%.

5.2.6 Espesor de la cáscara

En el Cuadro A6 se presenta el análisis de varianza (ANVA), en esta variable no presentó diferencia significativa entre los tratamientos. La media obtenida para espesor de la cáscara fue de 1.4 cm. y un coeficiente de variación de 11.9 % (Cuadro 4.4.6). Estos resultados concuerdan con Miguel (1998) evaluando variedades de sandía no encontró diferencias significativas y reporta la variedad Reina de Corazones sobre RS-841 dio frutos con espesor de corteza de 12,02 mm es decir 1.2 cm, el valor más alto, y el más bajo se obtuvo en los frutos de Boston sobre Shintoza con 10,63 mm. Y difiere a lo obtenido por Muñoz (1992) quien reporta una media de 1.08 cm en grosor de cáscara.

Cuadro 4.2.3 Prueba de media para la variable color Interno y externo del cultivo de la sandía triploide en dosis de citocinina (CPPU) en campo, durante el periodo Abril-Julio (2006) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.

Tratamiento (ppm)	Color interno	Color Externo
100	Red 45-A	Rayado
150	Red 45-C	Rayado
200	Red 45-C	Rayado

5.2.7 Numero de frutos por planta

El análisis de varianza no presentó diferencias estadísticas en los tratamientos de de Citocinina. Mostrando una media de 3 frutos y un coeficiente de variación de 23.7 %.

Estos resultados difieren al reportado por Miguel (1998) evaluando variedades de sandia reporta de 6 a 8 frutos por planta mientras que en el presente experimento solo se produjo 3 frutos por planta.

Miguel (1998b) En 1998, con la variedad diploide Dulce Maravilla, pulverizando con CPPU, se obtuvieron 3'75-4'75 frutos sin semillas por planta, mientras que con polinización manual se consiguieron 3 frutos con semillas en cada planta. Mas reciente en la misma variedad, con CPPU tuvimos 3 frutos por planta, todos sin semillas y con polinización, 3'5 frutos con semillas, de unos 4 Kg. de peso medio en ambos casos. Con otra variedad, Mini, de fruto pequeño (1'7-2 Kg/ud.) se obtuvieron 9 frutos por planta tratando la flor con CPPU.

Cuadro 4.3.1 Prueba de media para la variable días a cosecha en el cultivo de la sandía triploide probando 100, 150 y 200 ppm de citocinina (CPPU) en campo, durante el periodo Abril-Julio (2006) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.

Tratamiento (ppm)	Número de frutos planta ⁻¹
100	3
150	3
200	3
C.V.	23.7
Media	3

5.2.8 Rendimiento total

Como se mencionó anteriormente que el testigo sin aplicación de la hormona no produjo frutos por lo tanto solo fueron analizados en las variables de rendimiento los tratamientos de citocinina (CPPU).

En rendimiento, el análisis de varianza no presentó diferencias significativas en los tratamientos evaluados, mostrando una media de 89.0 t ha⁻¹ donde se observa que no existió diferencia significativa entre los tratamientos. (Cuadro 4.6.1).

Cabe señalar que el tratamiento testigo no presentó producción de frutos, por lo 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. Aunque no hubo diferencias estadísticas La producción se incrementó al aumentar la dosis de CPPU, el tratamiento se puede emplear cualquier dosis ya sea 150 o 200 ppm puesto que en sólidos solubles fueron las que presentaron mayor contenido de azúcares, que es lo

que el consumidor busca. Para rendimiento aunque no presentaron diferencias estadísticas el tratamiento de 200 ppm de Citocinina presentó el mayor valor con 97 t ha^{-1} .

Estos resultados no difieren en mucho a lo obtenido por Huitron *et al.* (2007). evaluando sandías triploide con el uso de CPPU en dosis de 50, 100, 150 y 200 ppm reportan un rendimiento medio de 91 t ha^{-1} y Camacho y Huitrón (2007) encontraron que la producción más alta se obtuvo con CPPU a 200 ppm con $9,65 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$

Y concuerdan con Maroto (2005) mencionan que la aplicación localizada en los ovarios en la apertura de flores como establecimiento de polinizador libre en los cultivares de frutos partenocarpicos aumenta el rendimiento por unidad de superficie por lo menos en un 50 %.

Miguel (1998) reporta La producción de sandía de la variedad Dulce Maravilla (polinizador) fue de 14.198 kg ($6,06 \text{ Kg m}^{-2}$). La producción total osciló entre los $7,89 \text{ kg m}^{-2}$ y los $12,62 \text{ kgm}^{-2}$.

