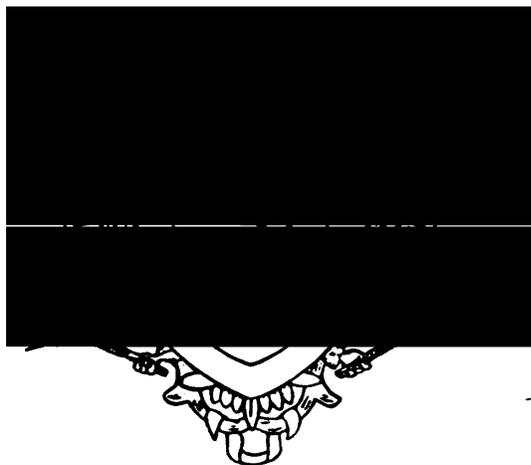


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



**Comportamiento de Híbridos Triploides y Variedades Diploides de
Sandía (*Citrullus lanatus* L.) en el Noreste de Coahuila**

por:

SERGIO SAENZ HERVERT

TESIS:

Presentada como Requisito Parcial para

Obtener el Título de:

Ingeniero Agrónomo en Fitotecnia

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Junio de 1998

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

**COMPORTAMIENTO DE HÍBRIDOS TRIPLOIDES Y VARIEDADES DIPLOIDES DE
SANDÍA (*Citrullus lanatus* L.) EN EL NORESTE DE COAHUILA**

TESIS

POR:

SERGIO SAENZ HERVERT

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

INGENIERO AGRÓNOMO EN FITOTECNIA

APROBADA

PRESIDENTE DEL JURADO

DR. JORGE R. GONZÁLEZ DOMÍNGUEZ

SINODAL

SINODAL

M.C. SUSANA GÓMEZ MARTÍNEZ

M.C. VALENTÍN ROBLEDO TORRES

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

M.C. MARIANO FLORES DÁVILA

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, JUNIO 1998

DEDICATORIA

A DIOS: Por haberme dado la oportunidad de vivir, la capacidad para poder seguir adelante y alcanzar una de mis metas. También por estar presente en todos los momentos de mi vida " Gracias Señor " .

Con todo cariño y respeto a mis padres:

MARIEL SAENZ AVENDAÑO

Ma. MAGDALENA HERVERT FLORES

Quienes con su gran amor y sacrificio han logrado que llegue a una de las metas mas importantes de mi vida. Gracias por darme la vida, el cariño y haberme guiado por un buen camino. Así como el apoyo recibido en todo momento. A ustedes mi más sincero agradecimiento.

A mis Hermanos: **Mariel**

Yasmín

Rodrigo

Por compartir conmigo las tristezas y alegrías, así como el cariño que me han demostrado a lo largo de mi existencia. Gracias por brindarme todo el apoyo.

A mis sobrinos: **Héctor José de Jesús, Mariela Aracely.**

Quienes siempre me han demostrado su cariño y respeto, con todo cariño espero que cumplan todos sus anhelos.

AGRADECIMIENTOS

A mi " Alma Mater ". Por haberme permitido la adquisición de conocimientos necesarios para mi formación como futuro profesionalista.

Al Departamento de Fitomejoramiento. Por darme la oportunidad de realizar éste trabajo de tesis como una opción para obtener el título de Ingeniero Agrónomo Fitotecnista.

Dr. Jorge R. González Domínguez. Por brindarme su valiosa amistad, oportunidad y haber confiado en mi para el desarrollo de éste trabajo, así como la asesoría que me proporcionó apoyo decidido , que en todo momento me dió para la culminación del mismo.

A la M.C.Susana Gómez Martínez. Por su destacada amistad y valiosa asesoría que me brindó en el presente trabajo.

Al M.C. Valentín Robledo Torres. Por su amistad y su valiosa participación, recomendaciones y revisión en el presente trabajo.

A todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron en la elaboración del presente trabajo.

ÍNDICE

	Página
ÍNDICE DE CUADROS.....	viii
INTRODUCCIÓN.....	1
REVISIÓN DE LITERATURA	4
Origen y Aceptación de los Triploides.....	4
La Poliploidía en las Cucurbitáceas	5
Desarrollo de Líneas Tetraploides.....	6
Morfología de los Diploides y Poliploides.....	9
Características Reproductivas.....	14
Desarrollo de Híbridos Triploides.....	17
Prácticas Culturales.....	20
Preparación del Terreno.....	20
Producción de Plántula.....	21
Época de Siembra o Trasplante.....	24
Marco de Plantación.....	25
Polinización.....	25
Densidad de Siembra y Población.....	27
Variedades Recomendadas.....	27
Riegos.....	28
Fertilización.....	29

Control de Malezas	31
Control de Plagas y Enfermedades.....	31
Cosecha.....	32
MATERIALES Y MÉTODOS.....	34
Localización del Sitio Experimental.....	34
Descripción de la Localidad Experimental.....	34
Características Climáticas.....	34
Temperatura.....	35
Precipitación.....	35
Granizo y Rocío.....	35
Fotoperíodo.....	36
Material Genético.....	36
Descripción de Variedades.....	36
Labores Culturales.....	39
Siembra.....	39
Trasplante.....	38
Riegos.....	40
Plagas.....	40
Polinización.....	40
Deshierbes.....	41
Cosecha.....	41
Variables Evaluadas.....	41

Diseño Experimental	42
Análisis Estadístico.....	42
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	43
Número de Plantas por Parcela.....	43
Número de Frutos por Parcela.....	45
Número de Frutos por Planta.....	46
Peso por Fruto.....	48
Rendimiento.....	49
CONCLUSIONES.....	51
LITERATURA CITADA.....	52
APÉNDICE.....	60

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	página
No	
1. Análisis de varianza para el número de plantas por parcela de híbridos triploides y variedades diploides de sandía. Zaragoza, Coahuila. 1997.....	43
2. Medias para número de plantas y frutos por parcela de híbridos triploides y variedades diploides de sandía. Zaragoza, Coahuila. 1997.....	44
3. Análisis de varianza para el número de frutos por parcela de híbridos triploides y variedades diploides de sandía. Zaragoza, Coahuila. 1997.....	45
4. Análisis de varianza para número de frutos por planta de híbridos triploides y variedades diploides de sandía. Zaragoza, Coahuila. 1997.....	46
5. Medias para número de frutos por planta, peso por fruto y rendimiento por ha de híbridos triploides y variedades diploides de sandía. Zaragoza, Coahuila. 1997.....	47
6. Análisis de varianza para peso por fruto de híbridos triploides y variedades diploides de sandía. Zaragoza, Coahuila. 1997.....	48
7. Análisis de varianza para rendimiento por parcela de híbridos y variedades diploides de sandía. Zaragoza, Coahuila. 1997.....	49
A1. Número de plantas por parcela de híbridos triploides y variedades diploides de sandía. Zaragoza, Coahuila.1997	61
A2. Número de frutos por parcela de híbridos triploides y variedades diploides de sandía. Zaragoza, Coahuila. 1997.	61
A 3. Rendimiento por parcela de híbridos triploides y variedades diploides de sandía. Zaragoza, Coahuila. 1997.....	62
A4. Número de frutos por planta de híbridos triploides y variedades diploides de sandía. Zaragoza, Coahuila. 1997.....	62
A5. Peso de frutos híbridos de triploides y variedades diploides de	

sandía. Zaragoza, Coahuila. 1997.....	63
--	-----------

INTRODUCCIÓN

La sandía (*Citrullus lanatus* L.) es un cultivo originario del viejo mundo y ha estado bajo cultivo por el hombre por mas de 4000 años. La sandía es utilizada de diferentes maneras; así en Rusia, el jugo de la sandía se le emplea para preparar cerveza, también se hierve para formar una miel espesa que se utiliza como melasa. En Asia tuestan las semillas, se les pone sal y se comen como botanas. En Iraq, Egipto y algunas partes de Africa se les considera como alimento básico para los animales, y en las regiones muy secas constituye una fuente de agua. En E.U. las conservas hechas de la cáscara se consideran como

un verdadero placer para la mayoría de la gente aunque su uso principal en este país es como postre. En México se consume como postre o aperitivo de buen sabor. Desde el punto de vista social, en México es un cultivo que genera mano de obra con cierta especialización en el manejo del cultivo.

En México la superficie sembrada en el ciclo agrícola 1990-1991 fue de 44,809 ha. En 30 entidades se sembró este cultivo, las de mayor superficie fueron: Sonora con 6389, Nayarit con 4806, Veracruz con 4381, Guerrero con 3787, Jalisco con 3652 y Sinaloa con 3138 ha. Las superficies anteriores representan en conjunto el 58% de la superficie con esta cucurbitácea en el país.

