

**Proyecto Monográfico**

**Ingeniería Técnica Agrícola en Hortofruticultura y Jardinería**

**UNIVERSIDAD DE ALMERÍA**

**ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA**



**“EVALUACIÓN COMPARATIVA EN CULTIVO DE SANDÍA  
TRIPLOIDE CV. FASHION DE DOS POLINIZADORES,  
POLINIZADOR CONVENCIONAL CV. JENNY Y  
DESECHABLE SP4”**

**Directores:**

**Dr. Fernando Diánez Martínez**

**Dra. Milagrosa Santos Hernández**

**Alumno:**

**Miguel Ángel Martínez Ortiz**

**Almería, noviembre 2011**

# ÍNDICE



1. INTERÉS Y OBJETIVOS	1
1.1. Interés del experimento	1
1.2. Objetivos del experimento	2
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. Introducción	3
2.2. Características morfológicas	3
2.2.1. Morfología de los órganos vegetativos de la planta	4
2.2.2. Morfología de los órganos reproductivos de la planta	4
2.3. Fisiología del cultivo	5
2.3.1. Exigencias climáticas del cultivo	5
2.3.2. Fisiología del desarrollo del fruto	7
2.3.2.1. Triploidia	9
2.3.2.2. Polinización de la sandía	11
2.3.2.2.1. Polinización con abejas	12
2.3.2.2.2. Polinización de la sandía triploide	13
2.3.2.2.3. Partenocarpia de frutos	15
2.3. Fitohormonas y fitorreguladores	16
2.4.1. Auxinas	17
2.4.2. Giberelinas	18
2.4.3. Citoquininas	19
2.4.4. Ácido abcísico	20
2.4.5. Etileno	20

2.5. Empleo de variedades polinizadoras desechables para el cuaje de frutos	20
2.6. Factores que inciden en el desarrollo del cultivo	21
2.6.1. Factores abióticos	21
2.6.1.1. Exigencias de la sandía en suelo	21
2.6.1.2. Riego y fertilización del cultivo	21
2.6.2. Factores bióticos	23
2.6.2.1. Plagas	23
2.6.2.2. Enfermedades	24
2.7. El material vegetal	25
2.7.1. Variedades de sandía existentes en el mercado	25
2.7.2. Variedades polinizadoras desechables	27
2.8. Tecnología de producción en sandía	28
2.8.1. Injerto	28
2.8.1.1. Injerto de hortalizas	28
2.8.1.2. Finalidad del injerto	28
2.8.1.3. Compatibilidad entre el portainjertos y la variedad	29
3. MATERIAL Y MÉTODOS	31
3.1. Ubicación del experimento	31
3.2. Características del invernadero	31
3.3. Características del sustrato	32
3.4. Instalación de riego y almacén	32
3.5. Material vegetal	33

	Índice
3.5.1. Características del patrón	33
3.5.2. Características de las variedades	34
3.6. Labores culturales	35
3.6.1. Ciclo de cultivo	35
3.6.2. Fase de semillero	36
3.6.3. Trasplante	36
3.6.4. Técnicas de semiforzado	37
3.6.5. Formación de plantas	37
3.6.6. Cuajado de frutos	38
3.6.7. Manejo del fertirriego	38
3.7. Recolección	38
3.8. Diseño experimental	39
3.9. Toma de datos	40
3.10. Análisis estadístico	43
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	46
4.1. Producción	47
4.1.1. Producción total (Kg.m <sup>-2</sup> )	47
4.2. Componentes del rendimiento	51
4.2.1. Peso medio del fruto (kg)	51
4.2.2. Número de frutos acumulados (Nº de frutos.m <sup>-2</sup> )	54
4.2.3. Número de frutos acumulados por planta	56
4.2.4. Producción por planta (kg/planta)	58

	Índice
4.3. Calidad	60
4.3.1. Contenido de sólidos solubles (°Brix)	60
4.3.2. Grado de acidez (pH)	63
4.3.3. Dureza de la pulpa (kg.cm <sup>-2</sup> )	65
4.3.4. Espesor de la corteza (mm)	67
4.3.5. Tamaño de la cicatriz pistilar (mm)	69
4.3.6. Perímetro longitudinal (mm)	71
4.3.7. Perímetro transversal (mm)	73
4.3.8. Coeficiente de forma (PL/PT)	74
5. CONCLUSIONES	77
6. BIBLIOGRAFÍA	78

**ÍNDICE DE CUADROS**

**Cuadro 1.** Temperaturas críticas para sandía en distintas fases de su desarrollo. (Huitrón, 2005).

**Cuadro 2.** Número de colmenas según distintos autores.

**Cuadro 3.** Consumos medios ( $l/m^2 \cdot día$ ) del cultivo de sandía en invernadero.

**Cuadro 4.** Variedades de sandía triploides y diploides de tipo Crimson Sweet y Sugar Baby.

**Cuadro 5.** Efecto que conlleva la utilización de la variedad polinizadora desechable *cv.* SP4 frente a la variedad polinizadora Jenny sobre la producción de sandía triploide ( $Kg \cdot m^{-2}$ ) *cv.* Fashion.

**Cuadro 6.** Datos de ensayo comparativo de variedades polinizadoras en cuanto a parámetros cuantitativos y cualitativos realizado por M. Romeu.

**Cuadro 7.** Efecto que produce en cuanto al peso medio del fruto (Kg) de sandía triploide *cv.* Fashion utilizando dos variedades polinizadoras diploides *cv.* SP4 frente al *cv.* Jenny.

**Cuadro 8.** Datos de ensayo comparativo de variedades polinizadoras en cuanto a parámetros cuantitativos y cualitativos realizado por M. Romeu.

**Cuadro 9.** Efecto asociado a la utilización de dos variedades polinizadoras distintas como son el *cv.* SP4 frente al *cv.* Jenny sobre el número de frutos acumulados por metro cuadrado (número de frutos  $\cdot m^{-2}$ ) para la producción de sandía triploide *cv.* Fashion.

**Cuadro 10.** Efecto asociado a la utilización de dos variedades polinizadoras distintas como son el *cv.* SP4 frente al *cv.* Jenny sobre el número de frutos acumulados por planta (número de frutos  $\cdot planta$ ) para la producción de sandía triploide *cv.* Fashion.

**Cuadro 11.** Efecto asociado a la utilización de dos variedades polinizadoras distintas como son el *cv.* SP4 frente al *cv.* Jenny sobre la producción por planta ( $Kg/planta$ ) para la producción de sandía triploide *cv.* Fashion.

**Cuadro 12.** Efecto asociado a la utilización de dos variedades polinizadoras distintas como son el *cv.* SP4 frente al *cv.* Jenny sobre el contenido de sólidos solubles ( $^{\circ}Brix$ ) para la producción de sandía triploide *cv.* Fashion.

**Cuadro 13.** Efecto asociado a la utilización de dos variedades polinizadoras distintas como son el *cv.* SP4 frente al *cv.* Jenny contenido sobre el grado de acidez (pH) para la producción de sandía triploide *cv.* Fashion.

**Cuadro 14.** Efecto asociado a la utilización de dos variedades polinizadoras distintas como son el *cv.* SP4 frente al *cv.* Jenny sobre la dureza de la pulpa ( $\text{Kg.cm}^{-2}$ ) del fruto de la variedad principal triploide *cv.* Fashion.

**Cuadro 15.** Efecto asociado a la utilización de dos variedades polinizadoras distintas como son el *cv.* SP4 frente al *cv.* Jenny sobre el espesor de la pulpa (mm) del fruto de la variedad principal triploide *cv.* Fashion.

**Cuadro 16.** Efecto que produce en cuanto al tamaño de la cicatriz pistilar (cm) en sandía triploide *cv.* Fashion utilizando dos variedades polinizadoras diploides *cv.* SP4 frente al *cv.* Jenny.

**Cuadro 17.** Efecto que produce sobre el perímetro longitudinal (cm) en sandía triploide *cv.* Fashion utilizando dos variedades polinizadoras diploides *cv.* SP4 frente al *cv.* Jenny.

**Cuadro 18.** Efecto que produce sobre el perímetro transversal (cm) en sandía triploide *cv.* Fashion utilizando dos variedades polinizadoras diploides *cv.* SP4 frente al *cv.* Jenny

**Cuadro 19.** Efecto que produce el empleo de la variedad polinizadora *cv.* SP4 frente a la variedad polinizadora *cv.* Jenny en cuanto al coeficiente de forma.

**ÍNDICE DE FIGURAS**

**Figura 1.** Esquema desarrollo del fruto.

**Figura 2.** Obtención de semilla triploide.

**Figura 3.** Diseño experimental.

**Figura 4.** Estadillo toma de datos de producción y calidad externa.

**Figura 5.** Efecto que tiene la utilización de las dos variedades polinizadoras utilizadas en el ensayo sobre la producción total ( $\text{Kg.m}^{-2}$ ).

**Figura 6.** Datos Agroclimáticos obtenidos de la red de Información Agroclimática de la Junta de Andalucía

**Figura 7.** Efecto que, sobre el peso medio ( $\text{Kg}$ ) tiene la utilización de las dos variedades polinizadoras utilizadas en el ensayo.

**Figura 8 .** Efecto que, el número de frutos. $\text{m}^{-2}$  tiene la utilización de las dos variedades polinizadoras utilizadas en el ensayo

**Figura 9.** Efecto que, sobre el número de frutos por planta tiene la utilización de las dos variedades polinizadoras utilizadas en el ensayo.

**Figura 10.** Efecto que, sobre la producción por planta ( $\text{Kg/planta}$ ) en la variedad principal *cv.* Fashion, tiene la utilización de las dos variedades polinizadoras utilizadas en el ensayo.

**Figura 11.** Efecto que, sobre el contenido de sólidos solubles ( $^{\circ}\text{Brix}$ ), produce la utilización de las dos variedades polinizadoras dedicadas al estudio.

**Figura 12.** Efecto que, sobre el grado de acidez ( $\text{pH}$ ), produce la utilización de las dos variedades polinizadoras dedicadas al estudio.

**Figura 13.** Efecto que, sobre la dureza de la pulpa ( $\text{Kg.cm}^{-2}$ ), produce la utilización de las dos variedades polinizadoras dedicadas al estudio en los frutos de la variedad triploide *cv.* Fashion

**Figura 14.** Efecto que, sobre el espesor de la corteza (mm), produce la utilización de las dos variedades polinizadoras dedicadas al estudio en los frutos de la variedad triploide *cv. Fashion*.

**Figura 15.** Efecto que, sobre el tamaño de la cicatriz pistilar (Cm) tiene el empleo de los dos *cultivares* de sandía dedicados al estudio.

**Figura 16.** Efecto que, sobre el perímetro longitudinal (Cm) tiene el empleo de los dos *cultivares* de sandía dedicados al estudio.

**Figura 17.** Efecto que, sobre el perímetro transversal (Cm) tiene el empleo de los dos *cultivares* de sandía dedicados al estudio

**Figura 18.** Efecto que, sobre el Coeficiente de forma tiene el empleo de los *cultivares* de sandía dedicados al estudio.

# INTERÉS Y OBJETIVOS



## 1. INTERÉS Y OBJETIVOS

### 1.1 INTERÉS DEL EXPERIMENTO

El cultivo de sandía en Almería se inició en los años 60, desde entonces se ha producido diversas mejoras en las técnicas de producción, dando lugar a un aumento de la productividad, consiguiendo así una mayor rentabilidad del cultivo. Entre dichas mejoras está la introducción en el mercado de sandías sin semillas, que mejoró si cabe la demanda por parte del consumidor.

El constante incremento que se está produciendo en la demanda de sandías triploides (sandías sin semillas) desde los años 90, hace pensar que en un período de tiempo constituirán gran parte de la producción de sandía (Huitrón, 2005), pasando de las 1800 t comercializadas en 1990 a las aproximadamente 270.000 del año 2002 (Camacho, 2003).

Los frutos con semilla triploide se consiguen al cruzar flores femeninas de plantas tetraploides ( $4n$ ) con flores masculinas de plantas diploides ( $2n$ ). Una característica de estos híbridos con semilla triploide es que ésta en los frutos queda sin conformarse, no lignifican, presentándose de color blanco; además el número de ellas es menor.

A pesar de que presentan significativas ventajas comerciales, las sandías triploides muestran problemas desde el punto de vista de la producción, debido a que estas variedades, producen polen estéril, y por tanto deben ser polinizadas con variedades diploides, en proporción y distribución adecuadas (Camacho y Fernández, 2000). Otros problemas son los que se pueden producir en el momento de la polinización por falta de coincidencia en el tiempo de floración de las dos variedades (Camacho y Fernández, 1997), por otro lado los costes de producción son superiores que en las sandías tradicionales debido al mayor coste de la semilla, por ello es importante conseguir garantizar la productividad, de manera que sea rentable para el agricultor; además no toda la superficie disponible de cultivo se dedicará a plantas de sandías sin semilla, sino que parte de la producción será de sandías con semillas.

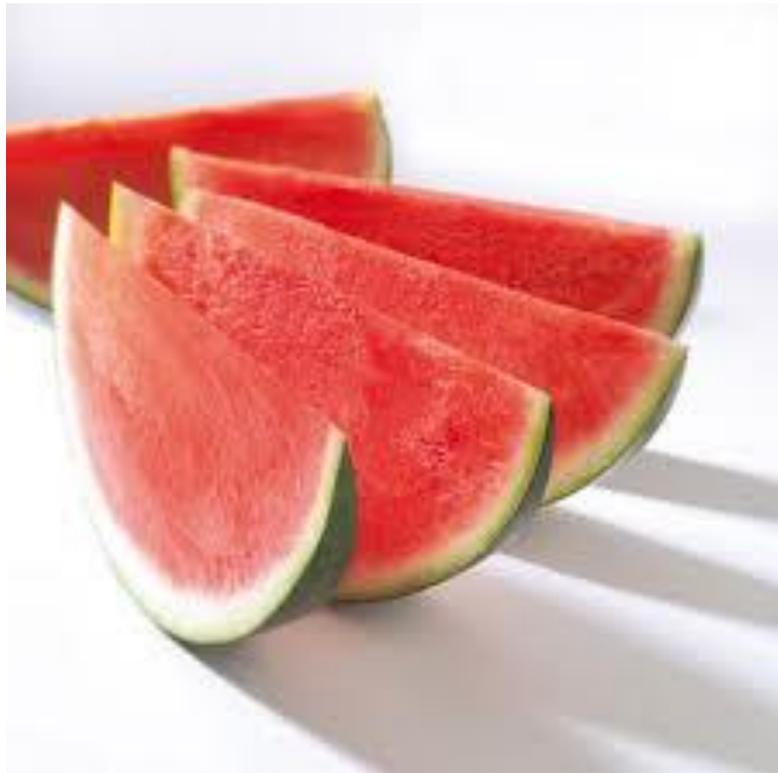
Con el fin de obtener toda la superficie dedicada al cultivo de sandías sin semillas se han realizado diversos estudios sobre la utilización de variedades polinizadoras como el polinizador de fruto desechable *cv.* SP4. De esta forma y aumentando la densidad de plantación podemos dedicar la superficie total a la producción de sandía sin semilla.

Según la información proporcionada por la empresa de semillas que desarrolló dicho polinizador posee las siguientes ventajas: Abundante floración masculina, aumenta el cuaje de frutos, se puede aumentar el número de plantas desde sandía sin semilla por hectárea, resistencia intermedia a *Fusarium* y *Antracnosis*.

## **1.2 OBJETIVOS DEL EXPERIMENTO**

El objetivo del ensayo que se plantea, es comparar la influencia que tiene en parámetros cuantitativos y cualitativos del rendimiento del cultivo, el empleo de un polinizador convencional *cv.* Jenny, frente al polinizador de fruto no comercial *cv.* SP4 con el fin último de determinar la rentabilidad de la utilización del polinizador desechable SP4 como alternativa al cuaje de frutos en sandía para obtener la totalidad de producción de sandía sin semillas.

# **REVISIÓN BIBLIGRÁFICA**



## **2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 INTRODUCCIÓN**

Los primeros datos que se tienen de la sandía son de hace aproximadamente 5000 años en Egipto, desde donde se difundieron a través de los mercaderes que vendieron semillas en las rutas del Mediterráneo. Ellos las introdujeron en Italia y Grecia. Los pobladores europeos fueron quienes la llevaron hasta América, donde su cultivo se extendió por todo el continente. Su área de difusión en Europa ha sido casi exclusivamente el Mediterráneo, donde se encuentran los principales productores.

En los últimos años (especialmente el siglo pasado y el que transcurre) se han logrado grandes avances en el mejoramiento genético de la sandía. Investigadores en el sector público y privado alrededor del mundo han desarrollado variedades e híbridos con mejores características agronómicas; pero también se ha dado importancia a la resistencia a enfermedades, mejor contenido nutricional y a variados tamaños y formas del fruto, así como diversidad en color y tonalidad de pulpa. La popularidad de la sandía se debe en gran medida a la introducción de híbridos triploides (sin semilla) (Juárez, 2003).

### **2.2. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS**

#### **2.2.1 Morfología de los órganos vegetativos de la planta.**

La raíz de la sandía es ramificada; la raíz principal se ramifica en raíces primarias y éstas, a su vez, vuelven a subdividirse. La raíz principal alcanza un gran desarrollo en relación con las raíces secundarias. Actualmente éste órgano carece de importancia, debido a que alrededor del 95% de la sandía que se cultiva en la provincia de Almería es injertada sobre patrón de *C. maxima* x *C. moschata*. (Camacho, 2003).

Los tallos son herbáceos, tendidos, trepadores y recubiertos de pilosidad, se extienden por el suelo de modo rastrero llegando a tener longitudes de 4-6 metros. Poseen zarcillos que pueden ser bífidos o trifidos. El inicio del desarrollo aéreo de la planta se produce con un solo brote (brote principal), no emergiendo otros brotes hasta que existan 5-8 hojas bien desarrolladas. Cuando la planta ha completado su inicio

emergen los brotes terciarios y así sucesivamente hasta que el desarrollo vegetativo de la planta llega a cubrir de 4 a 5 m<sup>2</sup>.

Las hojas son pinnado-partidas y están divididas en tres-cinco lóbulos de apariencia redondeada, que a su vez aparecen divididos en varios segmentos redondeados, presentando entalladuras sin llegar a la nerviación principal.

### **2.2.2 Morfología de los órganos reproductivos de la planta.**

Es planta monoica, apareciendo las flores tanto femeninas como masculinas en las axilas de las hojas. Las flores son de color amarillo, solitarias y de polinización entomófila, lo que hace aconsejable el uso de colmenas en las plantaciones. (Camacho 2003; Salisbury y Ross, 1992). La diferenciación de la flor por sexo es sencilla, ya que la flor femenina posee un ovario ínfero que se ve a simple vista.