Camacho *et al.* (2006) evaluaron sandia triploide con aplicación de CPPU y también encontraron que la producción más alta se obtuvo con CPPU a 200 ppm con $5.14 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ y el bajo rendimiento lo obtuvieron en 50 ppm, la alta proporción de frutos sin semilla se encontraron en 200 ppm de CPPU con el 97.8 % y 60.2 % en la dosis de 100 ppm.

García (1990) indica que en la sandía injertada, cultivada en Almería desde 1987, se obtienen producciones muy variables, llegándose en algunos casos hasta 25 kg/planta . En un ensayo de diez variedades sobre RS-841 se obtuvieron producciones que oscilaron entre $14,17$ a $25,43 \text{ kg/planta}$.

Cisneros (1999) y Ángeles (1997) reportan una media de 42.7 y 48.5 t ha⁻¹, mientras que Hidalgo (1998) Y Cuevas (1997) reportan un rendimiento mayor de 60.1 y 61.8 t ha⁻¹, respectivamente. Muñoz (1992) reporta una media de 42.1 t ha⁻¹.

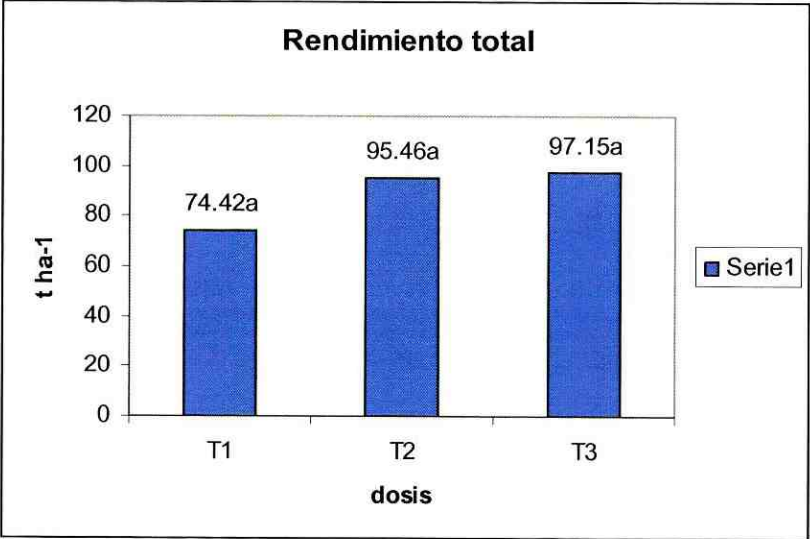


Figura 4.3. Rendimiento total en el cultivo de la sandía triploide probando T1=100, T2=150 y T3=200 ppm de citocinina (CPPU) en campo, durante el periodo Abril-Julio (2006) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.

VI CONCLUSIONES

En las variables fenológicas de la planta: longitud de guía el tratamiento Tx 100 ppm de Citocinina superó al Testigo T4, mientras que en números de flores hembras el tratamiento Tx 150 ppm de Citocinina igualó al Testigo T4, y en flores machos los tratamientos Tx 150 y Ty 200 ppm de Citocinina, superaron al testigo.

Para rendimiento aunque no presentaron diferencias estadísticas el tratamiento de Tx 200 ppm de Citocinina presentó el mayor valor con 97 t ha^{-1} con respecto al Testigo T4 el cual no mostró producción. Por lo que el uso de los fitorreguladores, en las dosis empleadas durante el presente experimento, garantizó la obtención de frutos triploides o frutos sin semillas e iguales estadísticamente.

En sólidos solubles los tratamientos con 150 y 200 ppm superan al tratamiento con 100 ppm y fueron los que presentaron mayor contenido de azúcares, que es lo que el consumidor busca. En las variables de calidad solo presentaron diferencias entre los tratamientos de Citocinina peso de fruto y sólidos solubles. El resto de las variables no hubo diferencias estadísticas.

En conclusión puede decirse que, efectivamente, en ambiente libre de insectos polinizadores, puede obtenerse sandía sin semillas con variedades triploides, pulverizando la flor femenina con citoquininas (CPPU).