Las

24

entidades

restantes que la sembraron aportaron una superficie de 18656 ha. Las entidades que presentaron superficies sembradas más altas en el ciclo primavera-verano fueron: Sonora con 4620, Guerrero con 2784, Nayarit con 2385, y Sinaloa con 1611 ha. En otoño-invierno fueron: Veracruz con 3353, Jalisco con 3186 y Nayarit con 2421 ha.

La producción nacional de sandía, en el año agrícola de referencia, fue de 253,542 toneladas. Esta cucurbitácea se produjo en 29 entidades del país. Los principales estados productores tuvieron una participación equivalente a 61% de la producción nacional y fueron: Sonora con 22, Jalisco 15, Nayarit y Veracruz con 9 y Baja California con el 6% respectivamente. Por otra parte, 14 entidades solo produjeron 4% de la producción total del país. Los rendimientos promedios nacionales en t/ha fueron de 6.51 en el ciclo primavera-verano y de 7.55 en el ciclo otoño-invierno.

En el estado de Coahuila, las unidades de producción fueron 820, con una superficie sembrada de 1299.26 ha con una superficie cosechada de 993.83 ha y con una producción obtenida de 7925 toneladas para el ciclo primavera-verano para un promedio de 7.9 t/ha. Para el ciclo otoño-invierno las unidades de producción fueron ocho con una superficie sembrada de 7.50 ha, con una superficie cosechada de 6,501 ha con una producción obtenida de 65.884 toneladas (INEGI, 1991).

La parte noreste de Coahuila que abarca la región fronteriza constituye una región agropecuaria muy importante que reúne las condiciones climáticas favorables para el cultivo de las cucurbitáceas. La cercanía a la frontera y la posibilidad de exportación hacen atractiva la idea de sembrar híbridos diploides y/o triploides que se caracterizan por producir frutos de mayor calidad.

Por lo antes expuesto, se planteó la posibilidad de llevar a cabo investigaciones acerca de nuevas variedades e híbridos, para determinar las características más sobresalientes y sus perspectivas para la región, lo cual en

corto plazo permita recomendar variedades e híbridos con un buen rendimiento y esto contribuya a una mayor ganancia para el productor .

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la adaptación y productividad de cuatro híbridos triploides y tres variedades de polinización abierta, bajo las condiciones del clima de la región y del suelo de la estación experimental.

REVISIÓN DE LITERATURA

Origen y Aceptación de los Triploides

Los híbridos triploides de sandía fueron desarrollados hace casi sesenta años en Japón (Kihara, 1951). Según Andrus et al. (1971) prevalecen serios problemas aún en Japón donde el trabajo y el costo de la producción de semilla son más baratos que en los Estados Unidos, ya que la producción comercial de sandías híbridas triploides no se ha 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.

Earhart et al. (1994) mencionan que la primera plantación comercial de sandías triploides en Texas fue a principios de 1960 en áreas planas de Munday. Las sandías triploides han tenido dificultad para entrar en el mercado de semillas, debido a que es poco conocido su potencial de producción y por el alto costo de la semilla.

Dainello (1995) menciona que los productores no incluyen las sandías sin semillas en sus esquemas de producción por las siguientes razones: "por el alto costo de producción", "por un bajo rendimiento" y " frutos demasiado pequeños". Sin embargo, Earhart et al. (1994) estiman que en Texas las sandías triploides llegarán a ocupar un tercio del mercado y reportan que el número de consumidores de sandía sin semilla aumentó de 4% en 1988 a 12% en 1992.

Una de las principales razones para el lento avance que han tenido las sandías sin semillas es la existencia de variedades de polinización abierta con un número de características favorables como es el caso de la variedad Charleston Gray. A principios de 1960 se estimó que Charleston Gray constituía el 95 % de la cosecha nacional de sandía. Como muchas variedades y hortalizas de ayer, Charleston Gray ha perdido terreno ante los nuevos híbridos; sin embargo, todavía en 1991 apareció en 47 de los 30 catálogos de semilla (Adams, 1994).

La Poliploidía en las Cucurbitáceas

Robinson y Decker-Walters (1997) mencionan que la poliploidía no ha jugado un papel importante en la evolución de las especies de cucurbitáceas, excepto en el género *Cucurbita* y posiblemente otros de la tribu Cucurbitaceae. En virtud de lo anterior la tetraploidía ha sido necesario inducirla en especies como pepino, melón, calabacita y sandía aunque los tetraploides son de valor únicamente en la sandía para la producción de híbridos triploides.

Desarrollo de Líneas Tetraploides

Kihara (1951) menciona que en sandía, la producción de triploides requiere primero el desarrollo o formación de líneas tetraploides. Una vez que se tienen disponibles materiales tetraploides se realizan cruzamientos con

machos diploides. Las plántulas jóvenes diploides son tratadas con una solución acuosa de colchicina al 0.2 ó 0.4% aplicada diariamente por cuatro días consecutivos. Se aplica una gota de solución de colchicina, cada día, sobre el punto de crecimiento de las plántulas para producir los tetraploides.

Hayes et al. (1955) mencionan que la colchicina aplicada en solución se difunde a través de los tejidos vegetales ejerciendo su efecto solamente en células en proceso de división celular, previniendo la formación del aparato mitótico y el desarrollo de la pared celular. La división de la célula en células hermanas es prevenida y los cromosomas continúan dividiéndose. El proceso de división de los cromosomas puede continuar por tanto tiempo como el tejido esté expuesto a la colchicina.

En resumen las técnicas de la aplicación de la colchicina son:

- 1. En solución acuosa, la colchicina se difunde a través de los tejidos vegetales causando cambios internos en tejidos meristemáticos como un resultado de la aplicación superficial.**
- 2. Los tejidos latentes no son afectados; solamente los tejidos activos son afectados por la colchicina. El tratamiento es de valor desde el punto de vista práctico solamente para los tejidos que se van a desarrollar en partes vegetativas, reproductivas, o ambas de las plantas.**
- 3. Se deben mantener condiciones óptimas de cultivo durante el tratamiento de manera que la división celular puede ser favorecida.**
- 4. La duración del tratamiento debe ser determinada para cada tipo de material. En general, la longitud de tratamiento es dependiente del tiempo requerido para completarse el ciclo de división celular en el material.**

5. La concentración de la solución de colchicina no debe caer por debajo de un mínimo efectivo y no debe ser suficientemente alta para ser fatal. Una concentración satisfactoria debe ser determinada para cada material.

Material que ha sido usado con éxito en tratamiento con colchicina incluye semillas, plántulas, puntas de brotes de ramas o yemas. Aplicaciones satisfactorias se han realizado en los siguientes medios: solución acuosa, alcohol débil, emulsión adecuada, pasta de lanolina, solución de agar, glicerina y agua, o glicerina y alcohol. Para tratar semillas se ha trabajado con Datura, Cosmos, Portulaca y Nicotiana remojando las semillas en una solución acuosa de colchicina de 0.2 a 0.6% de concentración. Este tratamiento ha sido aplicado exitosamente a semillas que vayan a germinar en pocos días. Las semillas pueden ser plantadas después del tratamiento y antes de la germinación. Según Andrus et al. (1971), el procedimiento para la formación de una variedad tetraploide de sandía mediante la aplicación de colchicina, es comparativamente fácil y efectivo.

Compton (1993) menciona que identificaron tetraploides individuales de plantas regeneradas de cotiledones de sandía diploide cultivadas in vitro; tal distinción es por el número de cloroplastos contenidos en cada par de células, siendo un número medio de cloroplastos de 9 a 11 para plantas tetraploides y diploides, respectivamente. Se obtuvo autofertilidad en tetraploides de cultivares como Mickylee, Jubilee II y Royal Sweet. Los tetraploides Dixielee y Minilee fallaron en dar fruto, las progenies de tetraploides autofértiles son cruzadas con polinizadores diploides para producir semilla de híbridos triploides. El cultivo de tejidos puede ser usado para producir plantas tetraploides de alta calidad para producir semilla de híbridos triploides.

Morfología de los Diploides y Poliploides

En los triploides y tetraploides hay plántulas anormales las cuales, en algunos casos, emergen de la cubierta de la semilla con gran dificultad. La frecuencia de plántulas anormales puede ser hasta cuatro veces mayor en los triploides que en los tetraploides; Kihara (1951) reportó 8% de plántulas anormales en los tetraploides y 30.6% en triploides.

Según el mismo autor, las plántulas tetraploides tienen cotiledones de mayor tamaño, grosor y color verde más profundo que los diploides. Las hojas de triploides y tetraploides también son más gruesas y de color verde más oscuro que las hojas de los diploides; los pelos superficiales son más gruesos y más largos en los poliploides que en los diploides siendo este carácter más marcado en los tetraploides. De igual manera las células guardia de los estomas son más grandes en los tetraploides que en los diploides. El tamaño de las flores parece aumentar en proporción al número de cromosomas y los granos de polen son más grandes en los tetraploides que en los diploides. En los triploides los granos de polen son más irregulares, mayormente vacíos y generalmente las tétradas no se separan.