En la sandía, las primeras flores en aparecer son las masculinas y, a continuación, las femeninas. La flor femenina puede aparecer tanto en la rama principal, como en las de segundo, tercer y cuarto orden, al contrario del melón, cuyas flores hembras aparecen, generalmente, en las ramas de tercer orden y algunas veces en las de segundo orden (Reche, 1994).

Como sucede en otras cucurbitáceas, existe correlación entre el número de tubos polínicos germinados y el tamaño del fruto (Maroto, 1996).

El fruto de la sandía es una baya globosa u oblonga en pepónide con pesos que oscilan entre los dos y veinte kilogramos, aunque no se comercializan aquellos con más de 8 Kilogramos. Presenta una placenta carnosa y epicarpio quebradizo, generalmente liso, de color, forma y tamaño variables, con la pulpa más o menos dulce y color que va del rosa claro al rojo intenso. En su interior lleva las semillas de tamaño variable (dependiendo del cv) y de color variable, negras, marrón o blancas.

El tamaño de los frutos también depende directamente del número de frutos producidos por planta. La planta tiene que repartir todos sus minerales y productos fotosintetizados entre todos los frutos. (Mejías, 2004).

Las semillas continúan su maduración al mismo tiempo que el fruto, no existe dormición en la semilla de sandía y en caso necesario éstas pueden ser sembradas inmediatamente después de su extracción. Las semillas de sandía germinan entre los 2 y 14 días después de sembradas dependiendo de la temperatura y humedad pero el contenido cromosomas también tienen influencia en la germinación. En general las semillas de tipo diploide (2 cromosomas por célula) germinarán más rápido; seguidas por las semillas de tipo tetraploide (4 cromosomas por célula); y finalmente las semillas de tipo triploide (3 cromosomas por célula) (Juárez, 2003).

## **2.3. FISIOLÓGÍA DEL CULTIVO**

### **2.3.1 Exigencias climáticas del cultivo**

La sandía requiere temperaturas de germinación de 15° C como mínimo, estando el óptimo en torno a los 25° C. Los cvs triploides (sin semillas) presentan más problemas de germinabilidad y más exigencias térmicas que los cvs normales. La floración requiere entre 18-25° C; temperaturas más bajas pueden interferir negativamente en la polinización y cuajado de los frutos y éstos, aunque se desarrollen, pueden aparecer deformados. El crecimiento vegetativo y la maduración, suelen requerir entre 23 y 28° C. (Maroto, 1996).

Es aconsejable que la temperatura ambiental en el interior del invernadero no baje de 20°C durante la noche, ni sobrepasar los 30°C durante el día; éste salto térmico de 10°C produce desequilibrios en las plantas, abriéndose en algunos casos los cuellos de las mismas y algunos tallos; el polen que realizan las flores en esas condiciones normalmente no es viable. Temperaturas de 10-12° C influyen en el crecimiento de la planta y la floración se retrasa, alargándose el ciclo vegetativo.

**Cuadro 1.** Temperaturas críticas para sandía en distintas fases de su desarrollo (Huitrón, 2005).

Fase de desarrollo		Temperatura
<b>Helada</b>		0
<b>Detención de la vegetación</b>		11-13
<b>Germinación</b>	Óptima	15
	Óptima	25
<b>Floración</b>	Óptima	18-20
<b>Desarrollo</b>	Óptima	23-28
<b>Maduración del fruto</b>		23-28

Otro factor climático importante es la humedad, por tanto por la incidencia que tiene en el desarrollo de plagas y enfermedades como en el crecimiento de la planta, siendo crítico en algunos estados fenológicos como en la floración. Lo ideal es que el contenido esté entre el 60% y el 80%.

Un exceso de humedad puede provocar dificultad en la germinación, producir asfixia radicular, obteniéndose frutos sin sabor y poco dulces, además de favorecer el rajado de frutos en la etapa de maduración. Por otra parte la falta de humedad en el suelo provoca deshidratación de los tejidos, dificulta la absorción de nutrientes, y por tanto, propicia menor desarrollo vegetativo (Huitrón, 2005).

### 2.3.2 Fisiología del desarrollo del fruto

El “cuajado” es el proceso de transformación del ovario de la flor a fruto. La energía necesaria para el cuajado y desarrollo del fruto se obtiene de los fotoasimilados y nutrientes de la planta, cuyo aporte limitará también el número de frutos producido por planta. El desarrollo del ovario hasta convertirse en fruto se divide en tres fases.

**1ª Fase:** comprende la polinización y la fertilización del óvulo. Comienza con la emisión de granos de polen, los cuales son transportados de la flor masculina a la femenina por medio de abejas, otros insectos o aire. Una vez que el polen está sobre el estigma de la flor femenina se produce su germinación y la emisión del tubo polínico, el cual avanza por el interior del estilo hasta que llega a la cercanía de un óvulo.

El polen produce giberelinas, éstas a su vez inducen un incremento en el contenido de auxinas, las cuales conducen al cuaje del fruto. (Varokuaux *et al.*, 2000)

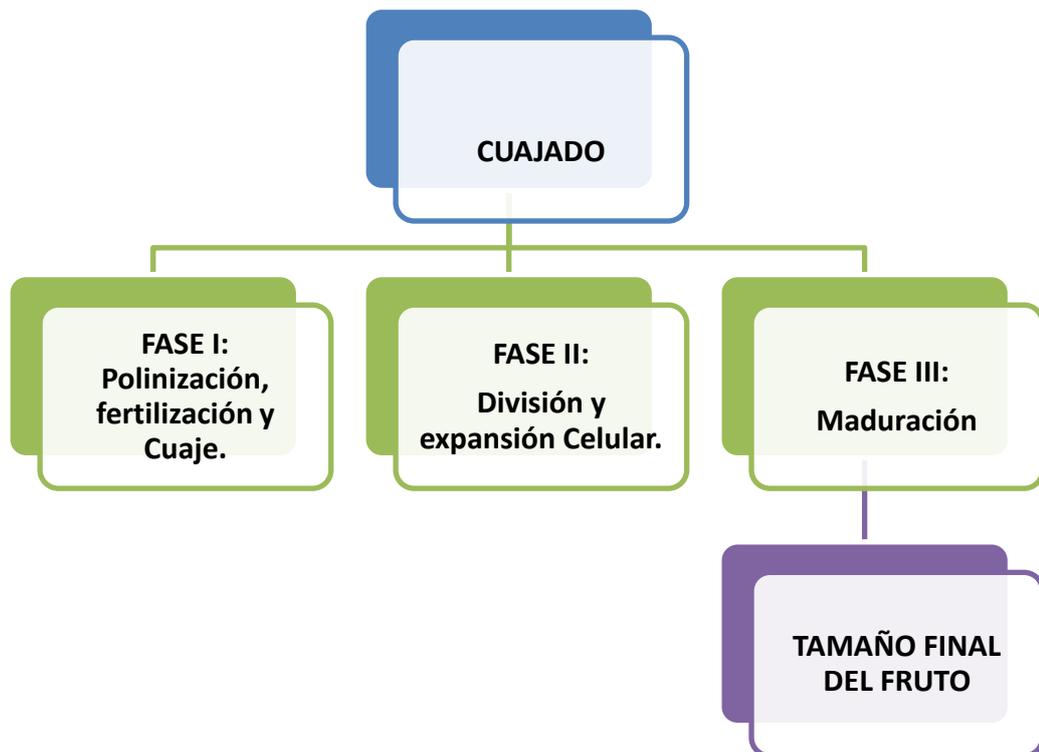
**2ª Fase:** el desarrollo del embrión controla la tasa de división celular en el tejido que envuelve al fruto de tal forma que el número de semillas desarrolladas influye en el tamaño y peso final del fruto (Varoquaux *et al.*, 2000). Generalmente se considera que el desarrollo de semillas promueve la expansión del fruto debido a la producción de auxinas y citoquininas, con respecto a esta última existen evidencias que la señalan como sustancia que juega un papel central en los procesos de cuaje y desarrollo del fruto (Stevens; citado por Arnau *et al.*, 1999).

**3ª Fase:** se inicia después del cese de la división celular. En esta etapa las células hijas comienzan a aumentar su tamaño por acumulación de azúcares y otras sustancias proporcionadas por las hojas propiciando el crecimiento del fruto hasta alcanzar el tamaño final. La expansión celular comúnmente incrementa 100 veces el tamaño final del fruto.

Al final del desarrollo inicial, el fruto ha alcanzado su máximo tamaño, a partir de este punto se inicia el proceso de maduración. Desde que se produce la fecundación hasta que se realiza el corte va de 25 a 45 días, siendo este periodo menor a medida que la plantación es más tardía (Camacho y Fernández, 2000).

Durante la maduración del fruto, ocurren una serie de cambios externos de color, textura, etc. En conjunto, el fruto adquiere todas sus propiedades organolépticas.

Las transformaciones más importantes que ocurren en el fruto durante la maduración son degradación de la clorofila y aumento en la síntesis de pigmentos como carotenos y las antocianinas, degradación de pectinas de las paredes celulares y transformación del almidón en azúcares y disminución de la acidez, así como pérdida de la astringencia.



**Figura 1.** Esquema desarrollo del fruto

### 2.3.2.1 Triploidia

La producción de sandía triploide (también conocida como sin semilla o en inglés “seedless watermelon”) se logra a través de la manipulación del número de cromosomas en uno de los parentales con los que se formará el híbrido.

La sandía en su “estado” natural es diploide y el número haploide de cromosomas es 11. Es decir cada una de las células de una sandía (semilla, planta, tallo, flor, fruto) tienen 22 cromosomas (diploide =  $2N = 22$ ).

A través de un tratamiento químico se puede lograr que el número de cromosomas se duplique. Por lo tanto cada célula de una sandía químicamente tratada tendrá 44 cromosomas.

El producto químico más convencional es un alcaloide llamado colchicina ( $C_{22}H_{25}O_6N$ ). Este producto distorsiona la segregación o separación de los cromosomas en el momento de replicación y se consigue que las células contengan un mayor número de cromosomas. Durante el proceso de este tratamiento con colchicina varias cosas pueden pasar. Es posible matar las plantas debido a fitotoxicidad causada por el producto. También es posible obtener plantas aneuploides y plantas quimeras; es decir que son parcialmente diploide y parcialmente tetraploide (y en raros casos hay incluso sectores triploides).

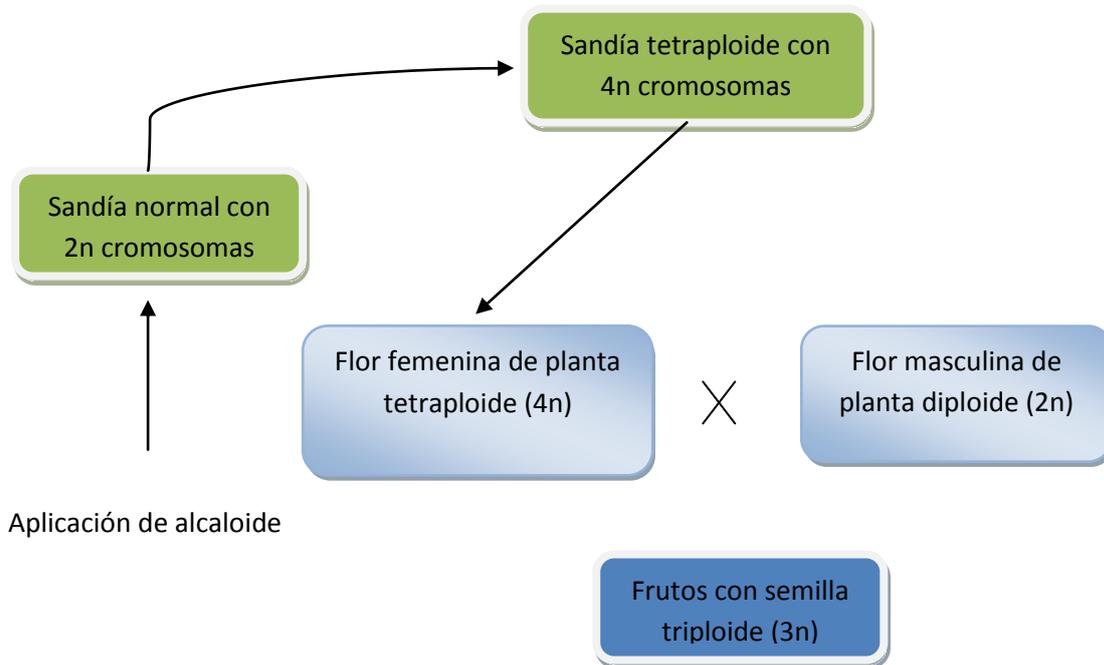
Una vez que se ha comprobado que las plantas que sobrevivieron al tratamiento con colchicina son tetraploides se procede a autofecundarlas para incrementar la semilla tetraploide. En las primeras generaciones de autofecundación el contenido de semilla por fruto suele ser muy bajo debido al estrés que la planta está teniendo (hay que recordar que se está alterando su estado natural de diploide).

Después de varias generaciones (ciclos) de autofecundación se logra estabilizar la línea para que se mantenga en fase tetraploide y que produzca buena semilla.

El tratamiento de las líneas tetraploides se hace por autofecundación, de igual manera que se mantendría una línea diploide. Pero se debe de poner especial cuidado al

momento de producirla porque un porcentaje mínimo en la población tetraploide va a tener la tendencia de regresar a su estado natural diploide. Estas plantas deberán eliminarse del lote de producción para no tener problemas de contaminación en el futuro.

A continuación se presenta un esquema para la producción de semilla triploide.



**Figura 2.** Obtención de semilla triploide (Camacho, 2003).

La producción de semilla triploide (que después producirá frutos sin semilla) se logra a través de cruzar una línea tetraploide como el componente femenino con una línea diploide como donante de polen. El cruzamiento inverso no produce semilla.

El polen que producen las plantas triploides no es viable y la cantidad del mismo es mínima. Es por ello que en un campo de producción de sandías sin semillas se debe de sembrar las plantas triploides acompañadas con un polinizador diploide.

Desde el prisma del consumidor, la sandía triploide (apirena) se diferencia fundamentalmente de las tradicionales en que apenas tienen “pepitas”; las pocas que poseen no están lignificadas, facilitando el consumo incluso para los más pequeños del hogar. Es un producto muy apreciado por un nuevo segmento de mercado consumidor

muy exigente. Los valores añadidos de las sandías triploides se traducen en su precio en el mercado, considerablemente más alto que las diploides o tradicionales, siendo un cultivo más rentable para el agricultor. (Camacho y Fernández, 2000).

### **2.3.2.2. Polinización de la sandía**

Cuando las plantas han pasado por una serie de estados de desarrollo y se dan unas condiciones ambientales concretas se produce la floración. (Camacho, 2003). Durante la floración, las yemas florales darán lugar a las flores masculinas o femeninas, teniendo la nutrición, la temperatura y el fotoperiodo gran influencia sobre la iniciación floral. Una vez aparezcan las flores femeninas, el ambiente del invernadero, el estado sanitario y el vigor de la planta han de ser idóneos para el polen pueda desprenderse y fecundar la flor femenina. (Reche, 1994).

La fecundación de los frutos comienza con la emisión de granos de polen, los cuales son transportados de la flor masculina a la femenina por medio de abejas (*Apis mellifera L.*), otros insectos o aire. Una vez que el polen está sobre el estigma de la flor femenina se produce su germinación y la emisión del tubo polínico, el cual avanza por el interior del estilo hasta llegar a la cercanía de un óvulo. Por la acción de las células sinérgidas, se produce la división del núcleo germinativo del grano de polen y la doble fecundación de la ovocélula y el núcleo secundario. El cigoto formado comienza a dividirse para ir formando el embrión y el núcleo triploide hace lo propio y forma los tejidos de reserva de la futura semilla. Las cubiertas de los óvulos se transformarán en las cubiertas de la semilla (Camacho, 2003).

La emisión del tubo polínico y su posterior desarrollo está condicionado por la naturaleza bioquímica del jugo que recubre el estigma y de los nutrientes suministrados por el estilo. El desarrollo del tubo polínico ha de ser rápido, de modo que cuando llegue al óvulo, éste se encuentre vivo.

Este proceso de polinización y fecundación puede ser alterado por distintas circunstancias, contribuyendo a la falta de fecundación, produciéndose la esterilidad.

Las causas más frecuentes de esterilidad son (Camacho, 2003):

- Emisión de polen no viable.
- Falta de sincronización en la maduración del polen y los óvulos. Es frecuente entre variedades distintas.
- Aborto del óvulo antes de que el polen llegue al ovario.
- Posición cromosómica del óvulo es diferente a la del polen. Es el caso de polinización entre variedades diploides y triploides.

#### **2.3.2.2.1. Polinización con abejas**

La polinización efectiva del polen en el proceso de polinización es el principal factor que afecta a la producción de frutos; esto es particularmente más importante para especies que requieren la polinización cruzada como es el caso de los cultivares triploides que precisan de la intercalación de planta polinizadora para el cuaje de fruto. (Stanghellini *et al.*, 2002; citado por Huitrón, 2005).

La sandía necesita de gran cantidad de polen para que tenga lugar un buen cuajado y desarrollo de los frutos; por ello resulta conveniente colocar colmenas (Camacho y Fernández, 2000, citado por Huitrón, 2005). Las abejas (*Apis mellifera L.*) son las encargadas de transportar el polen de las flores masculinas a las femeninas, aunque utilizan la flor con doble propósito, como fuente de polen y de néctar (Wein, 1997; citado por Huitrón 2005).

Reche (1994) asegura que la utilización de las abejas para el cuaje de fruto en el cultivo de sandía, es la forma más segura y eficaz para una correcta polinización de la sandía; no obstante, es importante considerar que su actividad se ve muy limitada en condiciones desfavorables para la polinización (temperatura y radiación solar bajas), dando como consecuencia una pobre fructificación (Hayata y Niimi, 1995; Hayata *et al.*, 2000; citados por Huitrón, 2005).

Para conseguir un buen desarrollo del fruto de la sandía se considera necesaria la afluencia media de 500-1000 granos de polen por cada flor femenina, lo que se consigue con una población de una abeja por cada 100 flores femeninas y unas diez visitas de la abeja a la flor (Maynard, Collison; citados por Maroto *et al.*, 1996). Para ello se colocan

de dos a cuatro colmenas por hectárea, a veces incluso más; dependiendo de la superficie del módulo – invernadero, del marco de plantación empleado, del estado vegetativo del cultivo y de la climatología (Camacho y Fernández, 2000; citado por Huitrón, 2005). El número de colmenas recomendadas varía según los autores (Cuadro 2) (citado por Salmerón, 2006).

**Cuadro 2.** Número de colmenas según distintos autores

Colmenas/ha	Referencia
2-4	Atkins <i>et al.</i> , 1979
2	Hughes <i>et al.</i> , 1982
1,2	McGregor, 1976
2-4	USDA, 1986
2,6	Promedio
<b>Proporción 1 abeja/100 flores</b>	Mc Gregor, 1976

Como hemos comentado, los factores ambientales van a condicionar la polinización con abejas, y que por ejemplo el viento afecta al vuelo de éstas, teniendo que hacer un esfuerzo mayor, disminuyendo su actividad en días ventosos. En días de lluvia impide a las abejas salir pues al mojarse las alas se incapacitan para aletear.