VII BIBLIOGRAFIA

- Acosta, R. F. G. Galvan, L. R. Lujan, F. M. Quiñones, P. F. J. Chavez, S. N. Pilar A. J. A. 2003. Manejo del cultivo de sandía en la región centro-sur del estado de Chihuahua. Fundación produce Chihuahua. Pp. 12,23.
- Agronet, 2007. Página consultada el día 15 de agosto del 2007 <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>
- Ángeles G. H. F. 1997. Evaluación de diferentes híbridos de sandía triploide en fecha tardía en Paila Coah. Tesis de Licenciatura UAAAN Saltillo Coah. 67p.
- Anónimo. 2007a Fisiología Vegetal - Hormonas vegetales. Página consultada el día 5 de septiembre del 2007. [http://www.Fisiología Vegetal - Hormonas vegetales](http://www.FisiologíaVegetal-Hormonasvegetales)
- Anónimo. 2007. Página consultada el 21 de septiembre del 2007. Disponible En: <http://www.pvric.ucdavis.eduveginfocommoditywatermelonwatermelon-spanish.pdf>
- 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.
- Camacho, F. F., Fernandez, R. J., 2006. La sandía apirena injertada, del cultivo con semilla al injerto. Universidad de Almeria. <http://www.terralia.com/articulo.php?recordID=1104#bibliografia> Página consultada el día 28 de agosto del 2007.
- Camacho Ferre, F. E.J. Fernández Rodríguez, M. Díaz Pérez. (2006) Greenhouse production of diploid watermelon without biological pollination. ISHS Acta Horticulturae 614: VI International Symposium on Protected Cultivation in Mild Winter Climate: Product and Process Innovation. Disponible En: http://www.actahort.org/members/showpdf?booknrarnr=614_39
- Camacho F. F. V. Huitrón R. . 2007. evaluar el efecto de fitoreguladores en la producción y calidad de sandía triploide. disponible En : <http://www.ual.es/doctorado/AIZS/resumenes/r1.html>
- Cano R. P. y Reyes. C. J. L. 2002. Manual de Polinización Apícola, 1^{ra} edición. Tlahualilo. Durango. México. SAGARPA. 2002. 52 p.
- Castillo, A. T. 1998. Comportamiento de híbridos diploide de sandía (*Citrullus lanatus*) en el Noreste de Coahuila. Tesis de licencia UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Pp. 5-13.

- CENID- RASPA. 2003. Datos climáticos históricos de 1975 al 2000. Centro Nacional de Investigaciones, Relación Agua- Suelo- Planta- Atmósfera, Gómez Palacio Dgo. Méx.
- Cisneros, de la C. L. A. 1999. Comportamiento de tres híbridos de sandía Triploides (*Citrullus lanatus* (thunb) Mansf) con acolchado negro en la Región de Saltillo. Coahuila Tesis de Licenciatura.
- Comisión Nacional del Agua (CNA). 2002. Gerencia regional. Cuencas Centrales del Norte, Subgerencia Regional Técnica y Administrativa del Agua. Torreón, Coahuila.
- Cuevas, P. A. 1997. Evaluación de Sandía híbrida triploide (*Citrullus lanatus* (thunb) Mansf) con acolchado y fertirrigación. En el Municipio de Parras Coah. Tesis de Licenciatura.
- Foro Canarias, 2004. consultada el día 3 de noviembre del 2007. Disponible En: <http://www.cannarias.comforosshowthread.phpt=3304.mht>
- 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 fito protección y análisis de plaguicidas, extraido de PERSUAP Dc. Del 2003.Pp. 5-15.
- Gaitan, N. T. 2005. Cadena del cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* (Thunb)). Con potencial exportador. Pp. 11. Página consultada el día 3 de septiembre del 2007. <http://pwww.google.comsearchq=Triploides+en+Acuacultura>
- Gomez, A. M. s/f. Sandías Obtenidas sin Polinizar, Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. Pp. 47,48.
- Grageda G. J. 1999. La fertilización en hortalizas, INIFAP Centro de investigación regional del noroeste, Folleto Técnico No. 19, pag. 6
- Grupo RPP. 2006. Perú exportará sandía sin pepas a EE.UU. Lima, Perú. accesado el 27 de Octubre de 2007 en: http://www.rpp.com.pe/portada/gastronomiacute_a/58499_1.php#
- Gimechamp, 2004. consultada el día 5 de septiembre del 2007. Disponible En: http://www.gimechamp.comprod_catalogo.aspxid_producto=189Página
- García, F. 1990. "Ensayo de variedades de sandía injertada". Horticultura, nº 63 (9).
- García, F. 1990. "Injerto en cuña". Horticultura, 56 (11).
- 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, Mexico. Pp. 8,9,29. <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/141/14101910.pdf> Página consultada el día 14 de agosto 2007