La mayoría de las variedades japonesas tienen frutos elongados ligeramente esféricos; los tetraploides son pronunciadamente esféricos y más pequeños. Los frutos triploides tienen forma y tamaño similar a los frutos diploides; sin embargo, un corte transversal del fruto triploide mostrará forma triangular o tetragonal de acuerdo al número de placentas (Kihara, 1951).

Según Green (1962), en general, las sandías son de dos formas: elipsoidales y redondas y a medida que aumenta el número de cromosomas los frutos son más redondos. En sus investigaciones sobre poliploidía inducida observó que la forma del fruto cambió de un diploide elipsoidal a un triploide más redondo y a un tetraploide aproximadamente redondo. Variedades diploides de frutos redondos dan triploides y tetraploides de frutos esencialmente redondos. La cruce diploide de fruto redondo por diploide de

fruto elipsoidal dio híbridos diploides con frutos elipsoidales con alguna redondez. Las cruces de variedades tetraploides de fruto redondo por variedad diploide de fruto elipsoidal dio híbridos triploides con frutos redondos. Los híbridos de tetraploide por tetraploide, siendo el macho derivado de un diploide de fruto elipsoidal, dieron frutos redondos. Se observó que cuando el número cromosómico de los híbridos aumentó por encima de dos, los frutos tendieron a ser redondos.

Los frutos tetraploides son más pequeños pero cuando los tetraploides son producidos bajo condiciones óptimas dan frutos no más pequeños que los diploides correspondientes (Kihara, 1951).

Green (1962) menciona que las variedades de sandía son frecuentemente divididas en dos clases de peso: las variedades de fruto grande y las variedades de fruto pequeño o tipo congelador ("ice box"). Las primeras de 7.250 a 14.500 kg de peso y las segundas de 3.600 a 6.800 kg; en realidad el peso del fruto es de herencia cuantitativa. De manera general, variedades diploides de fruto elipsoidal a nivel tetraploide dan frutos de peso considerablemente reducido. En variedades diploides de fruto redondo en algunos casos el incremento en nivel de ploidía reduce el peso del fruto y en otros casos no. Según Andrus et al. (1971), los frutos diploides presentan una cicatriz de la flor más pequeña.

De acuerdo a Kihara (1951), la cáscara de los frutos tetraploides es algo más gruesa que en los frutos correspondientes 2X. Parris (citado por Green, 1962), observó que 12mm de cáscara es lo ideal en sandía. Demasiada cáscara reduce la cantidad de pulpa comestible; poca cáscara favorece el rompimiento de frutos. La cáscara es significativamente más gruesa en los triploides y tetraploides que en los diploides sin diferencia entre triploides y tetraploides (Green, 1962).

Los frutos de sandías diploides ocasionalmente tienen vacíos u hoquedades en la pulpa llamados corazón hueco (hollow heart). La condición puede variar de una ligera grieta a varias fisuras que permean una gran porción de la pulpa. El origen es poco comprendido; se cree que intervienen factores genéticos y ambientales. Los triploides tuvieron una cantidad significativamente mayor de corazón hueco que los diploides. A la fecha no hay manera de predecir la cantidad de corazón hueco que ocurrirá en los híbridos triploides. Dos variedades sin corazón hueco, pueden producir en cruza, una variedad triploide con apreciable corazón hueco (Green, 1962).

Los frutos tetraploides contienen muchas semillas blancas no desarrolladas. El número de semillas buenas por fruto varía de 50 a 100, a veces más (Kihara, 1951). Según Andrus et al. (1971), un fruto diploide contiene de 600 a 900 semillas en tanto que un tetraploide seleccionado para mayor fertilidad contiene 150 semillas.

Las semillas tetraploides son más gruesas, más pesadas y de apariencia más tosca que las diploides; las primeras tienen una, dos, ó más fisuras longitudinales. Las características morfológicas de las semilla triploides son casi las mismas que las de las semillas tetraploides excepto que son un poco más delgadas (Kihara, 1951). Las semillas de frutos diploides son de tamaño más pequeño y patrón distinto (Andrus et al. 1971).

Green (1962) menciona que hay un amplio rango en tamaño de semilla de las variedades comerciales de sandía. El tamaño y grosor de la cubierta de la semilla son especialmente importantes en las variedades triploides porque un triploide que tiene semillas rudimentarias grandes es indeseable. Las cubiertas de la semilla deben ser blancas, suaves y suficientemente pequeñas para comerse como las semillas del pepino de mesa. Cubiertas de semilla de más de 5 mm de largo son demasiado grandes para comerse y le dan a la pulpa una apariencia indeseable.

"Semillas" aún cuando no tengan embriones, pueden tener cubiertas coloreadas y duras las cuales son tan indeseables como las semillas verdaderas. Variedades diploides con semillas grandes también tienen semillas grandes en sus formas triploides y tetraploides. La producción de un triploide con cubierta de semilla pequeña, requiere que ambos progenitores, el tetraploide y el diploide, tengan semillas pequeñas. Bajo ninguna circunstancia debe un tetraploide con semillas grandes ser usado como el progenitor femenino, porque las cubiertas de las semillas triploides producidas serán incuestionablemente demasiado grandes (Green, 1962).

Características Reproductivas

Kihara (1951) menciona que los tetraploides son altamente estériles y contienen muchas semillas blancas no desarrolladas, el número de semillas buenas por fruto varía de 50 a 100 o hasta más.

Stoner y Johnson (1965) indican que las plantas de sandías autotetraploides producidas por el tratamiento de plantas diploides con colchicina, usualmente son altamente autoestériles. El comportamiento anormal de los cromosomas usualmente no puede explicar completamente toda la esterilidad. La esterilidad que no puede ser explicada sobre esta base, será frecuentemente llamada esterilidad fisiológica. El grado de esterilidad depende del genotipo o la variedad de la cual fue inducida la tetraploidía. Estos autores indujeron el doblamiento cromosómico en seis líneas diploides y encontraron que una de las variedades en su forma tetraploide fue tan fértil bajo autofecundación como fue su contraparte diploide. Las otras cinco variedades fueron altamente autoestériles en sus formas tetraploides. Según estos autores una vez que la barrera de la esterilidad ha sido rota es posible mantener las líneas tetraploides por autofecundación.

Lower y Jonhson (1969) estudiaron formas diploides y tetraploides de 12 variedades, observaciones citológicas de células madres de polen de dichas variedades mostraron que la meiosis en diploides fue regular, mientras que algunas irregularidades fueron observadas en los tetraploides inducidos. Se observó que usualmente no hubo formación de cuadrivalentes en profase y metafase I en los tetraploides como fue encontrado por Kihara (1951). Se encontraron hasta 21 configuraciones cromosómicas en algunos casos en metafase I sugiriendo esto apareamiento bivalente en algunas variedades. Once configuraciones serían esperadas con formaciones completas de cuadrivalentes, mientras 22 configuraciones serían esperadas con apareamiento bivalente. Los cromosomas en metafase I no siempre estuvieron orientados sobre la placa ecuatorial si no que a veces estuvieron dispersados en el huso u otro lado en el citoplasma. En anafase I fueron encontrados puentes y cromosomas retrasados en algunas células. En muchas figuras de metafase II no pareció que se formen claramente y en la segunda anafase cromosomas retrasados y puentes fueron a veces evidentes.

Tales anormalidades pueden ser las bases para una considerable esterilidad del polen. Exámen de cuartetos de microsporas de diploides y tetraploides revelaron que 99% de las cuartetos diploides eran aparentemente normales, mientras que solamente 87% de las cuartetos tetraploides parecieron normales. Algunas cuartetos tetraploides contuvieron tanto como tres microsporocitos en adición a cuatro microsporas. Cuartetos anormales probablemente conducen a polen no viable.

Investigaciones preliminares revelaron que no hubo diferencias aparentes entre la formación de megasporas en material diploide y tetraploide. En ambos niveles de ploidía las megasporas basales parecieron desarrollarse normalmente mientras que las otras tres megasporas fallaron. Se cree que las cuartetos anormales y el polen no teñible del material tetraploide están asociados con las segregaciones irregulares observadas en figuras meióticas. A

pesar de estas irregularidades más de dos tercios del polen tetraploide germinó en una forma normal en laboratorio; sin embargo, tal polen no produjo amarre de fruto: además puesto que el polen de diploides ocasionó amarre de fruto y subsecuente amarre de semilla, parece que los ovarios tetraploides si contuvieron algunos óvulos que estaban desarrollados y en estado receptivo; por lo tanto la falta de fruto de autopolinizaciones y polinización cruzada entre plantas tetraploides no puede ser explicada por una falta de polen de apariencia normal ni por óvulos no funcionales.

Estos mismos autores mencionan que la esterilidad es debido a una naturaleza parcialmente fisiológica resultado del doblamiento del número de cromosomas; esta esterilidad ha sido reportada por otros investigadores.