#### **2.3.2.2.2. Polinización de la sandía triploide**

La movilización efectiva del polen en el proceso de polinización es el principal factor que afecta a la producción de frutos; esto es particularmente más importante para especies que requieren la polinización cruzada, como es el caso de los cultivares triploides que precisan de la intercalación de planta polinizadora para el cuaje del fruto. (Stanghellini *et al.*, citado por Huitrón, 2005).

El polen que producen las plantas triploides no es viable y la cantidad el mismo es mínima. Es por ello que en un campo de producción de sandía sin semillas se deben transplantar las plantas triploides acompañadas de un polinizador diploide.

En cultivo bajo invernadero, para que el rendimiento sea óptimo, la proporción debe ser 30-40% de polinizadora y 60-70% de polinizada. Siguiendo esta práctica se consigue buen cuaje de fruto triploide, pero con algunas desventajas:

- Se obtiene fruto diploide el cual es de menor interés económico para el agricultor.
- La labor de cosecha es más laboriosa debido a que se tendrá que separar los dos tipos de fruto.
- La maduración de los frutos con semilla es más precoz que la de los triploides, si se quiere comercializar el fruto diploide.
- Es indispensable que se diferencien los frutos para que no se mezclen. Por lo general el cultivar triploide es de piel rayada (tipo Crinsom Sweet) y la variedad polinizadora de piel de color verde oscuro uniforme (tipo Sugar Baby). (Huitrón, 2005).
- La coincidencia en la época de floración de las dos variedades es indispensable para evitar que el número de frutos cuajados sea bajo y la bajada de rendimiento que esto conlleva.

En el cultivo de sandías sin semillas, como las variedades triploides producen muy poco polen, se necesita intercalar un suficiente número de plantas de polinizador pero además que sea una variedad cuyas flores masculinas produzcan abundante polen para asegurar una buena cantidad de polen por flor triploide femenina. (López *et al.*, 1996; citado por Camacho y Fernández, 2000).

En esta asociación de sandía triploide con diploide, cuanto menor sea la proporción de polinizador, mayor debe ser la población de abejas. (Camacho y Fernández, 2000). Recordemos que tiempo nublado, lluvia o frío no favorecen su vuelo durante la floración de la sandía y, por tanto, suele haber problemas de cuaje.

Se han realizado numerosos ensayos para reducir el porcentaje de polinizador; intercalando sobre la hilera del polinizado se puede reducir la proporción de diploide/triploide, pero la complicación persiste.

El hecho de obtener parte de la producción de fruto diploide con semillas que son de menor interés económico para el agricultor, es la razón por la que existe tanto interés en la posibilidad de introducir un polinizador cuyo fruto no se coseche para obtener toda la producción de sandía triploide, aumentando la densidad de plantación.

### **2.3.2.2.3. Partenocarpia de frutos.**

Una planta se considera apirena si es capaz de producir un fruto sin semilla, trazas de semillas abortadas o con un número muy reducido de éstas. Dependiendo del tiempo en el cual se interrumpe el desarrollo de las semillas, se distinguen dos clases de apirenia, la partenocarpia y la estenospermia.

La polinización del óvulo promueve el desarrollo del ovario, aunque a veces, la fecundación no es necesaria para la formación del fruto, desarrollándose frutos partenocárpicos, sin semillas. La partenocarpia puede ser autónoma (sin necesidad de estímulo externo) o estimulada (necesita de algún estímulo proporcionado por la polinización, germinación del grano de polen o el desarrollo del tubo polínico).

La partenocarpia no se da en todas las especies. En algunas especies se aprovecha esta capacidad para la producción agrícola de frutos sin semillas. Ésta también puede ser inducida por factores que inhiben la polinización, los factores más clásicos incluyen ciertas condiciones ambientales tales como baja temperatura, luminosidad deficiente y tratamientos químicos a la flor femenina o al polen. Con respecto al último punto, existen ensayos donde se han utilizado fitorreguladores para obtener frutos sin semilla. En el caso de sandía se han probado diferentes tipos de fitorreguladores en sandía diploide: CPPU (Hayata, y Niimi, 1995; Miguel *et al.*, 1999; Camacho y Fernández, 2000; Huitrón, 2005), BA (Miguel *et al.*, 1999, Camacho y Fernández, 2000).

Estenospermia, es aquella en el cual el fruto contiene semillas parcialmente formadas que han sido abortadas después de la polinización. Estos frutos con semillas no viables son considerados frutos funcionalmente sin semilla (Polito, 1999, citado por Huitrón, 2005). La sandía triploide contiene semillas parcialmente desarrolladas y es un clásico ejemplo de estenospermia. Para obtener tal planta se tiene que realizar un cruce entre un parental tetraploide y un polinizador diploide, resultando una planta triploide la cual es autoinfértil debido a un desbalance cromosoma-gamético. (Varoquaux *et al.*, 2000; citado por Huitrón, 2005).

Con respecto a la calidad, la sandía sin semilla está ganando popularidad. Su aceptación ha sido inmediata en los países del Centro Y Norte Europa, donde apenas se consumía sandía. Las semillas son muy suaves y presentan pocos inconvenientes para los consumidores. La forma, sabor y producción son tan buenos como los cultivares que producen semillas. Además, ofrece otras ventajas, la vida postcosecha de la sandía sin semilla se espera que sea más larga que la de la sandía con semilla debido a que las semillas producen hormonas que disparan la senescencia, que hace que los frutos se deterioren. La sandía sin semilla se madura significativamente más tarde que las variedades con semillas. (Varoquaux *et al.*, 2000).

#### **2.4. FITOHORMONAS Y FITORREGULADORES**

Gran parte de las actividades fisiológicas de las plantas están reguladas por hormonas vegetales. Como otros seres vivos, las plantas disponen de un complejo hormonal, sintetizándose en los tejidos de las mismas, a diferencia de los animales en que las hormonas son sintetizadas por células especializadas, lo que supone un ahorro de energía y que los tejidos vegetales son multifuncionales.

Una hormona vegetal (o fitohormona) es un compuesto orgánico que se sintetiza en alguna parte de una planta y que es traslocada a otra parte, en donde a concentraciones muy bajas ( $< 1 \text{ mM}$ , con frecuencia  $> 1 \mu\text{M}$ ) causan una respuesta bioquímica, fisiológica y/o morfológica. (Salisbury y Ross, 1992; Moore, 1989); citado por Huitrón, 2005).

Además de las fitohormonas (sintetizadas por la propia planta) se han desarrollado otras sustancias químicas o compuestos sintéticos que no existen en la naturaleza, pero que se utilizan en la práctica agronómica para un objetivo específico, son los comúnmente denominados fitorreguladores (sustancias de síntesis). (Huitrón, 2005)

Los fitorreguladores son productos (compuestos orgánicos) que, en pequeñas cantidades o bajas concentraciones, actúan en algunos procesos fisiológicos y biológicos de la planta favoreciendo o inhibiendo éstos y produciendo efectos diversos: Regulación de la floración, cuajado, enraizamiento, maduración, etc., es decir, modifican cualitativamente el crecimiento o desarrollo. (Reche, 1994; Moore, 1989, citado por Huitrón, 2005). Estas sustancias obtenidas a partir de productos sintéticos ejercen sobre la planta efectos similares a las hormonas vegetales y suplen en circunstancias normales a dichas hormonas vegetales elaboradas por la planta.

Los fitorreguladores que favorecen el cuaje o fecundación se les denomina comúnmente fitohormonas. (Reche, 1994). Por lo tanto, se puede decir que todas las fitohormonas son reguladores de crecimiento, pero no lo contrario. Hay cientos de compuestos sintéticos, los cuales son calificados como fitorreguladores pero no son fitohormonas. (Moore, 1989; citado por Huitrón, 2005).

Es arriesgado generalizar acerca de los efectos de las hormonas sobre los procesos de crecimiento y desarrollo en un tejido u órgano vegetal en particular, ya que a medida que se identificaron las hormonas y se estudiaron sus efectos y concentraciones endógenas, se hizo evidente que cada hormona no sólo influye en las respuestas de muchas partes del vegetal, sino que dichas respuestas dependen de la especie, parte del vegetal, estado de desarrollo, concentración hormonal, interacción entre hormonas conocidas y diversos factores ambientales. (Salisbury y Ross, 1992).

Los cinco grupos de fitohormonas comúnmente reconocidos son las auxinas, giberelinas, citoquininas, ácido abscísico y el etileno (Moore, 1989, Salisbury y Ross, 1992, Barceló *et al.*, 1998; citado por Huitrón, 2005). Todos ellos actúan coordinadamente para regular el crecimiento en las diferentes partes de la planta.

Los fitorreguladores también son utilizados para acelerar la maduración, retrasar la cosecha y en el mantenimiento de la calidad en postcosecha, dando como resultado ganancias para el agricultor ( El-Otmani *et al.*, 2000; citado por Huitrón, 2005).

#### **2.4.1. Auxinas**

Fue Went en 1928 el primero en descubrir las primeras hormonas, las auxinas. El nombre “auxina” se deriva del griego “auxein” que significa “crecer”. En la actualidad se conocen cuatro tipos de auxinas de origen natural:

- Ácido indolacético (AIA)
- Ácido cloroindolacético (4-cloroAIA)
- Ácido fenilacético (AFA)
- Ácido indolbutírico (AIB).

Existe gran cantidad de auxinas sintéticas siendo las más conocidas:

- ANA (ácido nafatalenacético)
- IBA (ácido indolbutírico)
- 2,4-D (ácido 2,4 diclofenoxiacético)
- NOA (ácido naftoxiacético) 2,4-DB (ácido 2,4 diclofenoxigutílico)
- 2,4,5,-T (ácido 2,4,5 tricolfenoxiacético)

Pertencen a un grupo de compuestos que estimulan la elongación de las células. El ácido indolacético, es la auxina principal de la mayoría de las plantas. Es sintetizado por el triptófano principalmente en los brotes y hojas jóvenes y en semillas en desarrollo. (Huitrón, 2005).

El ácido indolacético (AIA) es una sustancia de crecimiento sintetizada por la propia planta pero hay otras, de composición y efectos muy similares y que probablemente se transforman en AIA en el interior de la planta. Estos compuestos estimulan la división celular y por tanto, el crecimiento de los tejidos.

Aunque las auxinas se encuentran en toda la planta, las más altas concentraciones se localizan en las regiones meristemáticas, las cuales están en crecimiento activo, siendo éste el sitio de síntesis.

Parte de los efectos que producen son estimulación del alargamiento celular y el crecimiento de los tallos, estimula la división celular en el cámbium y en combinación con citoquininas, en cultivos leñosos, retarda la senescencia de la hoja, induce el cuaje y crecimiento de algunos frutos, etc...

#### **2.4.2. Giberelinas**

Las giberelinas (Gas) son compuestos naturales que actúan como reguladores endógenos del crecimiento y desarrollo en los vegetales superiores. Se descubrieron por el efecto secundario que produce el hongo *Gibberella fujikuroi*. El compuesto inductor del crecimiento del tallo, se denominó ácido giberélico (giberelina A3 o GA3) (Azcon-Bieto *et al.*, 2000).

Las GAS son fitohormonas u hormonas nativas en las plantas que afectan, regulan o modulan un amplio abanico de respuestas del crecimiento. Los efectos más evidentes se

observan en la germinación de semillas, la estimulación del crecimiento del tallo, la inducción de la partenocarpia o la liberación de enzimas hidrolíticos (Azcon-Bieto *et al.*, 2000).

La síntesis de las Gas se realiza en el ápice de tallos, en órganos reproductores, flores, raíces, entrenudos, semillas inmaduras y frutos, y son transportados a otros tejidos.

Entre sus efectos controlan el crecimiento y elongación de los tallos, elongación del escapo floral, que en las plantas en roseta es inducido por el fotoperíodo de día largo, inducción de floración en plantas de día largo cultivadas en época no apropiada, etc...

### **2.4.3. Citoquininas**

El descubrimiento de la auxina estimuló la búsqueda de otros tipos de compuestos que regulasen el crecimiento, centrándose principalmente en hormonas que regulasen la división celular.

Las citoquininas son hormonas más complejas y de más reciente descubrimiento., Su naturaleza química es muy diferente a las de las auxinas, son ácidos orgánicos relativamente sencillos, son bases orgánicas.

Se han encontrado en todas las plantas, especialmente en los tejidos que se dividen en forma activa, como los meristemas, semillas en germinación, frutos en maduración y raíces en desarrollo. Los estudios sobre la acción de las citoquininas en la división celular han demostrado que son necesarias en algunos procesos posteriores a la replicación del ADN pero anteriores a la mitosis. (Huitrón, 2005).

Se considera que la síntesis de la citoquininas se lleva a cabo, mayoritariamente, en el ápice de la raíz, aunque también en menor medida, en embriones y meristemas jóvenes de hojas.

Debe considerarse que las citoquininas aplicadas exógenamente son compuestos bastante inmóviles, que ejercen efectos muy localizadores, normalmente sólo actúan en el órgano, o incluso la zona del órgano en que fueron aplicadas (Azcon\_Bieto *et at.*, 2000).

Los efectos fisiológicos producidos por las citoquininas pueden variar dependiendo del tipo y de la especie vegetal; como la estimulación de la división celular en presencia de auxinas, estimulan el desarrollo de yemas laterales contrarrestando la dominancia apical, retrasan la senescencia foliar al estimular la movilización de nutrientes, etc...

#### **2.4.4 Ácido abcísico**

El ácido abcísico (ABA) es un regulador esencial del crecimiento de las plantas que se encuentra en pequeñas cantidades en todos los tejidos vegetales.

Se conoce poco sobre los lugares donde se sintetiza, así como su mecanismo de transporte, encontrándose en todas las especies de plantas, lográndose aislar de hojas, frutos, semillas, brotes, raíces, tallos, en exudados de floema y xilema. Lo mismo que las giberelinas, parece moverse en todas direcciones de la planta, aunque en las raíces este movimiento parece ser fundamentalmente basípeto siendo sintetizado en la caliptra. (Huitrón, 2005).

#### **2.4.5. Etileno**

El etileno es la estructura química más simple con actividad en forma gaseosa. Su efecto en las plantas se produce a muy bajas concentraciones y se manifiesta en prácticamente todas las etapas de su ciclo biológico, desde la germinación de las semillas hasta la maduración y senescencia, o en respuestas al estrés.

El hecho de ser un gas a temperatura y presión ambiental le confiere unas características peculiares, la capacidad de difundir libremente por los espacios intercelulares y de coordinar una respuesta rápida y uniforme en los tejidos (Azcon\_Bieto *et al.*, 2000).

Algunos de los efectos son maduración de frutos, senescencia de órganos, inducción de la floración, inhibición del crecimiento longitudinal, etc...

### **2.5. Empleo de variedades polinizadoras diploides desechables para el cuaje de frutos.**

La alternativa de utilizar polinizadores desechables que no ocupen terreno es técnicamente muy interesante por la ventaja de recolectar una sola variedad en la parcela, este sistema facilita tanto el cultivo como las labores de recolección. Tiene el

inconveniente de que la producción total es menor que si se utiliza un polinizador con fruto comercial.

## **2.6. FACTORES QUE INCIDEN EN EL DESARROLLO DEL CULTIVO**

### **2.6.1. Factores abióticos**

#### **2.6.1.1. Exigencias de la sandía en suelos**

Le convienen los suelos fértiles, bien aireados y de consistencia media. Cuando se cultiva sobre suelos fuertes, éstos deben tener buen drenaje. La sandía tolera bien los suelos ácidos hasta pH 5 (Miguel *et al*, 1983).

La sandía es planta que prefiere los suelos ricos en elementos fertilizantes y materia orgánica, profundos, bien expuestos al sol y de consistencia media (silíceo-arcillosos). No le convienen los terrenos fuertes (arcillosos), pues la presencia, a veces constante, de agua, al aplicar riegos más copiosos, perjudica a las raíces reduciéndose el desarrollo vegetativo por exceso de humedad. Es medianamente tolerante a la salinidad el suelo y del agua de riego. Prefiere suelos cuyo pH oscile entre 6 y 7,5, es decir ligeramente ácidos o neutros (Reche, 1994). Prefiere terrenos de textura media o limoarenosa. Se adapta mejor que el melón a la acidez del suelo. No plantea problemas en suelos moderadamente alcalinos (Maroto, 1996). Los suelos silíceos-arcillosos, ricos en materia orgánica y pH entre 6-7,4 son los que mejor van para la sandía (Serrano, 1985).

Además las condiciones de textura influyen en el desarrollo de las partes aérea y radical, precocidad y como consecuencia su rendimiento.

Debido al uso del enarenado en Almería, el factor suelo, no es limitante para el cultivo de sandía.

#### **2.6.1.2. Riego y fertilización del cultivo.**

EL riego por goteo es el sistema más extendido en cultivo de sandía en invernadero, con aporte de agua y nutrientes en función del estado fenológico de la planta, así como del ambiente en que ésta se desarrolla (tipo de suelo, condiciones climáticas, calidad del agua de riego, etc.).

En cultivo en suelo y en enarenado el establecimiento del momento de riego vendrá dado básicamente por los siguientes parámetros: tensión del agua en el suelo, tipo de suelo, evapotranspiración del cultivo, eficiencia de riego y calidad del agua de riego.

En EL Cuadro 3 se observan las necesidades medias del cultivo dependiendo de la época de Trasplante para la provincia de Almería.

**Cuadro 3.** Consumos medios (l/m<sup>2</sup>.día) del cultivo de sandía en invernadero.

MESES	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		JUL
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>										
A	0,26	0,44	0,68	1,13	2,28	3,2	3,99	4,24	4,15	4	4,88	5,09	
B		0,29	0,51	0,75	1,7	2,56	3,99	4,24	4,61	4,5	4,88	5,09	
C			0,34	0,75	1,7	2,56	3,99	4,24	4,6	4,5	4,88	5,1	
D				0,38	1,14	1,93	3,19	4,24	4,61	5	5,48	5,1	
E					0,56	1,28	2,39	3,39	4,61	5	6,09	5,78	4,86

Fuente: Documentos Técnicos Agrícolas. Estación Experimental “Las Palmerillas”. Caja Rural de Almería.

El consumo de agua en sandía varía considerablemente desde los meses de invierno hasta los 6 l m<sup>-2</sup> y día en el mes de junio, con el engorde de los frutos, debiendo reducir el riego y aumentar la conductividad eléctrica de la solución nutritiva durante la maduración para evitar el rajado de los frutos.

Antes de la plantación se debe dar un riego abundante, y posteriormente riegos cortos y frecuentes hasta que la planta esté bien enraizada. Durante el desarrollo de la planta y hasta la floración los riegos son largos y escasos, en floración cortos y diarios, durante el cuajado y desarrollo del fruto son largos y frecuentes y en el período de maduración se van alargando progresivamente los intervalos de riego y el volumen de agua.