- Huitron, M. V., Diaz, M., Diánez, F., y Camacho F. 2007. Effect of 2, 4-D and CPPU on tripliod watermelon production and quality. *Hortscience* 42 (3): 559-564.
- Imagen agropecuaria, 2007. TITULO Página consultada el día 14 de agosto del 2007. Disponible En: http://www.imagenagropecuaria.com/articulos.php?id_sec=21&id_art=27&id_ejemplar=1
- Infoagro, 2007. El cultivo de la sandía. Consultado el 21 de septiembre del 2007. Disponible En: "http://www. Infoagro.com/hortalizas/sandia.asp.
- INIFAP. 2007. Guía técnica para el cultivo de la sandía, 2007. Página consultada el día 14 de agosto 2007. Disponible En: <http://www.inifap.gob.mx/publicaciones/Manejo%20del%20cultivo%20de%20%20sandia.htm>
- 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. Disponible En: http://www.uaaan.mx/academic/Horticultura/Memhort03/Ponencia_03.pdf
- Manuel, C. C. 1993. Horticultura manejo simplificado, Universidad Autonoma Chapingo, Dirección General del Patronato Universitario; primera Edicion en español. Pp. 59-60.
- Maroko, B. J.V. 2000. Elementos de Horticultura General, segunda Edicion. Editorial, mundi prensa. Pp. 297.
- Maroto, J. V. Miguel A. López-Galarza, S. San Bautista pascal B. Alagarda J. Guardiola J.L. 2005. parthenocarpic fruit set in triploid watermelon induced by CPPU and 24D aplicacion. *Plant Growth Regulation*, volumen 45 number 3. pp. 209-213.
- 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.
- Maynard, Donald N.; Dunlap, Amy M. Watermelon cultivar evaluation in Florida. *Hortscience* Vol. 37 No. 5 August, 2002 PP. 753.
- Mendoza, M. F. Sanchez C. I. Macias, R. H. Matinez. S. J. 2002. Producción de Sandía con riego localizado tipo cintilla y acolchado plastico CENIT-RASPA, Gómez Palacio Durango. Pp. 6-8.
- Miguel A. 2004. Panorama actual del cultivo de Sandía.

<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>

Miguel A. 2004. La sandía triploide . Conselleria de Agricultura, Pesca y Alimentación Comunidad Valenciana. Disponible En: <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>.

Miguel A. 2004. Sandía sin semilla :Disponible En: <http://www.terralia.com/revista14/pagina31.htm>

Miguel Gómez. A. 1998. el Injerto en Hortalizas del cultivo de sandía. Consultado el 2 de diciembre del 2007. Disponible En: http://www4.cajamar.es/servagro/sta/publicaciones/sandia/publ9708_materiales.htm

Miguel, A. ; J.V. Maroto; S. López-Galarza. 2004. Triploid seedless watermelon production without pollinators. Effect of the number of sprayed flowers on fruit size. ISHS Acta Horticulturae 559: V International Symposium on Protected Cultivation in Mild Winter Climates: Current Trends for Sustainable Technologies. Disponible En: : http://www.actahort.org/members/showpdf?booknr=559_18

Muños, M. J. 1992. Introducción y evaluación de nuevos genotipos de sandía (*Citrullus lanatus* (Thunb) Mansf) bajo condiciones de la Comarca Lagunera. Tesis de Licenciatura. UAAAN-UL. Torreón Coahuila, Méx.

Nerson, Haim; Edelstein, Menahem. Genotype and plant density affect watermelon grown for seed consumption. Hortscience Vol. 37 No. 6 October, 2002 PP. 981- 983.

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.

Primo J, M., Millo, E. 1989. Influencia de las hormonas en el cuajado del fruto de los agrios. Editorial Generalitat Valenciana, Conselleria d'Agricultura i pesca.

Redalic. 2007. pagina consultada el dia 3 de noviembre del 2007. Disponible En: <http://www.redalyc.uaemex.mx/redalycpdf40240240112.pdf>

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.

- SAGARPA Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2005. Sistema de Información Agropecuaria de Consulta (SIACON). México, D. F. Internet:
<http://www.siea.sagarpa.gob.mx/sistemas/siacon/SIACON.html>
- SAGARPA. 2002. Resumen Agrícola Región Lagunera. Delegación en la Región Lagunera, Sub-delegación de Planeación y Desarrollo Rural. Torreón, Coahuila.
- SAGARPA, 2006. Resumen agrícola de la Region Lagunera durante el 2006. Torreón, Coahuila. El Siglo de Torreón. 1 de Enero del 2007.
- SAS. 1998. Statistical Analysis System (SAS). Version 6.12. Edition Cary N. C. USA.
- 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.
- Silva, G. 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
- 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 edicion Editorial Trillas Mexico. Pp. 17.