Andrus et al. (1971) consideran importante el tamaño de la semilla tetraploide porque se piensa que el tamaño de óvulos y lóculos vacíos en un fruto 3X es demasiado grande en proporción al tamaño de la semilla 4X de origen femenino. Algunos tetraploides de semilla pequeña se han producido de diploides de sandía de semilla pequeña y otras se han seleccionado de cruza externas pero lo cierto es que algunos tetraploides de semilla grande germinan mejor y producen brotes más fuertes.

Desarrollo de Híbridos Triploides

Según Kihara (1951) la sandía común, (Citrullus lanatus) Schard, es diploide con números somáticos (2X) y gaméticos (X) de 22 y 11 cromosomas respectivamente. Después que los tetraploides están a mano ellos se reproducen a sí mismos y los triploides son producidos cruzando tetraploides con diploides ($X=22 \times X=11$). La cruza de un diploide como polinizador con una hembra tetraploide producirá semilla triploide, pero la cruza recíproca (la línea tetraploide como polinizador por un diploide como hembra) no es exitosa.

tetraploides con frutos rayados verde-claro. Esto indicó un 83.6% de polinización cruzada. El color del fruto constituyó un marcador genético para distinguir los frutos triploides de los tetraploides. Un marcador genético en plántula permitiría eliminar las plantas tetraploides en un campo de producción incrementando así la proporción de triploides a polinizador en el campo del productor.

Otra manera de reducir el costo de producción y por lo tanto el precio comercial de las semillas híbridas triploides es mediante la utilización de la esterilidad masculina.

Love et al. (1986) mencionan que obtuvieron plantas tetraploides macho estéril utilizando el diploide macho estéril de hojas glabras desarrollado por Watts (1962). La polinización de plantas diploides macho estéril (ms ms) con polen de una línea tetraploide macho fértil (MsMsMsMs) produjo triploides MsMsms los cuales usados como hembras en retrocruza a la línea tetraploide macho fértil produjeron la generación BC1 en la cual son esperados los genotipos tetraploides MsMsMsms y MsMsMsMs y los genotipos triploides MsMsms y MsMsMs. El genotipo subrayado es el genotipo tetraploide posible que contiene el gene ms.

Ellos realizaron tres ciclos de autofecundación iniciando con los individuos de la generación BC1; en la generación S2 identificaron líneas segregantes en la proporción de 35:1 plantas fértiles a plantas macho estéril respectivamente (segregación de individuos MsMsmsms). En la generación S3, obtenida de la autofecundación de las plantas segregantes S2, algunas plantas segregaron 3:1 para la fertilidad y esterilidad masculina respectivamente indicando tal segregación que el genotipo de dichas plantas era Msmsmsms. Según estos investigadores las dos progenies de tetraploides conteniendo el gene ms serán usadas para establecer líneas mejoradas para la eventual producción de semilla de híbridos triploides. Reconocen que previamente se tienen que

mejorar por selección las líneas ya que ambas progenies tetraploides tienen las características indeseables de reducida calidad de fruto y baja producción de semilla.

Prácticas Culturales

Preparación del Terreno

Se debe iniciar una buena preparación del terreno de 2 a 3 meses antes de la siembra con un barbecho de 20 a 30 cm con la finalidad de incorporar todos los residuos de cosecha y exponer las semillas de malezas al sol, dar un paso de rastra después del barbecho para desmenuzar los terrones con la finalidad de tener una buena aereación, para que las raíces tengan una buena penetración y una buena nivelación para una distribución uniforme del agua y así evitar los problemas de encharcamiento (Dirección General de Extensión Agrícola, 1975).

Stein et al. (1990) citan que este aspecto es variable de una región a otra, sin embargo, un paso de arado, rastra, cruza y nivelación son prácticas típicas de presiembra y pretrasplante.

Producción de Plántula

Morh (1986) aclara que un problema de los cultivares de sandía sin semilla es la dificultad de germinación, así mismo menciona que los japoneses recomendaron remover parte de la cubierta de la semilla para facilitar su germinación, y una temperatura de 30 ° C.

Parsons et al. (1988) mencionan que la pobre germinación de la semilla es el problema principal de las sandías sin semillas; en siembras directas la temperatura del suelo debe ser de un mínimo de 21° C (70 ° F.) La temperatura

inferior reducirá la germinación y emergencia. Sin embargo, la siembra directa no se recomienda con los híbridos triploides y el trasplante es una práctica obligada por el alto costo de la semilla y el problema de la germinación.

Roger (1996) menciona que en el caso de las sandías híbridas triploides se requiere de un sustrato o medio de crecimiento más bien seco (semihúmedo) y una temperatura de 25 a 30°C para obtener una germinación adecuada. Este mismo autor menciona que para producir plántulas más sanas y con mayor habilidad para sobrevivir se usan charolas con cavidades de 3.8 x 3.8 cm o más grandes.

López (1993) menciona que la siembra la realizó colocando 3 semillas por maceta. La profundidad de la siembra de la semilla fue tres veces su tamaño, en este caso se colocó a 4 cm de profundidad aproximadamente.

Maynard (s.f.) menciona que la adherencia de la cubierta de la semilla a los cotiledones es más marcada con sandías sin semilla que los tipos estándar debido al tamaño chico del cotiledón y grosor de la cubierta de la semilla.

Karlovich (1996) menciona que los niveles inaceptables de estrés en las plántulas pueden conducir a una cosecha de baja calidad o hasta pueden eliminarla por completo, es de gran importancia que se ponga atención y se revisen las prácticas de producción; es por ello que a continuación se mencionan los criterios fisiológicos y productivos que se necesitan saber para una buena producción de plántula en invernadero:

Etapas en el desarrollo del trasplante.

Etapa de germinación. Desde la colocación de la semilla hasta su germinación.

Etapa inicial. Desde la emergencia hasta la aparición de la primera hoja verdadera, la humedad se disminuye durante esta etapa y comienza el programa de fertilización.

Etapa de forzado. De la primera hoja real hasta que el producto es trasplantable (usualmente cuando se han desarrollado 4-5 folíolos se forma el sistema de raíces).

Etapa de curado. Una etapa de adaptación previa al embarque (los trasplantes están casi al tamaño adecuado para trasplantarlos).

Indicios que muestran el estrés de las plantas bajo producción en charola.

1. Desarrollo excesivo y plántulas elongadas o blandas, especialmente al momento de trasplantarlas.
2. Reducida población de plántulas.
3. Enraizado insuficiente en todas las etapas.
4. Condiciones culturales que causan que el cepellón se mantenga saturado durante períodos prolongados.
5. Plántulas entumecidas y chaparras.
6. Caída prematura de los cotiledones o de las hojas.
7. Enfermedades en las hojas y las raíces.
8. Deficiencias de nutricionales.
9. Temperaturas inadecuadas o temperaturas desfavorables (desuniformidad en germinación y plántula etiolada).
10. Iluminación inadecuada (provoca quemaduras y etiolación).

Época de Siembra o Trasplante

Villegas (1971) recomienda sembrar del 1 al 15 de marzo y 1 al 15 de abril para la Comarca Lagunera. Valadéz (1997) menciona que para el estado de Coahuila específicamente para la Laguna recomienda sembrar del 1 de julio al 15 de agosto. El Campo Experimental de Matamoros Coahuila recomienda como fecha óptima de siembra del 15 de marzo al 15 de abril, una siembra

temprana antes del 15 de marzo tiene una alta probabilidad de heladas y fechas tardías de siembra después del 15 de abril tienen mayor problema de plagas y enfermedades.

Roger (1996) menciona que ha encontrado que las plantas están listas para el trasplante cuando tengan una tercera hoja verdadera, estas deberán ser endurecidas o adaptadas, reduciendo el riego y bajando la temperatura del invernadero, particularmente en las noches. En algunas áreas las plantas son colocadas fuera del invernadero varios días antes del trasplante .

Maynard (s.f.) mencionan que las plantúlas están listas para el transplante en tres o cinco semanas. Un día o dos previos al trasplante se puede endurecer a las plantas con limitarles el riego.

Marco de Plantación

CIANE (1985) recomienda que la siembra se debe realizar en camas meloneras la cual debe medir 30 metros de largo, 3.5 a 4 metros de ancho, con una pendiente de 0.03%. Cabello (1991) menciona que utilizó un marco de plantación, con camas de 3 metros y una distancia entre plantas de 0.5 metros. Linares (1992) menciona que utilizó un marco de plantación de camas de 2.5m de ancho y una distancia entre plantas de 0.4 metros. Bringas (1994) menciona que los trasplantes en sandías son colocados en surcos donde el espacio entre plantas varía de 50 a 80 cm.