En cultivo hidropónico el riego está automatizado y existen distintos sistemas para determinar las necesidades de riego del cultivo, siendo el más extendido el empleo de bandejas de riego a la demanda. El tiempo y el volumen de riego dependerán de las características físicas del sustrato.

Actualmente se emplean básicamente dos métodos para establecer las necesidades de abonado: en función de las extracciones del cultivo y en base a una solución nutritiva

“ideal” a la que se ajustarán los aportes previo análisis de agua. Este último método es el que se emplea en cultivos hidropónicos.

Existen una amplia bibliografía sobre las extracciones de nutrientes en sandía, en las condiciones de cultivo de sandía en Almería Reche (1994) señala como extracciones ( en Kg.Ha-1) Para una producción de 40-60 T/Ha las siguientes :

N: 150-250, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:150, K<sub>2</sub>O: 250-450 y MgO: 25-30.

## 2.6.2. Factores bióticos

### 2.6.2.1 Plagas

- Pulgones: las especies más frecuentes en sandía son *Aphis fabae*, *Aphis gossypii* y *Myzus persicae*. Producen abarquillamiento y deformación de las hojas e instalación de negrilla sobre la melaza que segregan. Depredador *Aphydoletes aphydimiza*.
- Minadores de hoja: las especies más comunes en Almería son *Liriomyza trifolii* y *Liriomyza huidobrensis*. Las larvas producen galerías dentro de la hoja. Parasitoide: *Diglyphus isaea*.
- Mosca blanca: las especies más frecuentes son: *Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci*. Parasitoide: *Eretmocerus*.
- Trips: *Frankiniella occidentalis*. Tanto larvas como adultos se alimentan del jugo de las células de los órganos que colonizan pudiendo llegar a producir necrosis. Parasitoides: *Amblyseius cucumeris* y *Orius spp*.
- Orugas: el lepidóptero que más daños causa en sandía es *Spodoptera exigua*. Sus larvas se alimentan de la piel del fruto quedando este depreciado para el mercado. Control biológico: *Bacillus thuringiensis*.
- Araña roja: Los daños son causados por el ácaro *Tetranychus urticae*. Las colonias se localizan en el envés de la hoja produciendo manchas amarillentas en el haz que terminan por secarlas. Depredador: *Phytoseiulus persimilis*.

### 2.6.2.2 Enfermedades

#### Causadas por hongos

- **Fusariosis:** *Fusarium oxysporum f. sp. niveum*, es la enfermedad más grave que afecta a la sandía. Éste hongo puede mantenerse durante más de 10 años en ausencia de la sandía, como saprofito. Sobre el tallo de las plantas enfermas aparecen chancros cubiertos de numerosas esporas del hongo; éstas son dispersadas fundamentalmente por salpicaduras de agua. Las condiciones óptimas de desarrollo son de 26,5 ° C, pero los síntomas de marchitez se manifiestan principalmente a temperaturas más altas, en periodos de baja humedad relativa y fuerte luminosidad. En la actualidad esta enfermedad está totalmente controlada mediante el uso del injerto.

- **Oidio o ceniza:** causada por *Sphaerotheca fuliginea* y *Erysiphe cichoracearum*. Su gran potencial de colonización reduce la superficie funcional de las hojas. El viento al aire libre y las corrientes de aire bajo la protección aseguran la diseminación de las conidias en los cultivos. Contrariamente a muchos hongos parásitos de las Cucurbitáceas, los oídios no necesitan la presencia de una película de agua sobre las hojas para desarrollarse. La temperatura no es un factor limitante de su desarrollo que tiene lugar entre 10° y 35° C, con un óptimo situado entre 23 y 26° C.

- **Mildiu:** producida por *Pseudoperonospora cubensis*. No tiene gran importancia en el sureste español debido a la climatología existente durante el cultivo.

- **Alternaria:** Producida por *Alternaria cucumerina*. No es una enfermedad importante en la provincia de Almería, sólo se ve en sandía temprana por exceso de lluvia y días nublados.

#### Producidas por virus

- **WMV-2 (Watermelon mosaic virus-2):** virus del mosaico de la sandía. Presenta deformaciones de hojas y mosaicos en las mismas. Es transmitido por los pulgones, según el modo no persistente.

- **MNSV (Melon necrotic spot virus):** virus responsable del moteado necrótico del Melón y el cribado de las hojas. Se manifiesta mediante estrías necróticas en el cuello y tallo, además de presentar manchas necróticas en hojas. Se trasmite por semilla y el hongo del suelo *Olpidium radicale*. Este virus no se transmite en sandía injertada.

### 2.6.2.3 Fisiopatías y daños por mal manejo del cultivo

- **Asfixia radicular:** muerte de plantas por encharcamiento continuado del terreno. La sandía injertada presenta más resistencia que la no injertada.

- **Viciado de la planta:** desarrollo vegetativo excesivo con poca flor y cuaje deficiente. Debido a un desequilibrio nutricional y excesivo aporte de agua.

- **Rajado de fruto:** debido a cambios bruscos en la humedad del suelo con aporte excesivo de N y K con el fruto maduro.

- **Aborto de frutos:** debido a una alta humedad relativa, por un autoaclareo de la planta por exceso de cuaje o porque el agua excesivamente salina no permite tomar a la planta la que necesita.

- **Corazón hueco:** afecta al interior del fruto, disolviendo la pulpa en varias partes. Se debe a un rápido desarrollo del fruto inducido por exceso de agua con abonados nitrogenados en forma nítrica. También se puede producir se el salto térmico es brusco.

- **Plateado necrótico:** se produce en un estado avanzado del cultivo en las hojas más viejas; al inicio presenta clorosis internerviales que evolucionan a necrosis con aspecto plateado. Se atribuyen a toxicidad por ozono, apareciendo en condiciones de altas temperaturas y fuerte luminosidad.

## 2.7. EL MATERIAL VEGETAL

### 2.7.1. Variedades de sandía existentes en el mercado.

Se entiende por “variedad” al conjunto de plantas que tienen origen común y caracteres fenológicos y morfológicos constantes y peculiares. Así mismo, “variedad híbrida”, a la obtenida como resultado del cruce del germen masculino de una variedad con el femenino de otra, o lo que es lo mismo, el resultado del cruce de dos razas puras (Reche, 1994).

Las variedades de sandía son diferenciables generalmente por la forma, color y tamaño del fruto; el resto de la planta no presenta variaciones notables.

Las variedades de sandía que se cultivan actualmente en la horticultura moderna son híbridos F1 buscando uniformidad y productividad. Para posibilitar su cultivo de

modo rentable se ha recurrido al injerto ya que la resistencia a enfermedades en el caso de cvs de sandía no fueron los deseados (Huitrón, 2005)

Para estas variedades podemos hacer grupos:

- Variedades de corteza verde oscuro “tipo Sugar Baby”.
- Variedades de corteza rayada “tipo Crimson”.

Dentro de estos grupos existen cvs con semillas y sin semillas.

Actualmente se está produciendo un constante incremento en la demanda de la sandía triploide (sin semilla), éstas facilitan el consumo y son muy apreciadas por un segmento de mercado muy exigente.

Genéticamente existen dos tipos de sandías:

- Sandías diploides o con semillas: son las variedades cultivadas tradicionalmente que producen semillas negras o marrones de consistencia leñosa.
- Sandías triploides o sin semillas: 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. Actualmente se cultiva cada vez más la variedad *Fashion* que presenta una corteza verde oscura.

Según el tipo de corteza que poseen:

- Variedades de corteza verde oscuro uniforme (tipo Sugar Baby, Fashion).
- Variedades de corteza rayada (tipo Crimson Sweet) (Rodríguez, 2004)

**Cuadro 4.** Variedades de sandía triploides y diploides de tipo Crimson Sweet y Sugar Baby

<b>Sandía triploide</b>	<b>Sandía diploide</b>
<b>Tipo Crimson Sweet</b>	<b>Tipo Crimson Sweet</b>
Reina de Corazones (Séminis)	Crisby
Boston (Nunhems)	Trophy
Petit Delicious (Syngenta Seeds)	Jenny (nunhems)
<b>Tipo Sugar Baby</b>	<b>Fruto desechable</b>
Fashion	SP4 (Syngenta Seeds)
Fenway	

Es importante considerar, que debido a la alta sensibilidad de la sandía al hongo *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum*, todas las variedades que se ponen en Almería se injertan sobre híbrido interespecífico de *Cucurbita mxima x Cucurbita moschata*. (Huitrón, 2005).

### **2.7.2. Variedades polinizadoras desechables.**

Debido al aumento en la demanda de sandía triploide, las casas de semillas están trabajando en desarrollar variedades polinizadoras de fruto desechable para así poder cosechar en toda la superficie disponible plantas cuyos frutos son sin semilla.

La variedad SP4 de Syngenta Seeds es fruto de dicho desarrollo. Se trata de una planta poco vigorosa, de largo recorrido durante todo su ciclo de producción, que ocupa poco espacio en el cultivo. Su floración es precoz y abundante. Sus frutos no son comerciales y son fácilmente reconocibles por su peculiar aspecto externo.

Aquí alguna de sus características:

1. Su abundante floración macho mantiene un alto nivel de polen durante todo el ciclo de cultivo, estimulando la labor de las abejas.
2. Aumenta el cuaje de frutos obteniendo mayor producción.
3. La extensión de sus tallos laterales finos es muy uniforme y abundante.
4. Utilizando SP4 como polinizador se aumenta el número de plantas de sandía sin semilla por hectárea.
5. Resistencia intermedia (IR) A Fusarium y Antracnosis.

## **2.8. TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN DE SANDÍA**

### **2.8.1. El injerto**

#### **2.8.1.1. El injerto de hortalizas**

El objetivo principal del injerto en los cultivos hortícolas es obtener resistencias a enfermedades de origen telúrico y, por tanto, posibilitar el cultivo de ciertas especies en aquellos suelos que harían ese cultivo imposible.

Los primeros ensayos del injerto en sandía, en España, comenzaron a finales de los años 70. Fue a partir de 1985-1986 cuando esta técnica se generalizó, primero en Almería y después en la Comunidad Valenciana (Miguel *et al*, 2002).

En Almería, más del 95% de la superficie de sandía cultivada se injerta (Camacho y Fernández, 2000), siendo cada vez mayor el número de hectáreas que recurren a esta técnica de cultivo para garantizar la producción de especies como tomate, melón y pepino.

#### **2.8.1.2. Finalidad del injerto.**

El injerto es la unión de dos porciones de tejido vegetal viviente de modo que se unan, crezcan y se desarrollen como una sola planta (Hartmann y Kester, 1994).

El injerto, como método de lucha contra patógenos del suelo, tiene como finalidad evitar el contacto de la planta sensible con el agente patógeno. Para ello se usa un portainjertos, perteneciente a otra especie u otro género de la misma familia,

resistente a la enfermedad que se desea evitar (Louvet, 1974). El portainjertos resistente permanece sano y proporciona alimento a la planta, a la vez que la aísla del patógeno. En la mayoría de los casos se deja el sistema radicular del portainjertos y la parte aérea de la variedad.

Las finalidades del injerto pueden ser muy diversas (Hartmann y Kester, 1994):

- Perpetuar clones que no pueden mantenerse con facilidad con otros procedimientos de multiplicación.
- Cambiar los cultivares de plantas ya establecidas.
- Acelerar la madurez de crecimiento de las plantas.
- Estudiar enfermedades virales.
- Aprovechar las características útiles del portainjertos como pueden ser:
  1. Incremento del vigor.
  2. Incremento de la producción.
  3. Resistencia y tolerancia a enfermedades del suelo.
  4. Tolerancia a ciertas condiciones del clima o del suelo.
  5. Incremento del calibre del fruto.
  6. Modificar los atributos que de la calidad del fruto.

### **2.8.1.3 Compatibilidad entre el portainjertos y la variedad.**

La capacidad de dos plantas diferentes de unirse y desarrollarse satisfactoriamente como una planta compuesta es lo que se llama compatibilidad. (Camacho y Fernández, 1997).

La diferencia entre injerto compatible e incompatible no está bien definida. Desde especies que tienen una relación estrecha y unen con facilidad, hasta otras no relacionadas entre sí incapaces de unirse, hay una graduación intermedia de plantas que

forman una soldadura, pero con el tiempo muestran síntomas de desarreglo en la unión o en su hábito de crecimiento (Hartmann y Kester, 1994).

La incompatibilidad fisiológica, puede deberse entre otras a la ausencia de reconocimiento celular, respuestas a la herida, el papel de fitorreguladores, o toxinas incompatibles (Lee y Oda, 2003).

Se mencionan dos tipos de incompatibilidad: localizada y traslocada:

- **Incompatibilidad localizada.** Depende del contacto entre patrón e injerto. Si se utiliza un patrón intermedio se elimina esta reacción. En este tipo unión con frecuencia la estructura de la unión es mecánicamente débil, presentandoolo interrupción de los tejidos vasculares. Los síntomas externos se desarrollan con lentitud, presentándose en proporción el grado de alteración en el injerto. Debido a las dificultades de translocación a través del injerto finalmente las raíces mueren por agotamiento (Hartmann y Kester, 1994).
- **Incompatibilidad traslocada.** No se puede corregir por ningún patrón intermedio compatible. Este tipo produce degeneración del floema y se forma una línea de color pardo o una zona necrótica en el injerto.

# MATERIAL Y MÉTODOS



### 3. MATERIAL Y MÉTODOS

#### 3.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

El ensayo se realizó en una finca comercial situada en el paraje “San silvestre” termino municipal de El Ejido, propiedad de Francisco Galdeano, cuya identificación catastral es polígono 14, parcela 198. La superficie del invernadero es aproximadamente una hectárea.

Este experimento se ha llevado a cabo en la campaña de primavera 2008/2009

#### 3.2. CARACTERÍSTICAS DEL INVERNADERO

El invernadero destinado al ensayo es de tipo “raspa y amagado” de construcción reciente, constituido por un módulo de 10.000 m<sup>2</sup>, siendo la superficie dedicada al experimento es de 768 m<sup>2</sup>. La orientación del invernadero es Noroeste-Sureste.

Los invernaderos tipo “raspa y amagado” o a dos aguas presentan una gran resistencia respecto al control del agua de lluvia que es evacuada mediante sistemas de canaletas al exterior. (Camacho, el cultivo de la sandía apirena)

La ventilación se consigue por medio de ventanas laterales y en cumbre, recogiendo hacia un extremo el plástico (ventilación pasiva). Estas ventanas formadas se protegen con malla antitrips (20x10 hilos.cm<sup>-1</sup>) para guardar la plantación de la acción del viento y para impedir la entrada de insectos desde el exterior.

De esta forma al cultivo se le proporcionan unas condiciones idóneas, desde el punto de vista climatológico y de prevención de plagas y enfermedades, para su crecimiento y desarrollo óptimo.

En la cubierta del invernadero se empleó un plástico de polietileno de baja densidad de 800 galgas en color blanco, de tres campañas de duración, realizándose el cultivo de la sandía el segundo año.

El invernadero consta de una sola entrada, de doble puerta con antesala, cuya función es impedir la entrada de insectos vectores en el invernadero al entrar y salir del mismo.

### **3.3.CARACTERÍSTICAS DEL SUSTRATO**

El cultivo de la sandía se llevó a cabo en un cultivo sin suelo de perlita, este es el segundo año que se utiliza y la tercera cosecha, siendo el cultivo precedente pimiento del tipo California.

La perlita corresponde a un mineral de nombre genérico, perteneciente al grupo de las Riolitas; contiene un 2-3% de agua combinada en su estructura que cuando se calienta a unos 1000° C provoca la expansión de las partículas en 10 a 20 veces su volumen.

### **3.4.INSTALACIÓN DE RIEGO Y ALMACÉN**

La instalación de riego está constituida fundamentalmente por el cabezal de riego, tuberías principales y derivadas y emisores o difusores. Los elementos del equipo de fertirriego se gestionan desde la sala de cabezales de riego mediante un programador.

Se dispone de una balsa de riego con una capacidad de 3000 m<sup>3</sup>, techadas con geotextil negro para evitar pérdidas por evapotranspiración y proliferación de algas.

#### **Sistemas de inyección**

Mediante el sistema de inyección se realiza la mezcla de las soluciones madre de fertilizantes y ácido con el agua de riego para obtener la solución de riego final, consta de los siguientes elementos:

- Cuatro tanques de disoluciones madre y una para el ácido nítrico.
- Cinco venturis con sus respectivas electroválvulas, las cuales dosifican los fertilizantes y ácido que se encuentran en los tanques.
- Programador de riego, que controla la apertura y cierre de electroválvulas para proporcionar el porcentaje programado de cada fertilizante disuelto en los tanques madre, ajustando el pH y la CE.
- Bomba centrífuga accionada con motor eléctrico, con un juego de filtros de anillas.

### **Sistemas de distribución de la solución final a los goteros**

La solución de mezcla de fertilizantes se impulsa mediante una electrobomba de riego de 3 CV y está compuesta por:

- Red de tuberías portarramales de polietileno de 32 mm de diámetro.
- Red de tuberías portagoteros de polietileno de baja densidad de 16 mm de diámetro.
- Goteros autocompensantes interlínea colocados cada 0,5 m y caudal 1,8 L.h<sup>-1</sup>

### **Ordenador y cuadro de control**

El fertirriego se controla mediante un programador situado en el interior de sala de cabezales.

Dicha sala se utiliza también para almacenar los distintos abonos, productos fitosanitarios, la maquinaria agrícola, etc.

## **3.5 MATERIAL VEGETAL**

### **3.5.1. Características del patrón**

El patrón utilizado fue *strongosa*, perteneciente a Syngenta Seeds, el cual es un híbrido de *Cucurbita maxima x Cucurbita moschata*.

Este híbrido interespecífico resuelve los problemas de fusariosis (agente causal *Fusarium oxysporum f. s.p. niveum*), y se recomienda para injertar tanto en melón como en sandía.

Adicionalmente, este patrón ofrece resistencia a la muerte súbita y gran tolerancia a condiciones adversas de frío y calor, adaptándose a todos los métodos de injertos.

En la actualidad, casi toda la totalidad de sandía que se hace bajo invernadero y cultivada en suelo, se hace injertada.

### 3.5.2. Características de las variedades

#### **Variedad principal**

La especie empleada en este ensayo fue *Citrullus lanatus* cv. Fashion F1 cuya mejora genética ha sido desarrollada por la casa de semillas Nunhems.

Corresponde con un cultivar de sandía “sin semilla” que se está introduciendo en el mercado con fuerza, teniendo gran repercusión, pues es muy apreciada por los clientes por presentar grandes ventajas de cara al consumidor. Da frutos triploides y un fruto de forma esférica que se caracteriza por su corteza verde oscura y color de pulpa rojo intenso. Es un cultivar vigoroso, productivo y de comportamiento uniforme.