VIII APENDICE

Cuadro A1 Análisis de varianza para la variable peso del fruto en el cultivo de la sandía triploide de la variedad Revolution probando dosis de citocinina (CPPU) en campo, durante el periodo Abril-Julio (2006) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.

F.V.	GL	S.C.	C.M.	FC	Pr>F
Tratamiento	2	1922487.2	9661243.6	3.5	0.0509*
Repetición	9	24177377.0	2686375.2	0.97	0.4920NS
Error	18	49649373.3	2758298.5		
Total	19	931449373.3			
CV %	26.3				
Media	6319.2				

** altamente significativo al 1%, * significativo al 5% y NS no significativo.

Cuadro A2 Análisis de varianza para la variable diámetro polar en el cultivo de la sandía triploide probando dosis de citocinina (CPPU) en campo, durante el periodo Abril-Julio (2006) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.

F.V.	GL	S.C.	C.M.	FC	Pr>F
Tratamiento	2	94.85	47.42	2.59	0.1030NS
Repetición	9	137.6	15.28	0.83	0.5953NS
Error	18	330.15	18.34		
Total	19	562.6			
CV %	13.8				
Media	31.0				

NS no significativo.

Cuadro A3 Análisis de varianza para la variable diámetro ecuatorial en el cultivo de la sandía triploide en dosis de citocinina (CPPU) en campo, durante el periodo Abril-Julio (2006) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.

F.V.	GL	S.C.	C.M.	FC	Pr>F
Tratamiento	2	12.83	6.41	2.67	0.0967NS
Repetición	9	10.72	1.19	0.50	0.8588NS
Error	18	49.30	2.4		
Total	19	66.86			
CV %	8.0				
Media	19.3				

NS no significativo.

Cuadro A4 Análisis de varianza para la Variable grado brix en el cultivo de la sandía triploide en dosis de citocinina (CPPU) en campo, durante el periodo Abril-Julio (2006) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.

F.V.	GL	S.C.	C.M.	FC	Pr>F
Tratamiento	2	2.07	1.03	3.96	0.0375*
Repetición	9	2.21	0.24	0.94	0.5152NS
Error	18	4.70	0.26		
Total	19	8.99			
CV %	4.6				
Media	11.0				

** altamente significativo al 1%, * significativo al 5% y NS no significativo.

Cuadro A5 Análisis de varianza para la variable espesor de pulpa en el cultivo de la sandía triploide en dosis de citocinina (CPPU) en campo, durante el periodo Abril-Julio (2006) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.

F.V.	GL	S.C.	C.M.	FC	Pr>F
Tratamiento	2	11.72	5.86	3.21	0.0642NS
Repetición	9	10.92	1.21	0.66	0.7296NS
Error	18	32.87	1.82		
Total	19	55.52			
CV %	8.0				
Media	16.8				

NS = no significativo

Cuadro A6 Análisis de varianza para la variable espesor de cáscara en el cultivo de la sandía triploide 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.	GL	S.C.	C.M.	FC	Pr>F
Tratamiento	2	0.140	0.070	2.64	0.0987NS
Repetición	9	0.138	0.015	0.58	0.7976NS
Error	18	0.479	0.026		
Total	19	0.7586			
CV %	11.9				
Media	1.37				

NS= no significativo

Cuadro A7 Análisis de varianza para la variable número de frutos por planta en el cultivo de la sandía triploide 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.	GL	S.C.	C.M.	FC	Pr>F
Tratamiento	2	0.266	0.133	0.31	0.7370NS
Repetición	9	3.36	0.374	0.87	0.5669NS
Error	18	7.73	0.429		
Total	19	11.36			
CV %	23.7				
Media	3				

NS = no significativo

Cuadro A8 Análisis de varianza para la variable de rendimiento total en el cultivo de la sandía triploide en dosis de citocinina (CPPU) en campo, durante el periodo Abril-Julio (2006) en La Comarca Lagunera UAAAN UL.

F.V.	GL	S.C.	C.M.	FC	Pr>F
Tratamiento	2	320812.7	160406.3	1.65	0.2189NS
Repetición	9	982156.9	109128.5	1.13	0.3946NS
Error	18	1744805.05	96933.6		
Total	19	3047774.6			
CV %	34.9				
Media	89.0				

NS = no significativo