Polinización

Parsons et al. (1988) mencionan que la polinización cruzada debe ocurrir entre un tipo de sandía regular y otro sin semilla para que produzca este último. Esto se logra mejor plantando una variedad de sandía estándar en el campo y un variedad sin semillas. Estos mismos autores mencionan que las abejas son los principales polinizadores de las sandías. Se recomienda por lo menos una colonia fuerte de abejas por cada 2 acres (0.81 ha) para asegurar buenos frutos; la polinización más eficiente con abejas ocurre cuando la colmena se coloca en un campo de 150 yardas. La segunda polinización más eficiente se encuentra alrededor de un intervalo de 150 yardas. La tercera polinización cuando las colmenas se encuentran a un lado del campo.

Reyes y Cano (1992) mencionan que la sandía como otras cucurbitáceas requiere de una actividad abundante de agentes polinizadores, esto debido a sus requerimientos reproductivos, aunado a la naturaleza de una polinización entomófila; la sandía sin semilla no produce polen fértil, necesitando un progenitor normal (2n) como fuente de polen para lograr el mayor número y amarre de frutos.

Maynard (s.f.) menciona que el polen de la variedad polinizadora es llevado a las flores triploides por insectos, principalmente por abejas. Se necesita una población adecuada de abejas para asegurar que ocurra una polinización satisfactoria. Se requiere un mínimo de seis visitas de abejas por flor para el desarrollo normal de variedades con semilla; recomiendan para el desarrollo de frutos triploides una abeja por cada 100 flores en el campo. Usualmente una colonia fuerte de 20,000 a 30,000 abejas por cada 2 acres (0.81) de sandía provee una polinización satisfactoria.

Densidad de Siembra y Población

Fersini (1976) menciona que la densidad de siembra es de 1.5 a 2 kg de semilla por ha. CIANE (1985) menciona que la cantidad de semilla utilizada para los ciclos primavera-verano y otoño-invierno es de 1.5 a 2.0 kg/ha. Para el estado de Coahuila y la región Lagunera la densidad de siembra recomendada es de 1 a 2 kg y de 1.5 a 2 kg de semilla por ha respectivamente (Anónimo, 1993; Campo Experimental de Matamoros, Coahuila). Valadéz (1997) menciona una densidad de siembra de 1.5 a 2 kilogramo por hectárea; para una densidad de población que oscila entre 3200 y 5000 plantas por ha. Bringas (1994) menciona que para trasplante en sandía, actualmente las poblaciones por hectárea están entre 8,000 y 10,000 plantas, pero la tendencia parece dirigirse a poblaciones más densas.

El Campo Experimental de Matamoros, Coahuila recomienda una densidad de población para la Región Lagunera de 4000 plantas por hectárea.

Variedades Recomendadas

Zamarripa (1973) menciona que en estudios realizados en la Comarca Lagunera las variedades mas sobresalientes fueron Crimson Sweet, Black Diamond y Charleston Gray. Fersini (1976) recomienda las variedades americanas Charleston Gray, Sugar Baby y Fairfax.

El CIANE (1985) recomienda para Matamoros las variedades Peacock Improved, para Torreón Peacock Improved 77, para Viesca Charleston Gray, Sugar Baby y Jubilee y para Zaragoza, Coahuila Peacock Improved, Charleston Gray y Jubilee. Valadéz (1997) menciona que las variedades recomendadas para el estado de Coahuila específicamente para la Laguna son Peacock Improved, Peacock WR 60, Charleston Gray y Jubilee. El Campo Experimental de Matamoros, Coahuila recomienda para la Comarca Lagunera las variedades Improved Peacock, Peacock WR-124, Peacock WR-60 y Pic-Nic.

Riegos

La Dirección General de Extensión Agrícola (1975) menciona que las sandías requieren humedad adecuada en el suelo que asegure una buena germinación de las semillas y el desarrollo continuo, es recomendable reducir los riegos una vez que los frutos se han formado, ya que el exceso determina que se formen los frutos muy grandes, además el contacto de los frutos con el suelo húmedo hace que sean fácilmente afectados por los microorganismos.

En la Agenda Técnica la SARH, (Anónimo, 1978) menciona que los riegos varían con las características del suelo, el ciclo vegetativo del cultivo y la región. Se recomienda aplicar un riego pesado en la germinación ó aplicarlo 3 días después de la siembra, el segundo riego debe aplicarse a los 25 ó 30 días después de la siembra cuando las plantas estén próximas a floración y el tercer riego a los 15 días después del segundo cuando las plantas hayan amarrado el mayor número de frutos . Los riegos posteriores se harán a intervalos de 8 a 10 días.

Tiscornia (1979) menciona que los riegos se darán, hasta que aparezcan los frutos, cada 5 ó 6 días y luego cada 2 ó 3 días suprimiendo por completo, 15 ó 20 días antes de la cosecha. Parsons et al. (1988) mencionan que por lo general se necesitan de 15 a 20 cm de agua de lluvia o de riego para producir una buena cosecha de sandías; de uno a cuatro riegos son requeridos dependiendo de la temporada de lluvias. Valadéz (1997) menciona que la sandía requiere durante su ciclo agrícola de 500 a 750 mm, y reporta un promedio de 7 a 10 riegos . El Campo Experimental de Matamoros, Coahuila recomienda riegos de aniego con una lámina de 20 cm y de 6 a 8 riegos de auxilio con una lámina de 12 cm por cada riego.

Fertilización

La dosis y el tipo de fertilizante a usarse en las plantaciones de sandía dependen principalmente de la región, del tipo de suelo y del contenido de nutrientes que éste tiene. La aplicación de fertilizantes puede hacerse durante la preparación del terreno o aproximadamente a los 20 días después de la germinación cuando se trata de superficies grandes, la fórmula utilizada en el estado de Coahuila es 160-80-40 y para la Comarca Lagunera la fórmula 100-60-00 (Anónimo, 1978).

Fersini (1976) menciona que es necesario suministrar al cultivo los elementos siguientes: 50kg de nitrógeno, 20 kg de anhídrido fosfórico y 60 kg de óxido de potasio.

Parsons et al. (1988) mencionan que en el Sur de Texas se aplican 68.1 kg por acre (.405 ha) de 10-20-10 ó 12-24-12 de fertilizante antes o durante la época de plantación. Estos mismos autores mencionan que en el Centro y Este de Texas, aplican 90.8 kg por acre (.405 ha) de 10-20-20 ó 181.6 kg de 5-10-15 antes de la plantación.

Valadéz (1997) sugiere fraccionar el nitrógeno en dos partes aplicando la mitad en la siembra y la otra a los 40 días, para Torreón recomienda la fórmula 150-100-00. El Campo Experimental de Matamoros, Coahuila recomienda la fórmula 120-60-00, aplicando todo el fósforo y la mitad del nitrógeno a la siembra y el resto del nitrógeno a la floración.

Control de Malezas

Parsons et al. (1988) mencionan que el uso de químicos controla ampliamente las malezas y a los pastos de semilla. Estos mismos autores mencionan que cuando se usan adecuadamente, no habrá daños en la germinación de la semilla o en su crecimiento y recomiendan los productos

químicos Prefar, Treflan y Dacthal que pueden usarse para controlar las malezas en las sandías.

Control de Plagas y Enfermedades

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

Parsons et al. (1988) mencionan que las plagas y enfermedades son un factor muy importante para determinar el éxito o fracaso de la producción de las sandías sin semillas en Texas. Mencionan como las dos enfermedades mas comunes el downy mildiu y la marchitez por fusarium.

Cosecha

Roger (1996) concluye que llegado el momento de la cosecha se deberán tomar en cuenta los siguientes factores para llevarla a cabo:

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

Maynard (s.f.) mencionan que un lado ("ground spot") de la fruta deberá ser crema o de un color amarillento, dar unos golpes a la fruta para checar su madurez, un sonido sólido indica su madurez, mientras que un eco agudo indica una fruta verde.

Valadéz (1997) menciona que existen unos indicadores físicos y visuales que a continuación se describen:

1. **Tiempo.** Conocer el ciclo vegetativo del cultivar que se está produciendo y que puede variar de 90 a 110 días.
2. **Sonido.** Muchos productores mencionan que cuando el fruto está listo para cosecharse debe tener un sonido hueco al ser golpeado con la palma de la mano.
3. **Color.** Se afirma que el cambio de color del fruto es también otro indicador de cosecha, cuando cambia de un color opaco a un color brillante.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del Sitio Experimental

El presente trabajo fue realizado en el campo experimental de Zaragoza, Coahuila de la Unidad Norte de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio de Sotomayor" de El Bajío, Guanajuato. El sitio experimental se encuentra en las coordenadas geográficas 20° 45' N y 101° 30' W. El terreno experimental tiene una extensión de 10 hectáreas y está dividido en 10 parcelas de 1 hectárea cada una. Las parcelas están numeradas del 1 al 10 y están dispuestas en un diseño experimental de bloques completos al azar. El suelo es de tipo franco-arenoso y el clima es semiárido.