#### **Variedades polinizadoras**

La especie empleada en este ensayo fue *Citrullus lanatus* cv. SP4 cuya mejora genética ha sido realizada por la casa de semillas Syngenta Seeds.

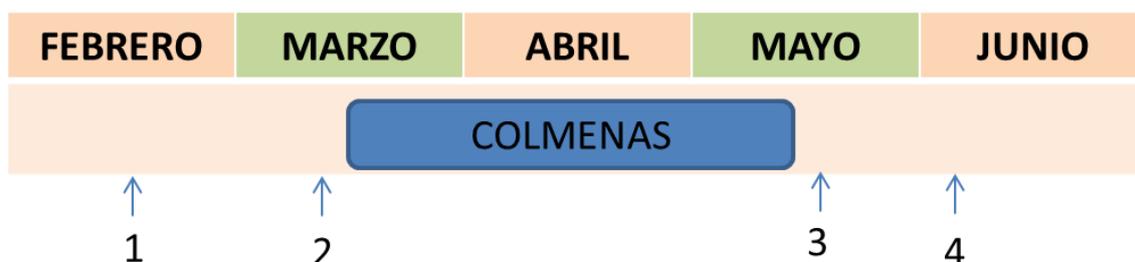
Corresponde a un nuevo cultivar de sandía utilizada como variedad polinizadora en plantaciones de sandías apirenas. La planta de SP4 es poco vigorosa y de largo recorrido, durante todo el ciclo de producción, ocupando poco espacio en el cultivo. Su floración es precoz y abundante. Sus frutos no son comerciales y son fácilmente reconocibles por su peculiar aspecto externo.

La variedad Jenny corresponde con uno de los cultivares de sandía “mini” con gran vigor de planta, siendo su peso ideal de 1 a 2.5 kg y de tamaño más o menos esférico. De color de pulpa rojo intenso, no obstante, sus frutos no serán sometidos a la toma de datos.

### 3.6 LABORES CULTURALES

#### 3.6.1. Ciclo de cultivo

El ciclo de cultivo, un ciclo corto de primavera, se llevó a cabo del 15 de Febrero al 03 de Junio del 2009 cuando se realizó la única recolección.



- 1- 15 de Febrero de 2009: Trasplante de la plántula procedente de semillero.
- 2- 13 de Marzo: Se procede al pinzamiento de la yema apical para favorecer el crecimiento lateral de ramas terciarias.
- 3- 12 de Mayo: Arranque de las variedades polinizadoras.
- 4- 3 de Junio: Cosecha.

Las colmenas se mantuvieron desde el 23 de Marzo hasta el 7 de Mayo.

Durante el periodo vegetativo, en la segunda quincena de marzo cabe destacar un pinzamiento realizado sobre la yema principal, motivado por un desequilibrio vegetativo, alcanzando la planta gran vigor y follaje abundante, en detrimento del reproductivo.

El 23 de Marzo se introdujeron en el invernadero 4 colmenas de abejas. Se dispuso una colmena en los 2500 m<sup>2</sup> que estaban aislados, mediante una malla desde el suelo hasta el amagado, del otro sector que contaba con 7500 m<sup>2</sup> donde se colocaron las tres restantes.

Las colmenas se situaron en la banda del invernadero, buscando un sitio fresco para la colocación de éstas y situadas en altura, sobre una caja, para evitar problemas de humedad y de invasión de hormigas dentro de las colmenas.

### 3.6.2 Fase de semillero

El material vegetal necesario para el experimento requería una germinación y nascencia previas, tanto del patrón como de las variedades, a la realización del injerto.

Dichos procesos se llevaron a cabo en las instalaciones del semillero LA JOYA, situado en la Carretera Almerimar, Km 3 El ejido.

Este semillero, entre sus instalaciones cuenta con máquinas de siembra automática, cámaras de germinación y cultivo y sistemas informatizados para controlar la ventilación, calefacción y clima, manteniendo así las condiciones idóneas de luz, humedad y temperatura.

Las instalaciones están totalmente aisladas del exterior con una doble cubierta de plástico, contando además con mallas antitrips, pantallas térmicas y otras medidas que hermetizan el invernadero.

El tiempo de permanencia de plantas en el semillero fue de unos 50 días, durante los cuales han recibido los cuidados pertinentes, además de haberles aplicado las técnicas actuales en cuanto a germinación, injertos, etc.

### 3.6.3 Trasplante

El trasplante se realizó el 15 de Febrero de 2009. Se llevó a cabo sobre perlita.

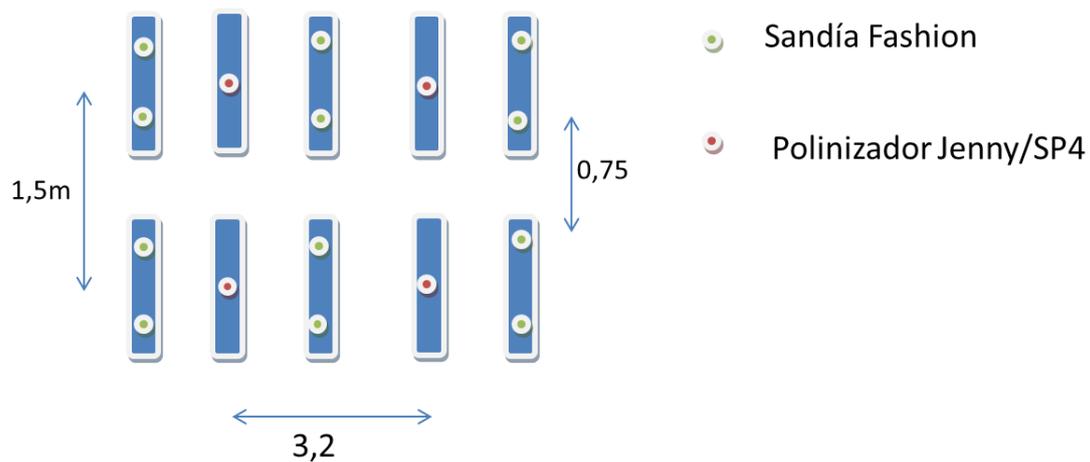
El marco de plantación para la variedad principal fue de 1.6 X 0,75, lo que nos da una densidad de plantación de 0.83 pl/m<sup>2</sup>

El marco de plantación para la variedad polinizadora fue de 1.6 x 0.75, lo que nos da una densidad de plantación de 0.416 pl/m<sup>2</sup>. Entonces:

Densidad media inicial: 0.623 pl/m<sup>2</sup>

Densidad final (Una vez arrancada la variedad polinizadora): 0.415 pl/m

La orientación de las líneas de cultivo es Noroeste-Sureste.

Detalle marco de plantación**3.6.4 Técnicas de semiforzado**

Debido a que el trasplante se realizó a mediados de febrero y las condiciones climáticas no eran las más idóneas para el desarrollo de la sandía, se recurrió a la instalación de mantas térmicas en el interior del invernadero, sobre el cultivo, con el objetivo de conseguir el incremento de algunos grados de temperatura en su interior y la retención de humedad en el sustrato y así proteger el cultivo durante sus primeras fases de crecimiento de las bajas temperaturas, y por otro lado, del ataque de posibles plagas.

Cuando el cultivo obtuvo el desarrollo adecuado para poder desarrollarse con normalidad dentro del invernadero se procedió al retiro de las mantas.

**3.6.5 Formación de las plantas**

En todos los tratamientos y en función de la dominancia apical de la planta, cuando ésta presentó un desarrollo vegetativo suficiente, de cinco a seis hojas verdaderas y por encima del cuarto nudo, se realizó la poda o “pinzamiento” del tallo principal para favorecer el desarrollo de los tallos secundarios.

### **3.6.6 Cuajado de frutos**

Una etapa fundamental del ensayo realizado fue el cuajado de los frutos, debiendo cuidar que no hubiera trasiego de insectos polinizadores entre ambos sectores separados por la malla, dispuesta para tal fin, ya que de lo contrario podrían falsearse los resultados obtenidos.

### **3.6.7 Manejo del fertirriego**

Para el riego del cultivo se utilizó un sistema de riego de alta frecuencia con goteros de  $1.8 \text{ l.h}^{-1}$  de caudal nominal, autocompensantes e integrados, colocando una línea portagoteros a cada lado de la línea de cultivo. El volumen de riego se aplicó según la época y el estado fenológico del cultivo, ampliándose volúmenes variables a lo largo del ciclo.

Por fertirrigación se entiende el suministro o dosificación de fertilizantes, repartidos durante todos los días del ciclo de cultivo, lo que permite hacer frente a los problemas que puede originar un exceso transitorio de fertilizantes en el sustrato. El sistema de fertirrigación es el método más racional de que disponemos para realizar una fertilización optimizada, por ello ha sido utilizado en este experimento.

La fertirrigación se adaptó a las distintas etapas de desarrollo del cultivo, aplicando en cada momento las necesidades de éstas en los diferentes estadios: enraizamiento, desarrollo de la planta, floración, cuajado y engorde de frutos y maduración.

## **3.7 RECOLECCIÓN**

La recolección fue realizada por personal experto en el corte de sandía, de manera que únicamente se cortaron aquellos frutos que comercialmente eran aceptables.

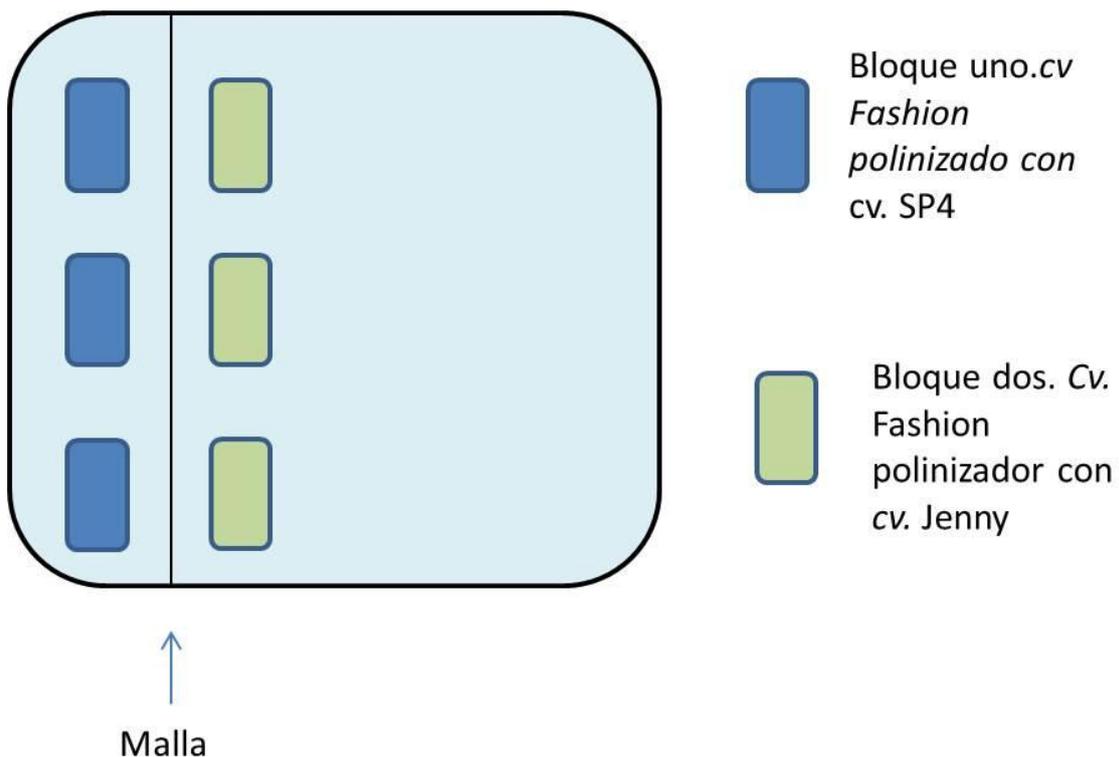
Se realizó un único corte.

### 3.8 DISEÑO EXPERIMENTAL

Para estudiar los efectos que, sobre la producción y calidad de sandía triploide tiene el uso de la variedad polinizadora *cultivar* SP4, se diseñó el ensayo en dos bloques. Cada bloque se compone de tres parcelas elementales con una superficie de 128 m<sup>2</sup> cada una de ellas, siendo la superficie total destinada al ensayo de 768 m<sup>2</sup>.

En el bloque uno se encuentra la variedad polinizadora *cultivar* SP4, y separada mediante una malla, se plantó en el bloque dos, la variedad polinizadora *cultivar* Jenny.

**Figura 3.** Diseño experimental



El número total de plantas que formaban parte del ensayo fue de 479, de las cuales 320 fueron del *cv.* Fashion (variedad principal) y 160 plantas de la variedad polinizadora, siendo la mitad del *cv.* SP4 y la mitad restante del *cv.* Jenny.

### 3.9 TOMA DE DATOS

Para realizar la toma de datos correspondientes a los parámetros de producción y calidad, realizada inmediatamente tras la recolección, se contaron los frutos totales de cada una de las parcelas elementales.

A continuación se seleccionaron 10 sandías Fashion al azar de cada parcela elemental, con las cuales se trabajó. Se dispusieron en el pasillo central del invernadero, junto a sus correspondientes líneas de cultivo, realizándose allí la toma de datos de peso y análisis de calidad externo (medidas longitudinales y transversales).

Posteriormente se seleccionaron 3 sandías Fashion al azar de cada parcela elemental para realizar los análisis destructivos de frutos y analizar la calidad interna.

Los parámetros sometidos a estudio son los siguientes:

#### Parámetros de producción:

- Producción comercial ( $\text{Kg} \cdot \text{m}^{-2}$ )

#### Componentes del rendimiento:

- Peso medio del fruto comercial (Kg)
- Número de frutos comerciales. $\text{m}^2$
- Número de frutos por planta
- Kilogramos obtenidos por planta

#### Evaluación Parámetros de Producción

Para poder evaluar los parámetros indicados se midió el peso con una báscula que presentaba una sensibilidad de 2 g y cuyo peso máximo era de 30 kg. El peso medio del fruto, y demás componentes del rendimiento como el número de frutos  $\cdot \text{m}^{-2}$  y el número de frutos por planta, no han sido evaluados en campo; sí fue trabajo de campo el conteo del número total de frutos cosechados por parcela elemental para poder obtener estos tres parámetros.

### Evaluación de Calidad Externa

Para el análisis de calidad externa se tomaron las sandías antes pesadas, y con una cinta métrica convencional se tomaron medidas del perímetro longitudinal y del perímetro transversal (cm).

Para registrar los datos obtenidos tanto de producción como de calidad externa se utilizó el siguiente estadillo.

FECHA	BLOQUE	PARCELA	FRUTOS NO COSECHABLES	FRUTO Nº	PESO(Kg)	P.LONG(mm)	P.TRAN(mm)	C.PISTILAR	OBSERVACIONES
				1					
				2					
				3					
				4					
				5					
				6					
				7					
				8					
				9					
				10					
				11					
				12					

**Figura 4.** Estadillo toma de datos de producción y calidad externa.

### Evaluación de la Calidad Interna

Como se ha comentado anteriormente, de las sandías utilizadas para el análisis de producción, se seleccionaron 3 sandías cv. Fashion de cada parcela elemental para la toma de datos de los parámetros de calidad interna, los cuales fueron:

- Cicatriz pistilar
- Firmeza media
- pH
- Espesores de la corteza
- Color de la pulpa
- Contenido de sólidos solubles (°Brix)

Para la medida del diámetro de la cicatriz pistilar (mm) se utilizó un calibre electrónico modelo “Stainless Hardened” que mide de 0 a 15 cm y tiene una sensibilidad de 0.01 mm. Se realizaron 2 medidas por fruto.

Para la medida de los parámetros que se describen a continuación primero se cortaba el fruto transversalmente para su inspección interna.

Para la medida de firmeza de la pulpa (kg.cm<sup>-2</sup>) se utilizó penetrómetro modelo “Fruit Pressure tester fp 327” de Bertuzzi, con una escala de medida de 0 a 13 kf con una sensibilidad de 0.1 kg.cm<sup>-2</sup> y con cabezal de 1 cm<sup>2</sup>

Se realizaban dos tomas de dureza de pulpa a nivel ecuatorial. Para el análisis estadístico, se tomó la media aritmética de estos dos valores.

Para la medida del pH de la pulpa del fruto se usó un pH-metro modelo “WTW TH 320” de sensibilidad 0.01 tomando como solución calibradora agua destilada.

Tras la calibración del pH-metro se comenzaba la toma de datos introduciendo el electrodo en el jugo de la sandía, obtenido al triturar la pulpa con un cuchillo, y se anotaba el valor que marcara el aparato una vez estabilizado. Después de cada lectura el electrodo se enjuagaba con agua destilada.

Espesor de la corteza (mm) mediante calibre electrónico modelo “Stainless Hardened” que mide de 0 a 150 mm y tiene una sensibilidad de 0.01 mm. Se tomaron dos medidas por fruto.

Contenido en sólidos solubles (° Brix) con el refractómetro modelo “Atago Hand Refractometer ATC-1E” con una compensación automática de la temperatura, que mide Brix entre 0-35 % y tiene una sensibilidad de 0.2, colocando en el aparato unas gotas del jugo de la pulpa de la sandía.

### 3.10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para la realización del análisis estadístico de todos los datos obtenidos se utilizó el paquete informático STATGRAPHICS V 4.0 para Windows, realizando los siguientes análisis:

Análisis de la varianza: Se ha realizado por medio de la Cuadro Anova, que descompone la variabilidad de los diferentes factores dentro de las contribuciones esperadas a varios factores. En este análisis, la contribución de cada factor, ha sido medida habiendo eliminado los efectos de los demás factores. Los factores “p” que aparecen en las Cuadros muestran la insignificancia estadística de cada uno de los, de manera que cuando los valores “p” son menores de 0,05, tienen un efecto estadísticamente significativo para el parámetro tratado a un nivel de confianza del 95%.

# RESULTADOS Y DISCUSIÓN



#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La toma de datos de producción del ensayo se realizó considerando la producción comercial, es decir, frutos que entren dentro de la norma de comercialización de sandías correspondiente al Reglamento (CE) N° 1862/2004 y que podemos resumir brevemente:

*“La aplicación de la norma debe permitir eliminar del mercado los productos de calidad insatisfactoria y exigir unas características mínimas de calidad como sandías sanas, limpias, exentas de parásitos, firmes y suficientemente maduras, buena coloración de corteza y de pulpa, no reventadas ni deformadas, hallándose en un estado de formación óptima”.*

Movidos por la creciente demanda por parte del consumidor, de sandía “sin semilla”, se creó en 2002 la A.G.F. (Asociación Grupo Fashion) propietaria de la marca sandía Fashion. Se trata de un proyecto ambicioso y monopolista que se ha convertido en el mayor consorcio hortofrutícola Español, formado por empresas de Almería, Granada, Murcia, Alicante, Valencia, Ciudad Real, Palma de Mallorca, Tarragona y Huesca, además de la colaboración de la empresa Nunhems Spain S.A., quien desarrolló la semilla, con el fin de garantizar a todos sus clientes el suministro de producto uniforme de sandía negra sin semilla en calidad e identificación.