□□□¶t□□"□□□Øt□□î□□□-

1ÆuÆu@v v v
 v v v <wfwfw
 fw.Ñw-gy-
 ýz-L{T{k{
 än v
 vš v v

El clima de la zona es templado, con temperaturas promedio de 15°C en invierno y 25°C en verano. Los meses más cálidos son junio, julio y agosto, aunque se presentan temperaturas de 40° C desde marzo hasta septiembre, las heladas se presentan desde finales de otoño hasta principios de primavera con un período sin presencia de heladas de mayo a septiembre. Las heladas son más severas y frecuentes en enero; en febrero y marzo son menos frecuentes y menos dañinas. Muy ocasionalmente pueden presentarse heladas tardías en abril.

Precipitación

La precipitación es escasa con un promedio anual de 374mm, todo el año llueve pero la precipitación no es muy abundante, la precipitación máxima ocurre en septiembre y el mes más seco es marzo.

Granizo y Rocío

Pueden ocurrir granizadas en abril y mayo aunque la probabilidad es mínima. El rocío es mas frecuente en verano, otoño e invierno aunque puede haber todo el año.

Fotoperíodo

Los meses más soleados son julio y agosto. Los días más largos ocurren en mayo, junio y julio excediendo las 13 horas de luz alcanzando el fotoperíodo en junio hasta 13 horas y 48 minutos.

Material Genético

Se evaluaron cuatro híbridos triploides siendo estos Summer Sweet variedad # 2532, Summer Sweet variedad # 5032, Summer Sweet variedad # 5244 y Summer Sweet variedad # 5544; como polinizador se utilizó el híbrido diploide Summer Flavor Variedad # 500. Para comparación se incluyeron las variedades de polinización abierta Charleston Gray, Crimson Sweet y Sugar Baby.

Descripción de Variedades

Los catálogos 1991 y 1993 de Abbott & Cobb presentan las siguientes descripciones:

Summer Sweet Variedad # 2532. Cáscara gruesa y resistente con calidad excelente para el transporte. La pulpa es de textura crujiente y es muy dulce. Las plantas son grandes y vigorosas, con un ciclo vegetativo de 90 días, con frutos de un peso aproximado de 5.5 a 6.8 kg, de forma oval, un color de cáscara verde claro con franjas oscuras, la pulpa de un rojo brillante. Tolerante o resistente a enfermedades como la antracnosis. El catálogo 1997 de Abbott & Cobb menciona que el híbrido # 2532 puede ser el triploide de sabor más dulce que cualquier otro disponible.

Summer Sweet Variedad # 5032. Una calidad muy alta, pulpa crujiente medio- fina muy dulce. Plantas grandes y vigorosas con un ciclo vegetativo de 90 días, con frutos de un peso aproximado de 5.5 a 7.2 kg, de forma oval, un color de cáscara verde claro con franjas verdes oscuras, la pulpa de un rojo brillante. Resistente o tolerante a enfermedades como la antracnosis.

Summer Sweet Variedad # 5244. Calidad extremadamente alta, pulpa crujiente de textura fina muy dulce. Plantas grandes y vigorosas con un follaje que proporciona buena protección. Un ciclo vegetativo de 90 días, con frutos de un peso aproximado de 6.3 a 8.1 kg, de forma oblonga, con cáscara verde claro,

franjas verdes oscuras, la pulpa de un rojo brillante. Resistente o tolerante a enfermedades como la antracnosis. El catálogo 1997 de Abbott & Cobb menciona que el híbrido # 5244 se le reconoce ahora como el triploide estándar de la industria por su color exterior, forma, color de pulpa, rendimiento y precocidad.

Summer Sweet Variedad # 5544. Excelente uniformidad, buen rendimiento, plantas vigorosas y calidad total muy alta, pulpa crujiente, un ciclo vegetativo de 88 días, frutos de un peso aproximado de 6.3 a 8.1 kg, de forma oblonga a oval, con cáscara de color verde claro, con franjas verdes oscuras. Resistente o tolerante a enfermedades como fusarium.

Charleston Gray. Adaptación regional universal, resistente al embarque, pulpa rojo dulce, un ciclo vegetativo de 85 días, un peso aproximado de 13.6 kg, de forma oblonga, con cáscara de un pálido verde, larga gris, tolerante o resistente a antracnosis y resistente a marchitez por fusarium. (Anónimo, 1959).

Crimson Sweet. Excelente calidad para el transporte, pulpa de textura fina roja dulce, un ciclo vegetativo de 85 días, un peso aproximado de 11.3 kg, de forma oval, con cáscara verde claro con rayas oscuras, la pulpa es roja y dulce. Resistente o tolerante a enfermedades como la antracnosis y marchitez por fusarium. (Anónimo, 1965).

Sugar Baby. Precoz, buena calidad, ciclo vegetativo de 75 días, un peso aproximado de 3.6 a 5.4 kg, de forma redonda, con cáscara de color oscuro, pulpa roja de buen sabor. Resistente o tolerante a enfermedades como la antracnosis y marchitez por fusarium. (Anónimo, 1957).

Labores Culturales

Siembra

Para llevar a cabo la siembra se utilizaron macetas Jiffy Pots de 5x5cm y el medio de cultivo utilizado fue el Sunshine Mix número 3. La siembra se realizó el 29 de abril, a mano, a razón de una semilla por maceta se sembraron los cinco híbridos y la variedad de polinización abierta Sugar baby; se realizó una segunda siembra el 13 de mayo ya que el híbrido 5032 tuvo una germinación de 7%, utilizando el remanente de semilla de los híbridos triploides y un segundo lote de muestras de semilla de estos híbridos. En esta segunda siembra se aprovechó para incluir también las variedades de polinización abierta Charleston Gray y Crimson Sweet.

Trasplante

La preparación del terreno se hizo con un paso de arado y rastra, por la cual el terreno quedó en las óptimas condiciones para realizar el trasplante, éste se llevó a cabo el 19 de junio por la tarde utilizando parcelas de tres bordos de cinco metros de longitud y una separación entre bordos de dos metros. Se dejó un bordo libre entre parcela y parcela que sirvió para los bordos melgueros quedando estos a seis metros de distancia. Con una separación de un metro entre ellas, se trasplantaron cinco plantas por bordo poniendo en el caso de los híbridos triploides dos hileras de triploides y una hilera de polinizador diploide.

Riegos

Los riegos se aplicaron de acuerdo a las necesidades del cultivo, el primer riego se aplicó el 20 de junio esto con el fin de propiciar el establecimiento de las plantas trasplantadas; el segundo riego se aplicó el 27 de junio y el tercer riego se aplicó el 10 de julio, el experimento se continuó bajo condiciones de riego hasta su final.

Plagas

Se llevo a cabo la aplicación de Malathión para controlar la diabrótica por lo cual se hicieron dos aplicaciones, la primera se hizo el 10 de julio y la segunda el 25 de julio.

Polinización

Para tener una eficiente polinización y por lo tanto un mayor número de frutos se llevó a cabo la instalación de cuatro cajas de abejas, las cuales tendrían como función la polinización de un mayor número de frutos.

Deshierbes

Durante el desarrollo del cultivo se llevaron a cabo tres deshierbes los cuales se efectuaron a mano . Los días 10 y 24 de julio se hicieron deshierbes parciales y el 19 de agosto se dio un deshierbe por completo eliminando con esto la hierba amargosa principalmente.

Cosecha

La cosecha se realizó el 10 de septiembre, cuando habían transcurrido 83 días desde el trasplante.

Variables Evaluadas

El rendimiento se determinó cosechando los frutos de toda la parcela. En bodega se pesaron los frutos y posteriormente se estimó la producción por hectárea. Se determinó también el número de frutos por planta; registrandose el número total de frutos en cada parcela y se dividió entre el número de plantas por parcela. El peso promedio por fruto también fue determinado; para esto se

sumaron los pesos de los frutos de cada parcela y se dividió entre el número de frutos de la parcela.

Diseño Experimental

El experimento se estableció bajo un diseño de bloques al azar con siete tratamientos y cuatro repeticiones en el cual se usaron parcelas de tres hileras con cinco plantas por hileras con una distancia de 1.0 y 2.0 m entre plantas e hilera respectivamente, cada tres hileras se alternaron con un híbrido polinizador.

Análisis Estadístico

Se realizó el análisis de varianza para cada una de las variables, y en los casos de significancia para los tratamientos se utilizó la prueba de comparación de medias de Diferencia Mínima Significativa (DMS) utilizando un nivel de significancia de 0.05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Número de Plantas por Parcela

El análisis de varianza para número de plantas por parcela indicó diferencias altamente significativas para tratamientos (Cuadro 1). Las medias para los diferentes tratamientos se presentan en el Cuadro 2.