La A.G.F. exige el cumplimiento obligado del reglamento de calidad de producción de A.G.F., más exigente si cabe que el CE 1093/07, que comentaremos y estudiaremos a lo largo de la discusión, comparando aquellos datos técnicos de interés con los resultados obtenidos en nuestro ensayo. Dicho reglamento queda certificado por empresas externas auditoras que realizan inspecciones tanto en campo, central de manipulado, y destino, garantizando de tal forma la calidad deseada.

Durante la campaña 2008/09 fueron 25 las empresas que formaron la A.G.F. produciendo a través de la marca Fashion más de 65.000 toneladas de sandía negra sin semillas, en una superficie de plantación de 1.100 has, convirtiendo la marca en una de las más notables a nivel nacional y europeo del tipo “sin semillas”.

Su cultivo se realiza tanto en invernadero como al aire libre, siendo el segundo sistema citado el sistema de cultivo del que existe más información, procedente ésta de ensayos llevados a cabo en la Comunidad Valenciana.

Los resultados obtenidos en los experimentos llevados a cabo en la campaña 2009 se detallan a continuación.

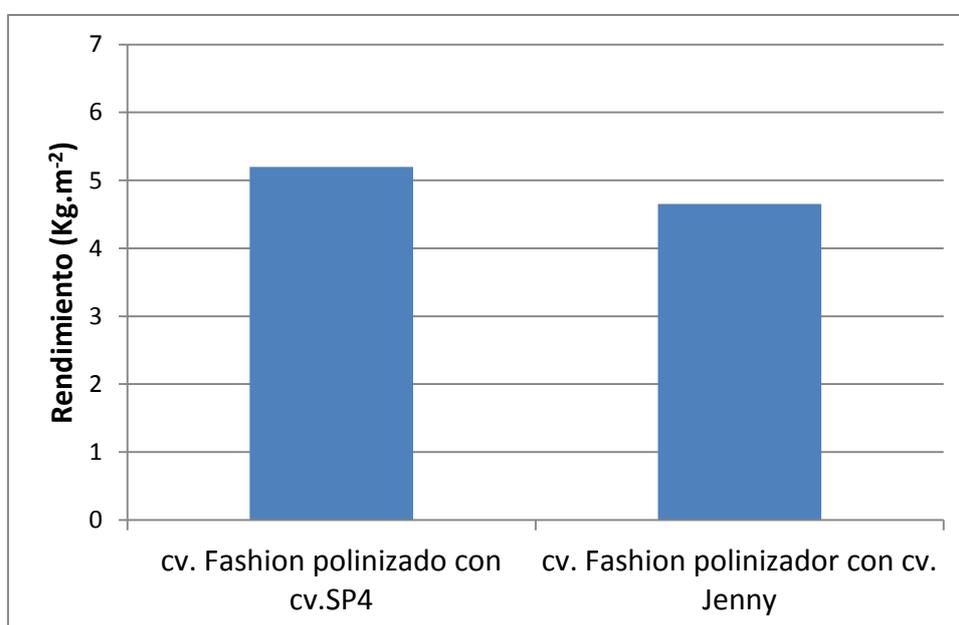
## **4.1. PRODUCCIÓN**

### **4.1.1. Producción total (Kg.m<sup>-2</sup>)**

En la siguiente Cuadro podemos observar los efectos asociados a la utilización de los dos tipos de variedades polinizadoras, por un lado la variedad polinizadora de fruto desechable *cv.* SP4 frente a la variedad polinizadora de fruto comercial *cv.* Jenny en relación a la producción total (Kg.m<sup>-2</sup>) de sandía triploide *cv.* Fashion se presenta en el siguiente cuadro:

**Cuadro 5.** Efecto que conlleva la utilización de la variedad polinizadora desechable *cv.* SP4 frente a la variedad polinizadora Jenny sobre la producción de sandía triploide ( $\text{Kg.m}^{-2}$ ) *cv.* Fashion.

Cultivares	Rendimiento ( $\text{Kg.m}^{-2}$ )	
	<i>cv.</i> Fashion polinizado con <i>cv.</i> SP4	<i>cv.</i> Fashion polinizado con <i>cv.</i> Jenny
	5,2	4,6
p-valor	0,3176	



**Figura 5.** Efecto que, sobre la producción total ( $\text{Kg.m}^{-2}$ ) tiene la utilización de las dos variedades polinizadoras utilizadas en el ensayo.

Evaluando éstos resultados podemos observar que no existen diferencias estadísticamente significativas en el valor de la producción total ( $\text{Kg.m}^{-2}$ ) de sandía triploide *cv.* Fashion al utilizar la variedad polinizadora *cv.* SP4 frente a la variedad polinizadora *cv.* Jenny. Sí se aprecia una ligera tendencia a obtener producciones totales ligeramente superiores usando como variedad polinizadora el *cv.* SP4.

De entrada comparamos los datos con los obtenidos por un ensayo realizado por M. Romeu (2009) del Dpto. de producción y desarrollo de Anecoop S. Coop., cuyo

objetivo era realizar una comparativa de variedades polinizadoras en cuanto a parámetros cuantitativos y cualitativos, utilizando los *cultivares* polinizadores diploides de fruto desechable *cv.* SP4, Premiun (sandía mini) y Dulce Maravilla (sandía de piel negra triploide) como polinizadores, mediante polinización entomófila, de *cultivares* triploides tales como Fenway (sandía negra “sin semillas”) y Reina de Corazones (sandía triploide “tipo Crimson”). Podemos decir que en cualquiera de los casos hemos obtenido producciones inferiores. Los datos obtenidos en dicho ensayo fueron los siguientes:

	Rendimiento (Kg.m <sup>-2</sup> )		Suma
	Cosecha de frutos triploides	Cosecha de frutos diploides	
Fenway con Premiun	7,5	0,9	8,4
Fenway con SP4	7,4		7,4
Reina con SP4	8,2		8,2
Reina con Dulce maravilla	8,3	1,3	9,6

**Cuadro 6.** Datos de ensayo comparativo de variedades polinizadoras en cuanto a parámetros cuantitativos y cualitativos realizado por M. Romeu

En el ensayo de M. Romeu (2009), la plantación se llevo a cabo el 7 de Abril, sobre acolchado de plástico negro y cubierta flotante en la primera fase del cultivo, y la primera recolección fue el 8 de Julio con dos posteriores el 14 y 28 de Julio respectivamente. La densidad de plantación fue de 0,29 pl.m<sup>-2</sup> y se utilizó el sistema de riego localizado.

Obtuvieron una producción de 7,4 Kg.m<sup>-2</sup> utilizando la variedad polinizadora *cv.* SP4 para polinizar la variedad principal *cv.* Fenway, cifra claramente superior a la alcanzada en nuestro ensayo con el *cv.* Fashion polinizado por la variedad polinizadora *cv.* SP4 que fue de 5,2 Kg.m<sup>-2</sup>. Cabe decir que las condiciones agronómicas son diferentes en cuanto a la densidad de plantación, (densidad de plantación ensayo Anecoop S. Coop. 0,29 pl.m<sup>-2</sup>) habiendo puesto en nuestro ensayo una densidad de plantación bastante superior, 0,41 pl.m<sup>-2</sup> lo que pudo generar una elevada competencia de luz y escasa aireación que supuso un descenso del rendimiento.

Si comparamos nuestros resultados con los obtenidos en una finca comercial, propiedad de Jose Manuel Flores (comunicación personal JM Fuentes) donde se realizó una plantación de sandía negra “sin semillas” *cv.* Fashion polinizado con la variedad diploide *cv.* Crisby (tipo Crimson (Nunhems)), obtuvieron 5,5 Kg.m<sup>-2</sup> de sandía negra sin semillas, además de 1,8 Kg.m<sup>-2</sup> de sandía Crimson con semillas. Producciones ciertamente superiores a las obtenidas en nuestro ensayo. De nuevo el marco de plantación difiere siendo en dicha finca comercial de 0,25 pl.m<sup>-2</sup> frente las 0,41 pl.m<sup>-2</sup> de nuestro estudio.

Claramente el coste de producción en nuestro ensayo es mayor motivado por la elevada densidad de plantación lo que se traduce en menor beneficio.

### **Justificación de baja producción**

Independientemente de la elevada densidad de plantación mencionada anteriormente, un factor clave para la obtención de unos datos tan reducidos fue la eliminación de las variedades polinizadoras, mediante el cierre de la llave del ramal portagotos una vez se produjo el primer cuaje, siendo el técnico competente que asesoraba la finca comercial quien tomo tal decisión. Por tanto no se obtuvo una segunda cosecha o rebrote.

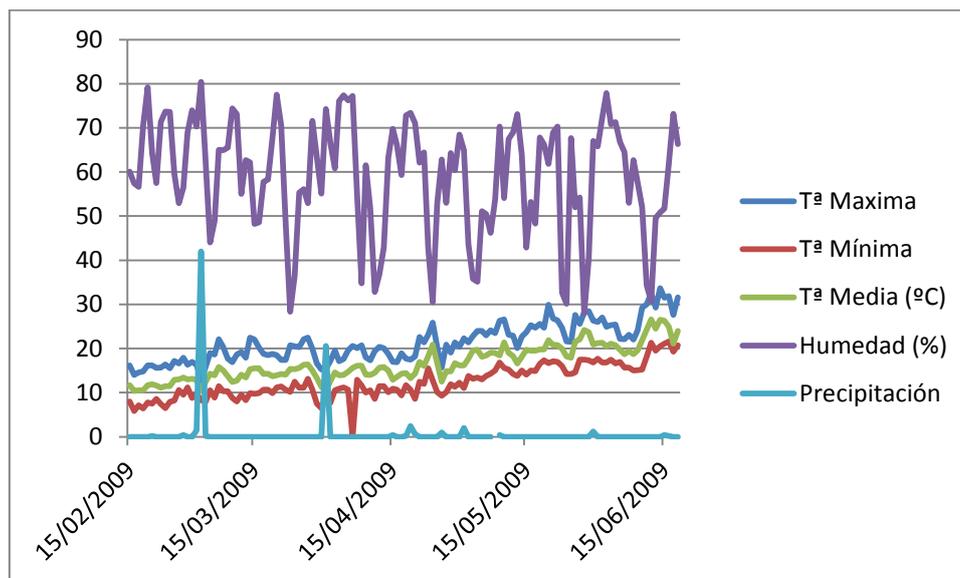
La distribución de las variedades polinizadoras no fue la aconsejada por la casa de semillas, ya que finalmente se distribuyeron en hileras y no de forma intercalada con la variedad principal. El motivo de tal disposición de la variedad polinizadora fue el mencionado en el párrafo anterior

Otra probable causa de ésta producción reducida pudo ser que durante la fase vegetativa del cultivo se produjo un desequilibrio en el que la planta adquirió gran vigor en detrimento de la floración que se retrasó, dándose por tanto un solape deficiente floral entre variedades polinizadoras y variedad principal.

Para favorecer el crecimiento lateral se llevo a cabo el pinzamiento de la yema apical para promover el desarrollo floral.

Por último reseñar las temperaturas registradas, obtenidas en la Red de Información Agroclimática de la Junta de Andalucía.

En la siguiente figura podemos observar los datos agroclimáticos producidos desde el 15 de Febrero de 2009 hasta el 15 de Junio de 2009.



**Figura 6.** Datos Agroclimáticos obtenidos de la red de Información Agroclimática de la Junata de Andalucía.

Las bajas temperaturas registradas durante el proceso de cuajado pudo causar deficiencias en el mismo.

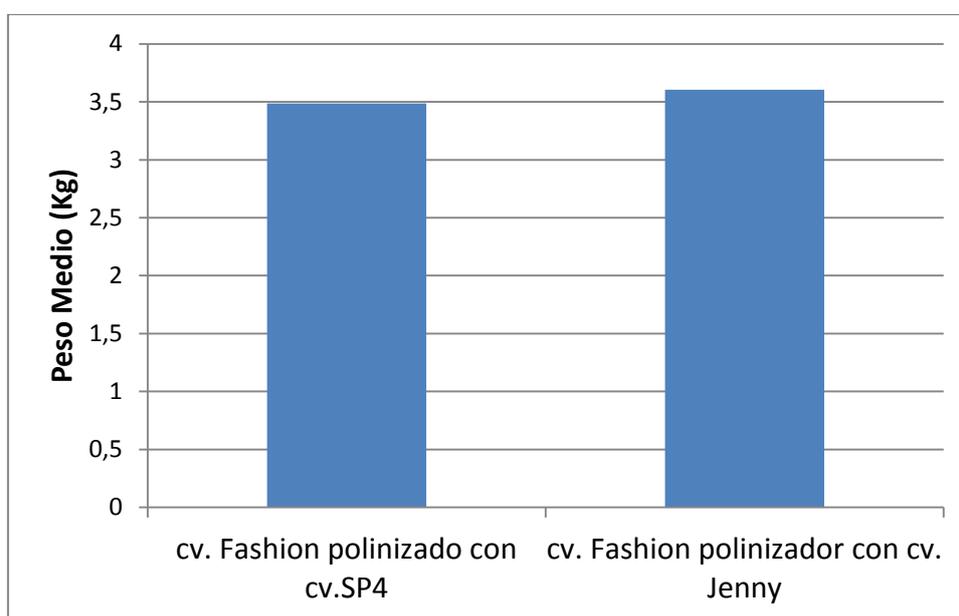
## 4.2. COMPONENTES DEL RENDIMIENTO

### 4.2.1. Peso medio del fruto (Kg)

El efecto asociado a la utilización de ambos polinizadores, desechable y no desechable, dedicados al estudio en relación al peso medio del fruto (Kg) de sandía triploide *cv.* Fashion se puede observar en el siguiente cuadro.

**Cuadro 7.** Efecto que produce en cuanto al peso medio del fruto (Kg) de sandía triploide *cv. Fashion* utilizando dos variedades polinizadoras diploides *cv. SP4* frente al *cv. Jenny*.

Cultivares	Peso Medio del Fruto (Kg)	
	<i>cv. Fashion</i> polinizado con <i>cv. SP4</i>	<i>cv. Fashion</i> polinizado con <i>cv. Jenny</i>
	3,48	3,6
p-valor	0,3498	



**Figura 7.** Efecto que, sobre el peso medio (Kg) tiene la utilización de las dos variedades polinizadoras utilizadas en el ensayo.

Podemos observar que no existen diferencias estadísticamente significativas en cuanto al peso medio del fruto al usar la variedad polinizadora de fruto desechable *cv. SP4* frente a la variedad polinizadora de fruto comercial *cv. Jenny*.

Si podemos ver que con la variedad polinizadora de fruto comercial *cv. Jenny* conseguimos una ligera tendencia a obtener un peso medio más elevado que en usando el polinizador de fruto desechable *cv. SP4*.

Los pesos medios más demandados por el consumidor son de 5,2 a 5,7 Kg/ud siendo los que más se ajustan al mercado. En nuestro ensayo las medias obtenidas fueron de 3,48 (Fashion con SP4) y 3,6 Kg (Fashion con Jenny) cifra inferior a la recomendada, no obstante por encima del mínimo que establece el reglamento de calidad de G.F.R. establecido en 2 Kg.

Otro factor a tener en cuenta la elevada densidad de plantación sobre la que ya hicimos referencia con anterioridad.

Si volvemos a comparar con el ensayo realizado por M. Romeu (2009) del Dpto. de producción y desarrollo de Anecoop S. Coop., vemos de nuevo como obtienen pesos más comerciales a los nuestros. Los datos obtenidos son los siguientes:

	Peso medio (Kg)	
	Sandía triploide	Sandía diploide
<b>Fenway con Premiun</b>	<b>5,6</b>	3,5
<b>Fenway con SP4</b>	<b>5,4</b>	
Reina con SP4	6,3	
Reina con Dulce	6,7	4,7

**Cuadro 8.** Datos de ensayo comparativo de variedades polinizadoras en cuanto a parámetros cuantitativos y cualitativos realizado por M. Romeu.

Tras observar los resultados obtenidos durante el ensayo realizado en Canso en L'Alcudia llevado a cabo por los Señores D.Orobal, Q. Montilla y M.Bono, con fecha de plantación 17-04-09, más tardío que nuestro ensayo que se plantó el 15-02-09 y con una densidad de plantación de 0,36 pl.m<sup>-2</sup>, concluimos que en ningún caso obtenemos pesos medios adecuados a la exigencia del mercado que son de 5,2 a 5,7 Kg.

Los pesos medios obtenidos en el ensayo mencionado en el parrafo anterior fueron en los *cultivares* Fenway (negra “sin semillas”) y Fashion de 5,7 y 5,3 Kg respectivamente, claramente superiores a los obtenidos en nuestro ensayo que fueron 3,48 (Fashion con SP4) y 3,6 (Fashion con Jenny) Kg.

Otro ensayo, realizado en el campo de ensayo Surinver SCL (Pilar de la Horadada) por A.B. Mesas y A.Oliver sobre variedades de sandía negra triploide con el fin de conocer que variedades son las que producen pesos medios más bajos, será comparado con nuestros datos.

Todos los cultivares se injertaron en pie de calabaza, fecha de plantación el 27-03-09 y la recolección el 16-07-09 y con una densidad de plantación de 0,33 pl/m<sup>2</sup>. Se utilizó acolchado y cubierta flotante.

Los calibres más pequeños fueron 3,57, 4,12 y 4,15 Kg de Liliput (sandía triploide) de Hazera, Fenway de Peto seed (sandía de piel negra triploide) y el número 10067 (sandía de piel negra triploide) de Intersemillas respectivamente. En el caso de el cv. Liliput superamos el peso medio; otras variedades consiguen 5,8 Kg de peso medio de fruto como la variedad Sunday special de Hazara.