Cuadro 1. Análisis de varianza para el número de plantas por parcela de híbridos triploides y variedades diploides de sandía. Zaragoza, Coahuila. 1997.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	FC	F Tabla	
					0.05	0.01
Bloques	3	11.535	3.845	1.787 ns	3.16	5.09
Tratamientos	6	94.428	15.738	7.317 **	2.66	4.01
Error Exp.	18	38.714	2.150			
Total	27	144.67				

C.V.=13.20%

Las variedades Crimson Sweet y Charleston Gray fueron los genotipos con mayor número de plantas por parcela pero esto se debió a que el número de plantas trasplantadas fue de 15 en el caso

de las tres variedades de polinización libre mientras que los cuatro genotipos triploides se trasplantaron diez plantas del triploide y cinco del polinizador; las plantas del polinizador al momento del trasplante estaban en malas condiciones y bastantes de ellas no se establecieron; algo similar sucedió con la variedad Sugar Baby y en consecuencia se consideró solamente las plantas triploides.

Tomando en cuenta los porcentajes de establecimiento entonces el número de plantas establecidas sería de 100% para los triploides 5244 y 5544, 97.5% para los triploides 2532 y 5032, 93.3% para las variedades Crimson Sweet y Charleston Gray y 68.3% para Sugar Baby.

Cuadro 2. Medias para número de plantas y frutos por parcela de híbridos triploides y variedades diploides de sandía. Zaragoza, Coahuila. 1997.

Híbrido o variedad	Número de plantas por parcela.	Número de frutos por parcela
Crimson Sweet	14.00 a	6.75 cd
Charleston Gray	14.00 a	6.75 cd
Sugar Baby	10.25 b	5.25 d
5544	10.00 b	8.25 bcd
5244	10.00 b	15.25 ab
5032	9.75 b	13.01 abc
2532	9.75 b	18.50 a

Número de Frutos por Parcela

El análisis de varianza para esta variable indicó que hay diferencias altamente significativas para tratamientos (Cuadro 3).

Cuadro 3. Análisis de varianza para el número de frutos por parcela de híbridos triploides y variedades diploides de sandía. Zaragoza, Coahuila. 1997.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	FC	F Tabla	
					0.05	0.01
Bloques	3	84.478	28.159	1.276 ns	3.2	5.18
Tratamientos	6	607.335	101.222	4.589 **	2.70	4.1
Error Exp.	17	374.926	22.054			
Total	26	1067.019				

C.V.=44.56%

Como se puede observar en el Cuadro 2, el material que registró un número mayor de frutos por parcela fué el híbrido 2532 con 18.50, seguido del híbrido 5244 con 15.25 frutos por parcela. Los materiales con un número menor de frutos por parcela fueron las tres variedades de polinización abierta.

La comparación de medias (DMS) indica esencialmente la formación de dos grupos de tres medias cada uno, dentro de los cuatro híbridos triploides y un grupo formado por las medias de las tres variedades de polinización abierta que incluye además la media del híbrido triploide con menor número de frutos por parcela que fue el híbrido 5544.

No obstante el menor número de plantas por parcela de los híbridos triploides, estos tuvieron un promedio de 13.75 frutos por parcela superando en más de 100% al promedio de 6.25 frutos por parcela de las variedades de polinización abierta.

Número de Frutos por Planta

De los componentes del rendimiento de sandía, el número de frutos por planta es tal vez el más importante. El análisis de varianza (Cuadro 4) detectó diferencias altamente significativas entre tratamientos para esta variable.

Cuadro 4. Análisis de varianza para número de frutos por planta de híbridos triploides y variedades diploides de sandía. Zaragoza, Coahuila. 1997.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	FC	F Tabla	
					0.05	0.01
Bloques	3	1.395	0.465	1.864 ns	3.16	5.09
Tratamientos	6	7.699	1.283	5.143 **	2.66	4.01
Error Exp.	18	4.490	0.2494			
Total	27	13.585				

C.V. =45.17%

Como puede observarse en el Cuadro 5, los materiales con los valores más altos fueron los híbridos 2532, 5244 y 5032 con 2.02, 1.60 y 1.38 frutos por planta respectivamente, sin ser estadísticamente diferentes. Un segundo grupo de medias sin diferencias estadísticas entre ellas estuvo formado por el híbrido 5544 y las variedades Charleston Gray, Crimson Sweet y Sugar Baby. Los híbridos triploides promediaron 1.455 y las variedades de polinización abierta 0.633 frutos por planta.

Cuadro 5. Medias para número de frutos por planta, peso por fruto y rendimiento por ha de híbridos triploides y variedades diploides de sandía. Zaragoza, Coahuila. 1997.

Híbrido o variedad	Número de frutos por planta	Peso por fruto (kg)	Rendimiento por ha (kg)
2532	2.02 a	5.30 cd	35,231 a
5244	1.60 a	5.85 bc	29,928 ab
5032	1.38 ab	5.57 c	24,783 abc

Crimson Sweet	0.66 bc	6.93 ab	20,958 bcd
Charleston Gray	0.72 bc	7.93 a	18,900 bcd
5544	0.82 bc	5.43 cd	14,652 cd
Sugar Baby	0.52 c	4.195 d	7650 d

Peso por Fruto

El análisis de varianza para peso por fruto indicó diferencias altamente significativa entre tratamientos y diferencias significativas entre repeticiones como puede observarse en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Análisis de varianza para peso por fruto de híbridos triploides y variedades diploides de sandía. Zaragoza, Coahuila. 1997.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	FC	F Tabla 0.05 0.01
Bloques	3	11.018	3.672	4.920 *	3.16 5.09
Tratamientos	6	35.136	5.856	7.845 **	2.66 4.01
Error Exp.	18	13.436	0.746		
Total	27	59.591			

C.V. =14.66%

En el Cuadro 5 se presenta las medias del peso por fruto con las cuales se formaron básicamente tres grupos; el primero formado por las variedades Charleston Gray y Crimson Sweet con frutos de 8 y 7 kg respectivamente, un segundo grupo formado por los híbridos triploides 5244, 5032 y 5544 con frutos de 5.5 kg y el tercer grupo formado por el híbrido 2532 y la variedad Sugar Baby con frutos de 5 y 4 kg respectivamente.

El coeficiente de variación de 14.66% sugiere que hubo poca variación entre las parcelas con la misma variedad y que el peso por fruto es una característica bastante estable, no obstante su naturaleza poligénica.

Rendimiento

El rendimiento resultó afectado por daños de cuervos a frutos así como robo de los mismos de las parcelas experimentales y es altamente probable que esto haya influido negativamente en el error experimental para esta variable así como en las variables de frutos por parcela y frutos por planta. En los tres casos los coeficientes de variación estuvieron entre 41 y 45%.

El análisis de varianza para el rendimiento indicó diferencias altamente significativas entre tratamientos como puede verse en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Análisis de varianza para rendimiento por parcela de híbridos y variedades diploides de sandía. Zaragoza, Coahuila. 1997.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F C	F Tabla	
					0.05	0.01
Bloques	3	1055.888	351.962	0.4813 ns	3.2	5.18
Tratamientos	6	18520.033	3086.672	4.2206 **	2.70	4.1
Error Exp.	17	12432.687	731.334			
Total	26	32008.757				

C.V.=41.45%

En el Cuadro 5 se presentan las estimaciones del rendimiento por hectárea considerando una superficie del 66% ya que el polinizador ocuparía el tercio restante. Se formaron básicamente dos grupos de medias el primero con los híbridos 2532, 5244 y 5032 sin diferencia estadística entre ellas y con un

promedio de producción de 30 toneladas por hectárea; el segundo grupo estuvo formado por el híbrido 5544, y las tres variedades de polinización abierta con una producción promedio de 15 toneladas por hectárea. Las estimaciones del rendimiento sin ningún ajuste por superficie fueron de 31,437; 28,350 y 11.475 kg/ha para las variedades Crimson Sweet, Charleston Gray y Sugar Baby, respectivamente.

Puede observarse en el Cuadro 5 que los tres híbridos con mayor número de frutos por planta fueron los mismos tres híbridos de mayor rendimiento teniendo orden idéntico para ambas variables.

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos es posible concluir: primero, que los híbridos triploides tienen una capacidad de rendimiento superior a la de las variedades de polinización libre y segundo, la capacidad de las variedades de sandía sin semilla para un mayor rendimiento se debe principalmente a su mayor producción de frutos por planta propiciado probablemente por el menor tamaño y el peso de sus frutos.

LITERATURA CITADA

Adams, S. 1994. That gray melon from Charleston. Agricultural Research 42(10): 23-25. U.S. Department of Agriculture.

Andrus, C. F., V. S. Seshadri and P. C. Grimball. 1971. Production of seedless watermelons. USDA Tech. Bull., 1425. p.12

Anónimo. 1957. New vegetable varieties. List IV. Watermelons. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 69:584.

Anónimo. 1959. New vegetables varieties. List II. Watermelon. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 65:507.

Anónimo. 1965. New Vegetables Varieties. Watermelon. List X y XI.

PÜYe 5À e E9

**Agricultural Experiment Station. The Texas A & M University System.
College Station, Texas.**

Fersini, A. 1976. Horticultura especial (Sandía). Horticultura práctica. Editorial Diana. México, D. F. pp. 463-469.