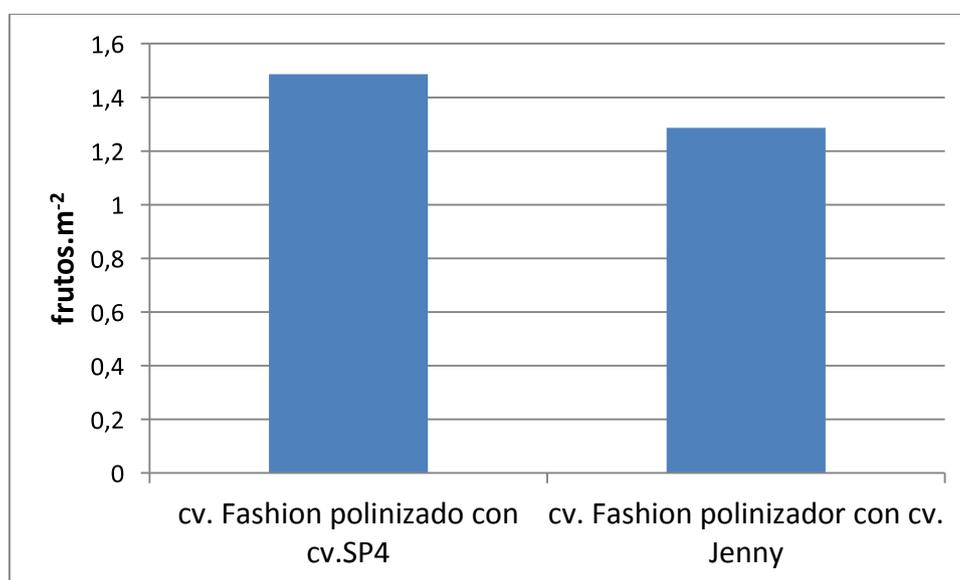
Unicamente el *cultivar* Liliput se acerca a la cifra obtenida con el *cultivar* Fashion polinizada con el cv. SP4 con 3.48 Kg.

#### **4.2.2. Número de frutos acumulados (Nº de frutos .m<sup>-2</sup>)**

Como parámetro de producción estudiamos los efectos que sobre el número de frutos acumulados (nº futos.m<sup>-2</sup>), tiene el empleo de dos variedades polinizadoras tales como el cv.de fruto desechable SP4 frente al cv. de fruto comercial Jenny siendo la variedad pricipal el cv triploide. Fashion.

**Cuadro 9.** Efecto asociado a la utilización de dos variedades polinizadoras distintas como son el *cv.* SP4 frente al *cv.* Jenny sobre el número de frutos acumulados por metro cuadrado (número de frutos.m<sup>-2</sup>) para la producción de sandía triploide *cv.* Fashion.

Cultivar	Producción (frutos.m <sup>-2</sup> )	
	<i>cv.</i> Fashion polinizado con <i>cv.</i> SP4	<i>cv.</i> Fashion polinizado con <i>cv.</i> Jenny
	1,48	1,28
p-valor	0,1578	



**Figura 8 .** Efecto que, el número de frutos.m<sup>-2</sup> tiene la utilización de las dos variedades polinizadoras utilizadas en el ensayo

Comprobamos, tras el estudio de los resultados que no se producen diferencias estadísticamente significativas entre el número de frutos por metro cuadrado obtenidos al polinizar la variedad principal *cv.* Fashion con la variedad polinizadora *cv.* Jenny, en la que obtuvimos 1.28 frutos por metro cuadrado, frente a la variedad polinizadora *cv.* SP4 donde obtuvimos 1.48 frutos por metro cuadrado.

Dicha diferencia puede ser debida a que la variedad polinizadora *cv.* SP4 es de menor vigor ocupando menos espacio que la variedad polinizadora *cv.* Jenny lo que

permite un microclima más favorable consiguiendo una mejor ventilación del cultivo que se traduce en una tasa fotosintética mayor.

Cotejando nuestros datos con los obtenidos en el ensayo realizado Toro (2009) en la finca experimental “FUNDACION UAL-ANECOOP”, sobre la influencia de la utilización de fenotiol 1% y ácido giberélico 0.5% en la producción y calidad de sandía triploide *cv.* Reina de Corazones (triploide tipo Crimson) sobre patrón Strongtosa (híbrido de *Cucurbita máxima* x *Cucurbita moschata*), obtienen sumando las dos recolecciones efectuadas 1 fruto.m<sup>-2</sup> para el testigo y 0.9 frutos.m<sup>-2</sup> en el tratamiento con fenotiol + ácido giberélico, cifra inferior a la obtenida en nuestro ensayo.

Decir que la densidad de plantación en el ensayo mencionado en el párrafo anterior fue 0,25 pl.m<sup>-2</sup> tanto para el testigo como para el tratado con Fengib (ácido giberélico), frente a las 0.41 pl.m<sup>-2</sup> de nuestro ensayo. Dicho dato puede explicar el incremento de frutos obtenidos en nuestro ensayo.

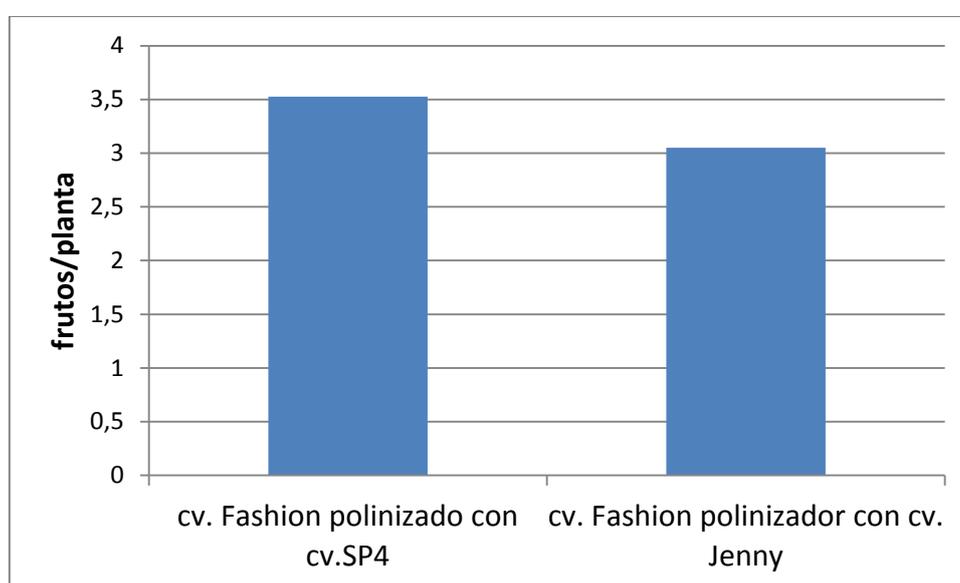
#### **4.2.3. Número de frutos acumulados (N° de frutos por planta)**

Como apunta Huitrón (2005), debido a que el número de frutos desarrollados es uno de los componentes que directamente influye en la producción, diversos investigadores han tratado de explicar lo que ocurre en el fruto antes y después del proceso de cuajado y desarrollo de frutos. En este sentido Talon *et al.* (1990) estudió los cambios hormonales asociados con el cuajado y desarrollo de frutos en mandarinas, sus resultados sugieren que, el potencial de cuaje en frutos partenocárpicos es afectado principalmente por el estado hormonal de éstos durante las etapas tardías de la división celular y las tempranas del crecimiento celular.

El efecto asociado a la utilización de distintos tipos de polinizadores como la variedad polinizadora de fruto desechable *cv.* SP4 frente a la variedad polinizadora de fruto comercial *cv.* Jenny con polinización entomófila sobre el número de frutos acumulados (n° de frutos/planta) en sandía triploide *cv.* Fashion se presentan en la siguiente Cuadro.

**Cuadro 10.** Efecto asociado a la utilización de dos variedades polinizadoras distintas como son el *cv.* SP4 frente al *cv.* Jenny sobre el número de frutos acumulados por planta (número de frutos.planta) para la producción de sandía triploide *cv.* Fashion.

Cultivar	Producción (frutos/planta)	
	<i>cv.</i> Fashion, polinizado con <i>cv.</i> SP4	<i>cv.</i> Fashion polinizado con <i>cv.</i> Jenny
	3.53	3.05
p-valor	0.1520	



**Figura 9.** Efecto que, sobre el número de frutos por planta tiene la utilización de las dos variedades polinizadoras utilizadas en el ensayo.

Podemos observar que no existen diferencias estadísticamente significativas para ninguno de los cultivares ensayados. Si existe una tendencia a obtener valores ligeramente superiores para el *cv.* Fashion polinizado con el *cv.* SP4 frente al polinizado con el *cv.* Jenny.

Volviendo a comparar los resultados por los obtenidos en el ensayo realizado por Toro (2009) citado en el punto 4.2.2. observamos, para el *cv.* Reina de Corazones con una densidad de plantación de 0,25 pl.m<sup>-2</sup>, para el testigo una cifra de 7.99

frutos/planta en dos cortes y 5.38 frutos/planta para el tratado con Fenbig también en ambos cortes. Cifra claramente superior a la nuestra.

El motivo de tal diferencia considero tiene que ver con la densidad de plantación siendo la dispuesta en nuestro ensayo excesiva generándose gran competencia de luz y problemas de aireación.

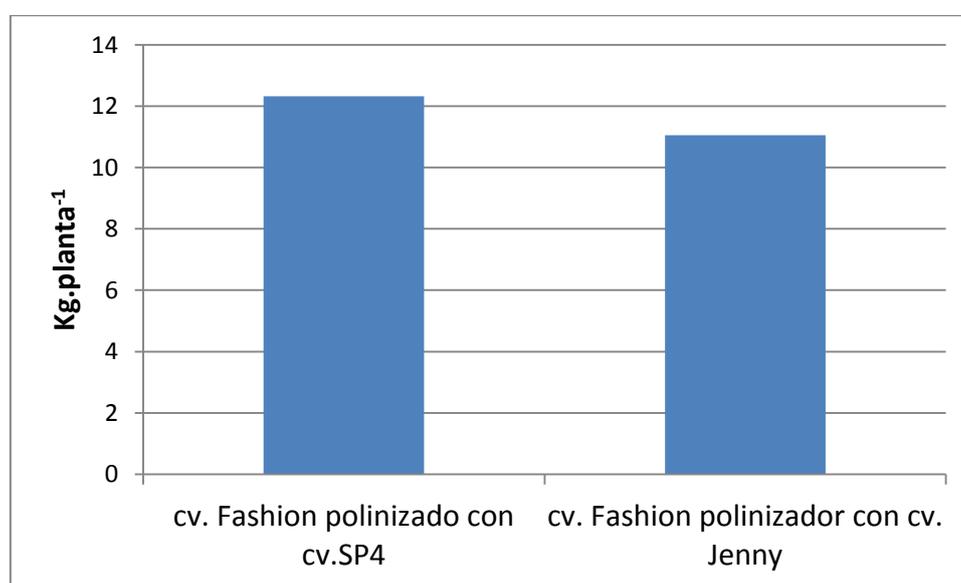
Naturalmente tenemos que mencionar que en nuestro ensayo no hubo oportunidad al rebrote de la variedad polinizadora, cortándole el riego a las variedades polinizadoras una vez realizaron el cuaje inicial, no determinando pues que cifra hubieramos obtenido al realizar dos cortes.

#### **4.2.4. Producción por planta (Kg/planta)**

El efecto asociado a la utilización de distintos tipos de polinizadores como la variedad polinizadora de fruto desechable *cv.* SP4 frente a la variedad polinizadora de fruto comercial *cv.* Jenny con polinización entomófila sobre el parámetro de producción por planta (Kg/planta) en sandía triploide *cv.* Fashion se presentan en el siguiente cuadro.

**Cuadro 11.** Efecto asociado a la utilización de dos variedades polinizadoras distintas como son el *cv.* SP4 frente al *cv.* Jenny sobre la producción por planta (Kg/planta) para la producción de sandía triploide *cv.* Fashion.

Cultivar	Producción (Kg/planta)	
	<i>cv.</i> Fashion polinizado con <i>cv.</i> SP4	<i>cv.</i> Fashion polinizado con <i>cv.</i> Jenny
	12,32	10,05
p-valor	0.3273	



**Figura 10.** Efecto que, sobre la producción por planta (Kg/planta) en la variedad principal *cv.* Fashion, tiene la utilización de las dos variedades polinizadoras utilizadas en el ensayo.

Podemos observar que no existen diferencias estadísticamente significativa para ninguno de los cultivares ensayados, aunque el *cv.* Fashion polinizado con el *cv.* SP4 obtiene valores ligeramente superiores. Fashion

Contrastando los resultados con los obtenidos en el ensayo realizado por Remedios Toro Garzón (2008), citado anteriormente, observamos una diferencia significativa en producción por planta obteniendo una primera cosecha del *cv.* Reina de Corazones (triploide tipo Crimson) de 20,68 Kg con una segunda de 21,71 Kg para el

testigo y de 15,26 (primer corte) y 15,58 Kg (segundo corte) para el tratado con Fengib, frente a los 12,32 y 10,5 Kg de Fashion con SP4 y Fashion con Jenny respectivamente.

Como he mencionado, la ausencia de un rebrote en los *cultivares* polinizadores en nuestro ensayo no permitió una cosecha más abundante lo que influyó de forma decisiva en parámetros de producción.

### **4.3. CALIDAD**

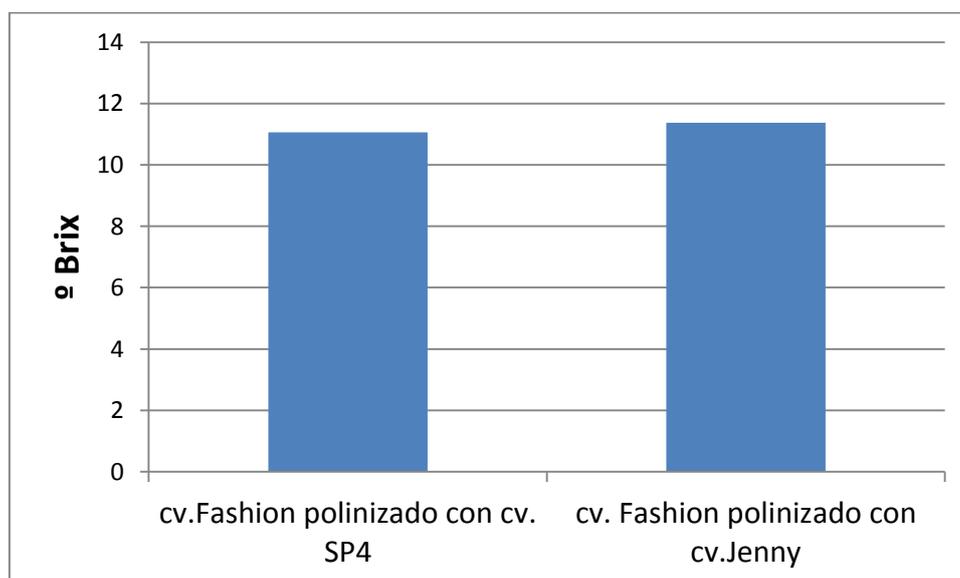
Tras completar el estudio de los parámetros de producción y componentes del rendimiento, vamos a estudiar el efecto que, asociado al empleo de dos polinizadores tales como la variedad polinizadora de fruto desechable *cv.* SP4 frente a la variedad polinizadora de fruto comercial *cv.* Jenny, se produce sobre la calidad del fruto de sandía triploide *cv.* Fashion en cuanto a parámetros como el contenido de sólidos solubles, el grado de acidez, la dureza de la pulpa, el espesor de la corteza, el tamaño de la cicatriz pistilar, el color de la pulpa, el perímetro longitudinal, el perímetro transversal, y la relación que existe entre ambos.

#### **4.3.1. Contenido de sólidos solubles (° Brix)**

En el cuadro podemos observar los efectos que, asociados al empleo de dos variedades polinizadoras distintas tales como el polinizador de fruto desechable *cv.* SP4 frente al polinizador *cv.* Jenny, se producen sobre el contenido de sólidos solubles (°Brix) presentes en el fruto triploide del *cv.* Fashion.

**Cuadro 12.** Efecto asociado a la utilización de dos variedades polinizadoras distintas como son el *cv.* SP4 frente al *cv.* Jenny sobre el contenido de sólidos solubles (°Brix) para la producción de sandía triploide *cv.* Fashion.

Cultivares	Sólidos Solubles	
	<i>cv.</i> Fashion polinizado con <i>cv.</i> SP4	<i>cv.</i> Fashion polinizado con <i>cv.</i> Jenny
	11,06	11,37
p-valor	0.2498	



**Figura 11.** Efecto que, sobre el contenido de sólidos solubles (°Brix), produce la utilización de las dos variedades polinizadoras dedicadas al estudio.

Como podemos observar no se encontraron diferencias estadísticamente significativas asociadas al empleo de las dos variedades polinizadoras utilizadas en el ensayo, habiendo obtenido 11,06 ° Brix en el *cv.* Fashion polinizado con el *cv.* SP4 frente a los 11,37 °Brix obtenidos con el *cv.* Jenny. Si existe una ligera tendencia a obtener mayores contenidos en azúcares en los frutos de sandía triploide *cv.* Fashion polinizado con la variedad polinizadora *cv.* Jenny.

A continuación cotejaremos los resultados obtenidos con un ensayo llevado a cabo en el Centro de fundación Rural caja, en Laporta (Valencia), por A. Núñez, A. Ginés, F. Juan, C. Bauxauli y J.M. Aguilar para distintos *cultivares* de sandía negra “sin semillas” tales como Fashion, Pasion y Fenway, con los obtenidos en nuestro ensayo.

El material ensayado fue injertado sobre *Shintoza* (portainjerto híbrido entre *C. máxima* x *C. moshata*) el 06-04-09, siendo el polinizador diploide Crimson Sweet con una proporción 3:1. El sistema de semiforzado utilizado fue el acolchado con polietileno negro y cubierta flotante a base de polipropileno que se retiró con la aparición de las primeras flores pistiladas y cuando las condiciones climáticas fueran buenas. La densidad de plantación es de 0.33 pl.m<sup>-2</sup>.

Los resultados obtenidos en el *cultivar* Fashion y Fenway fueron 13 y 12 °Brix respectivamente siendo nuestra media de 11.06 °Brix polinizada con el cv. SP4 y 11.37 °Brix polinado con el cv. Jenny. Ambos ensayos cumplen con el mínimo exigido en el reglamento de calidad de producción de A.G.F. que establece un mínimo de 10.5 ° Brix.

Teniendo en cuenta la alta densidad de plantación dispuesta en nuestro ensayo, podemos decir que pudo mejorar los parámetros de calidad interna. El cultivo actúa como elemento refrigerante respecto al ambiente gracias a la transpiración, disminuyendo así el efecto de las altas temperaturas mejorando las condiciones climáticas lo que provoca una mejora en calidad.

También hay que decir que la planta gasta grandes cantidades de energía en el proceso de respiración, más aún al medio día cuando el DPV (Déficit de Presión de Vapor) toma valores máximos (>3.5 KPa), que conlleva un ambiente con alta temperatura y baja humedad, sumado a una tasa fotosintética baja motivada por el blanqueo es posible un balance negativo de energía que se traduce en un descenso de producción.

Compararemos nuestros datos en cuanto a ° Brix, con el ensayo mencionado anteriormente, realizado en el campo de ensayo Surinver SCL (Pilar de la Horadada) por A.B. Mesas y A.Oliver sobre variedades de sandía negra triploide con el fin de conocer que variedades son las que producen pesos medios más bajos.