Green, Ch. H. 1962. Effects of ploidy differences on horticultural characteristic in watermelons. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 80 : 550-555.

Hayes, H. K. J., F. R. Immer and D. C. Smith. 1955. Methods of plant breeding. Segunda edición. Mc Graw-Hill Book Company, Inc.

INEGI. 1991. Sandía. Los cultivos anuales de México. VII Censo Agropecuario México, D. F. pp. 320-323.

Karlovich, T. P. 1996. Sistema de producción; transplante. Productores de hortalizas . Año 5. No 5. p. 43.

Kihara, H. 1951. Triploid Watermelon. Amer. Soc. Hort. Sci. Proc. 58: 217-320.

Kihara, H. and I. Nishiyama. 1947. An application of sterility of autotriploid to the breeding of seedless watermelons. Seiken Zihō 3 (III): 5-15.

Linares, J. E. 1992. Efecto de películas fotoselectivas de plásticos para acolchado de suelos en el cultivo de sandía (Citrullus lanatus) cv. Charleston Gray. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. México. 62p.

López P. B. 1993. Evaluación de sandía Cv. Criollo de Morelos a diferentes niveles de humedad en el suelo. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. México.43p.

Love, S. L., B. B. Rhodes and P. E. Nugeht. 1986. Controlled pollination transfer of a nuclear male-sterile gene from a diploid to a tetraploid watermelon line. Euphytica 35:633-638.

Lower, R. L. and K.W. Johnson. 1969. Observations on sterility of induced autotetraploid watermelons. Journal Amer. Soc. Hort. Sci: 86: 621-625.

Maynard, D. N. Empezando bien con sandías triploides (sin semilla). Resumen del folleto " Growing seedless watermelons" traducido por Abbott & Cobb.

Morh, H.C. 1986. Watermelon. In: breedings vegetable crops. M. J. Basset (ed) Aui publishing Company Inc, Connecticut. pp.80-85.

Parsons, J. Stein, L., Lonbrake, T., Cotner, S. And Johnson J. 1988. Seedless watermelon production. Texas Agricultural Extention Service. The Texas A & M University System. Colleague Station, Texas L. 2303.

Robinson, R. W. and D. S. Decker-Walters. 1997. Cucurbits. CAB INTERNATIONAL. U. K. University Press, Cambridge. U. K.

Reyes, J. L. y R. P. Cano. 1992. La polinización de melón y otras cucurbitáceas por la abeja melífera. Talleres Gráficos , I.N.C.A. Rural. A. C. México. 51p.

Roger, N. K. 1996. Catálogo de semillas de hortalizas. Roger N.K. Seed Co. Idaho, USA. pp. 55-80

Sarly, E. A. 1980. Tratado de horticultura. S. A. Segunda edición. Editorial Hemisferio Sur. pp. 25-27.

Sánchez, F. F. Y P. Cano. R. 1992. Hidroponia, un sistema de producción de plantas. Imprenta Universitaria UACH. Impreso en México. pp. 8-9.

Serrano, C. Z. 1979. Fitopatología: La Sandía. El cultivo de las hortalizas en invernaderos. Editorial AEDOS. Biblioteca Agrícola AEDOS. Barcelona, España. pp. 120 y 267.

Stein, L. T., M. Lombrake., M. Braverman. M. Boker, R. Roberts, J. Parson and S. Cotner. 1990. Melon Texas Commercial Vegetable Growers Guide. The Texas A & M University. p. 5.

Stoner, A. K. and K.W. Johnson. 1965. Overcoming autosterility of tetraploid watermelons. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 86:621-625.

Tiscornia, R. 1979. Hortalizas de fruto. Tomate, pimiento, pepino y otras. De albatros, SACI. Buenos Aires, Argentina. pp. 199-227.

Valadéz, L. A. 1997. Cucurbitáceas. Producción de hortalizas. UTEHA. Noriega Editores. Editorial Limusa, S.A. México, D.F. pp. 233- 245.

Villegas, B. M. 1971. Fecha de siembra y su influencia en el rendimiento y calidad de la sandía en la Comarca Lagunera. Informe de Investigaciones Agrícolas. Hortalizas. CIANE. Matamoros, Coahuila. México.

Wall, J. R. 1960. Use of marker genes in producing triploid watermelons. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 76: 557-581.

Ware, G. W. and J. P. Mc Collum. 1975. Watermelons. In: Producing vegetable crops. Second Edition. The Interstate Printers & Publishers, Inc. Danville, Illinois. pp. 493-505.

Watts, V. M. 1962. A marked male-sterile mutant in watermelon. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 81:498-505.

Whitaker, T. W. and G. N. Davis. 1962. Cucurbits: Botany, cultivation and utilization. Leonard Hill (Books) Limited. Londres, Inglaterra.

Zamarripa, M. A. 1973. Observación de ocho cultivares de sandía en la Comarca Lagunera. Informe de Investigación Agrícola. CIANE-LAGUNA. pp. 11-26.

APENDICE

Cuadro A1. Número de plantas por parcela de híbridos triploides y variedades diploides de sandía. Zaragoza, Coahuila. 1997.

HÍBRIDO O VARIEDAD	BLOQUES				TOTAL DE TRATAMIENTOS	MEDIAS
	I	II	III	IV		
2532	9	10	10	10	39	9.75
5032	10	10	9	10	39	9.75
5244	10	10	10	10	40	10
5544	10	10	10	10	40	10
Sugar Baby	9	14	12	6	41	10.25
Charleston Gray	12	15	14	15	56	14
Crimson Sweet	14	15	15	15	56	14
Suma de bloques	74	84	80	73	311	

Cuadro A2. Número de frutos por parcela de híbridos triploides y variedades diploides de sandía. Zaragoza, Coahuila. 1997.

HIBRIDO O VARIEDAD	BLOQUES				TOTAL DE TRATAMIENTOS	MEDIAS
	I	II	III	IV		
2532	26	19	4	25	74	18.5
5032	12	13	11	16	52	13.01
5244	9	18	14	20	61	15.25
5544	5	7	10	11	33	8.25
Sugar Baby	4	7	7	3	21	5.25
Charleston Gray	7	6	5	9	27	6.75
Crimson Sweet	6	4	9	8	27	6.75
Suma Bloques	69	19	4	25	295	

Cuadro A3. Rendimiento por parcela de híbridos triploides y Variedades diploides de sandía. Zaragoza, Coahuila. 1997.

HIBRIDO O VARIEDAD	BLOQUES				TOTAL DE TRATAMIENTOS	MEDIAS
	I	II	III	IV		
2532	146.6	118	19.4	139.2	423.2	105.8
5032	73.3	77.8	64.8	81.2	297.7	74.43

5244	65.6	100.8	95.3	97.8	359.5	89.87
5544	29.6	36.4	69.0	41.0	176	44
Sugar Baby	22.0	31.2	28.8	9.8	91.8	22.95
Charleston Gray	62.8	56.8	38.8	68.4	226.8	56.69
Crimson Sweet	57.6	70.6	73.4	49.9	251.5	62.87
Suma de bloques	457.1	491.6	389.5	487.9	1826.1	

Cuadro A4. Número de frutos por planta de híbridos triploides y variedades diploides de sandía. Zaragoza, Coahuila. 1997.

HIBRIDO O VARIEDAD	BLOQUES				TOTAL DE TRATAMIENTOS	MEDIAS
	I	II	III	IV		
2532	3.00	2.20	0.40	2.50	8.1	2.0
5032	1.20	1.50	1.22	1.60	5.5	1.3
5244	1.00	1.80	1.40	2.20	6.4	1.6
5544	0.50	0.70	1.00	1.10	3.3	0.8
Sugar Baby	0.44	0.57	0.58	0.50	2.0	0.5
Charleston Gray	0.58	0.40	0.42	1.50	2.9	0.7
Crimson Sweet	0.52	0.60	0.80	0.75	2.6	0.6
Suma de bloques	7.22	7.77	5.82	10.25	30.96	

Cuadro A5. Peso de fruto de híbridos triploides y variedades diploides de sandía. Zaragoza, Coahuila. 1997.

HÍBRIDO O VARIEDAD	BLOQUES				TOTAL DE TRATAMIENTOS	MEDIAS
	I	II	III	IV		
2532	5.429	5.363	4.850	5.568	21.2	5.30
5032	6.108	5.186	5.980	5.112	22.29	5.57
5244	6.560	5.600	6.807	4.445	23.41	5.85
5544	5.920	5.200	6.900	3.727	21.74	5.43
Sugar Baby	5.500	3.900	4.114	3.266	16.78	4.19

X

Charleston Gray	8.971	9.466	6.466	6.840	31.74	7.93
Crimson Sweet	8.228	7.844	6.116	5.544	27.73	6.93
Suma de bloques	46.71	42.55	41.14	34.50	$\Sigma_{TOTAL}=164.91$	