Todos los cultivares se injertaron en pie de calabaza RS-841 (híbrido de *C. maxima* x *C. moshata* ((Séminis)) resistente a Antracnosis y tolerante a Fusarium, fecha de plantación el 27-03-09 y la recolección el 16-07-09 y con una densidad de plantación

de 0,33 pl/m<sup>2</sup>. Se utilizó acolchado y cubierta flotante. Todos los cultivares fueron polinizados con la variedad Susanita (tipo sugar Baby) en proporción 3:1.

Concretamente la variedad Fenway (negra triploide) obtiene valores de 9 °Brix inferiores a los obtenidos en nuestro ensayo. Pudo ser motivado cosechar antes del punto de maduración comercial. Otras variedades como Ivona (negra triploide ((nunhems)), Sunday special (negra triploide (Hazera)) y Envy (negra triploide (Zeraim)) obtuvieron valores de 10 ° Brix.

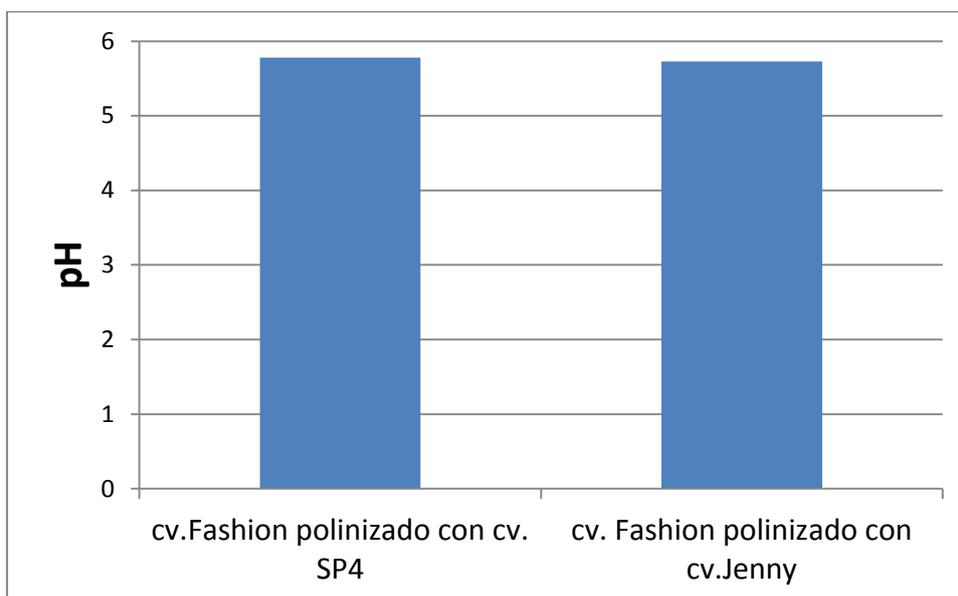
Desde el trasplante a la recolección pasaron 109 días, 24 días menos que nuestro ensayo. Observando el dato obtenido en la variedad Fenway podemos suponer que se recolecto faltando pocos días para su óptima de maduración comercial, o bien se dieron condiciones climáticas adversas que provocaron esa disminución en la concentración de azúcares.

#### **4.3.2. Grado de acidez (pH)**

En el cuadro podemos observar los efectos que, asociados al empleo de dos variedades polinizadoras distintas tales como el polinizador de fruto desechable *cv.* SP4 frente al polinizador *cv.* Jenny, producen sobre el grado de acidez (pH) presentes en el fruto del *cv.* Fashion

**Cuadro 13.** Efecto asociado a la utilización de dos variedades polinizadoras distintas como son el *cv.* SP4 frente al *cv.* Jenny contenido sobre el grado de acidez (pH) para la producción de sandía triploide *cv.* Fashion.

Cultivares	Grado de Acidez (pH)	
	<i>cv.</i> Fashion polinizado con <i>cv.</i> SP4	<i>cv.</i> Fashion polinizado con <i>cv.</i> Jenny
	5,78	5,73
p-valor	0,2241	



**Figura 12.** Efecto que, sobre el grado de acidez (pH), produce la utilización de las dos variedades polinizadoras dedicadas al estudio.

Tras observar los resultados, observamos que no existen diferencias estadísticamente significativas asociadas al empleo de ambas variedades polinizadoras utilizadas en el ensayo, como son la variedad polinizadora de fruto desechable *cv.* SP4 frente a la variedad polinizadora de fruto comercial *cv.* Jenny, en la concentración sólidos solubles en el *cv.* Fashion.

Durante el crecimiento de la planta hasta el comienzo de la floración se mantuvo un pH de 5,8 subiéndolo tras llegar a la fase reproductiva a 6.

De entrada decir que no especifican horquillas de pH en el reglamento de calidad del G.F.R.

Comparando nuestro dato de pH con el obtenido en el ensayo, antes mencionado, de Remedios Toro Garzón (2008) realizado en la finca experimental de la Universidad de Almería, obtuvo 5,48 para el testigo y 5,45 para el tratado con Fenig. Observamos una leve tendencia a obtener valores superiores de pH en nuestro ensayo.

Los niveles medios de acidez de pulpa son comparables a los obtenidos en los trabajos realizados por Huitrón (2005) para sandía Reina de Corazones (rayada triploide) cuyos frutos se han obtenido mediante polinización con CPPU. También son parecidos a los obtenidos en un ensayo realizado en la Finca Fundación UAL.ANECOOP ubicada en el paraje “Los Goterones” en las campañas de primavera 2005 y 2006 sobre sandía triploide *cv.* Reina de Corazones polinizada mediante fitoreguladores.

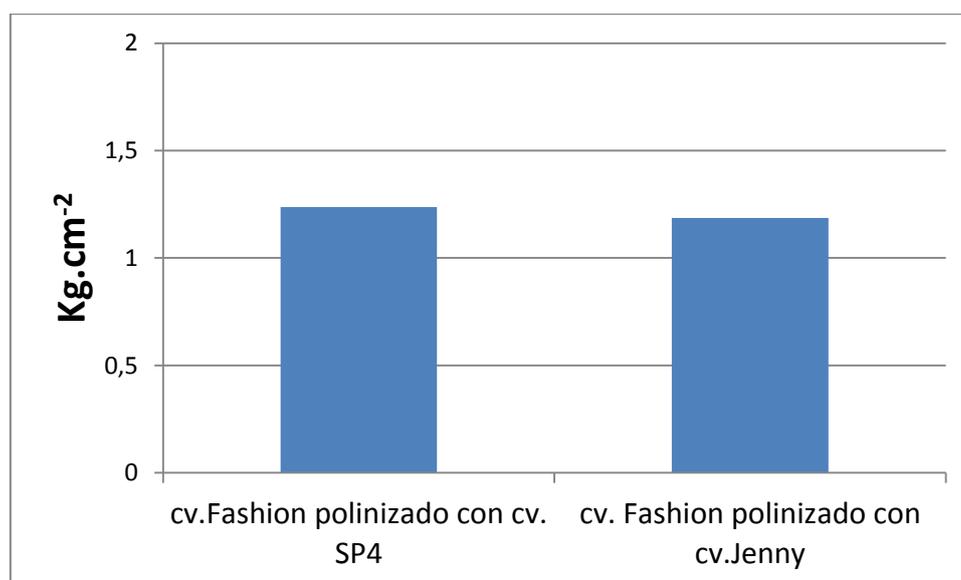
En el ensayo realizado por Iván Cano Martínez, sobre la evaluación de parámetros de producción y calidad en distintas variedades de sandía de tamaño medio cultivadas bajo invernadero, se obtienen los siguientes datos de pH con 5,58 en la variedad Zs93 con la cifra más baja y 5,88 en la variedad Zs91 con la más alta. La variedad Furia y Londres obtuvieron 5,65 ambas

#### **4.3.3. Dureza de la pulpa ( $\text{Kg.cm}^{-2}$ )**

Los resultados que se desprenden del estudio comparativo realizado sobre la utilización de las variedades polinizadoras usadas en nuestro ensayo con relación a la dureza de la pulpa ( $\text{Kg.cm}^{-2}$ ) en sandía triploide *cv.* Fashion se muestran en el siguiente cuadro.

**Cuadro 14.** Efecto asociado a la utilización de dos variedades polinizadoras distintas como son el *cv.* SP4 frente al *cv.* Jenny sobre la dureza de la pulpa ( $\text{Kg.cm}^{-2}$ ) del fruto de la variedad principal triploide *cv.* Fashion.

Cultivares	Dureza de la pulpa (Kg.cm <sup>-2</sup> )	
	cv. Fashion polinizado con cv. SP4	cv. Fashion polinizado con cv. Jenny
	1,24	1,19
p-valor	0.5014	



**Figura 13.** Efecto que, sobre la dureza de la pulpa (Kg.cm<sup>-2</sup>), produce la utilización de las dos variedades polinizadoras dedicadas al estudio en los frutos de la variedad triploide cv. Fashion.

No encontramos diferencias estadísticamente significativas asociadas al empleo de ambas variedades polinizadoras sobre la dureza de la pulpa en la variedad triploide cv. Fashion. Si vemos una leve tendencia a obtener más firmeza en los frutos que han sido polinizados con polen de la variedad polinizadora cv.SP4.

Una dureza de la pulpa entre 1,5 a 2 Kg.m<sup>-2</sup> se corresponde con una sandía “crujiente” que aprecia el mercado. El fruto de sandía injertada, por el mero hecho de serlo, no implica que tenga la pulpa más firme, se trata de un atributo que depende más del momento de corte que de donde proceda el fruto, sea de plantas injertadas o sin injertar y de las condiciones ambientales. (Camacho *et al.*, 2000).

Los picos de temperatura máxima pudieron afectar de forma negativa en la calidad comercial de la fruta; durante la maduración se registró un bajo regimen

pluviométrico, acompañado de temperaturas superiores a 30 °C en la segunda quincena de Junio, lo que pudo provocar desórdenes fisiológicos como : Reducción del cuajado, maduración prematura de los frutos, pérdida de firmeza y maduración desigual (FAO).

El empleo del blanqueo de la cubierta fue necesario para evitar las anomalías descritas y alcanzar los parámetros de calidad comercial que exige el mercado. Este es un método barato que ha dado buenos resultados.

Cotejando nuestros datos con el ensayo realizado en el campo de ensayo Surinver SCL (Pilar de la Horadada) por A.B. Mesas y A.Oliver sobre variedades de sandía negra triploide, observamos que la variedad Liliput de la empresa Hazera España es la que obtiene el máximo valor con 1.4 Kg.cm<sup>-2</sup>, seguida de Ivona de Nunhems con 1.1 Kg.cm<sup>-2</sup> dando la variedad Style de Nunhems el valor más bajo con 0.6 Kg.cm<sup>-2</sup>. Se recolectó 109 d.d.t., frente a 1.24 y 1.19 Kg.cm<sup>-2</sup> que obtenemos en nuestro ensayo en 123 d.d.t.

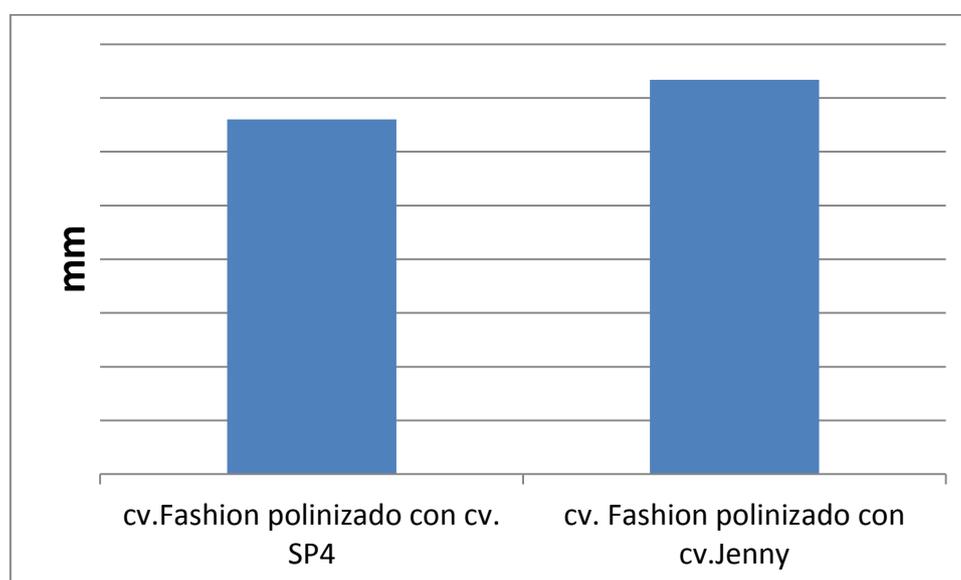
Todos los cultivares se injertaron en pie de calabaza, fecha de plantación el 27-03-09 y la recolección el 16-07-09 y con una densidad de plantación de 0,33 pl/m<sup>2</sup>. Se utilizó acolchado y cubierta flotante.

#### **4.3.4. Espesor de la corteza (mm)**

En el cuadro siguiente se aprecian los resultados que se desprenden del estudio del efecto que produce la utilización de ambas variedades polinizadoras sobre el espesor de la corteza (mm) en sandía triploide *cv.* Fashion.

**Cuadro 15.** Efecto asociado a la utilización de dos variedades polinizadoras distintas como son el *cv.* SP4 frente al *cv.* Jenny sobre el espesor de la pulpa (mm) del fruto de la variedad principal triploide *cv.* Fashion.

Cultivares	Espesor de la Corteza (mm)	
	<i>cv.</i> Fashion polinizado con <i>cv.</i> SP4	<i>cv.</i> Fashion polinizado con <i>cv.</i> Jenny
	13,2	14,67
p-valor	0.030	



**Figura 14.** Efecto que, sobre el espesor de la corteza (mm), produce la utilización de las dos variedades polinizadoras dedicadas al estudio en los frutos de la variedad triploide *cv.* Fashion.

Observando los datos observamos que si existe una diferencia estadísticamente significativa en cuanto al espesor de la corteza, entre los frutos variedad Fashion polinizados con la variedad SP4 con 13,2 mm de espesor, frente a los 14,67 mm obtenidos con el polinizador Jenny.

Cotejamos los datos con los de un ensayo realizado por la Fundación Cajamar sobre la comparativa de parámetros cuantitativos y cualitativos entre la utilización de distintos portainjertos con diferentes tipos de sandías, como los *cultivares* Reina de corazones, Boston y Tigre

El espesor de la corteza de los frutos obtenidos en el ensayo ha oscilado de 10 a 12 mm. Los valores medios han sido: 11,76 mm Reina de Corazones, 11,14 mm Boston y 11,65 mm Tigre. No se han observado diferencias significativas en el espesor de la corteza de los frutos ni entre variedades ni entre portainjertos. Los valores del espesor de corteza se sitúan dentro de la categoría de corteza gruesa, pero muy cerca del límite para ser considerados de corteza fina (10 mm) según la clasificación de Reche (1994). Este parámetro, como ocurre con otros parámetros de calidad del fruto, tiene una clara dependencia del momento de la recolección y evoluciona durante su post-cosecha, reduciendo sus valores (Fernández Rodríguez, datos no publicados)

No cabe duda de que se trata de un parámetro de importancia, por ello se buscan cada día nuevas variedades que posean un espesor reducido.

En el campo de ensayo Surinver SCL (Pilar de la Horadada) se realizó un estudio, llevado a cabo por A.B. Mesas y A.Oliver sobre variedades de sandía negra triploide con el fin de conocer que variedades son las que producen pesos medios más bajos, con el cual cotejaremos el dato de espesor de la corteza.

Todos los cultivares se injertaron en pie de calabaza, fecha de plantación el 27-03-09 y la recolección el 16-07-09 y con una densidad de plantación de  $0,33 \text{ pl.m}^{-2}$ . Se utilizó acolchado y cubierta flotante.

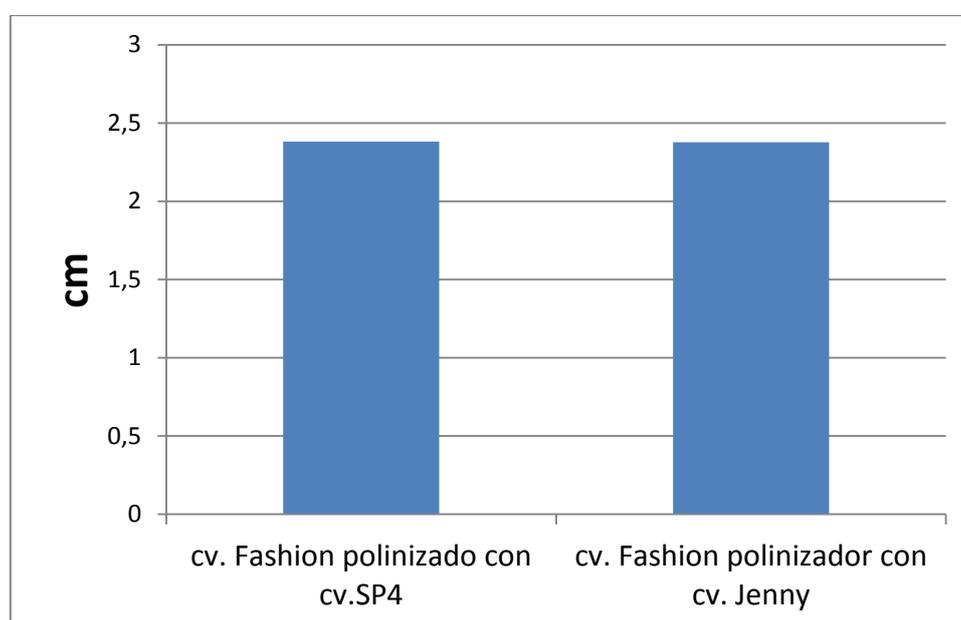
De las variedades negras triploides como los *cultivares* Liliput y 10067 se obtuvieron valores máximos con 17 y 14 mm respectivamente. EL menor valor se obtiene con la variedad Fenway de la Casa de semillas Peto Seed con 9mm de espesor, considerada de corteza fina.

#### **4.3.5. Tamaño de la cicatriz pistilar (mm)**

El efecto asociado al empleo de dos variedades polinizadoras distintas tales como la variedad polinizadora de fruto desechable *cv.* SP4 frente a la variedad de fruto comercial *cv.* Jenny sobre el tamaño de la cicatriz pistilar (mm) en sandía triploide *cv.* Fashion se presentan en el siguiente cuadro.

**Cuadro 16.** Efecto que produce en cuanto al tamaño de la cicatriz pistilar (Cm) en sandía triploide *cv.* Fashion utilizando dos variedades polinizadoras diploides *cv.* SP4 frente al *cv.* Jenny.

Cultivares	Cicatriz pistilar (Cm)	
	<i>cv.</i> Fashion polinizado con <i>cv.</i> SP4	<i>cv.</i> Fashion polinizado con <i>cv.</i> Jenny
	2,38	2,37
p-valor	0,864	



**Figura 15.** Efecto que, sobre el tamaño de la cicatriz pistilar (Cm) tiene el empleo de los dos *cultivares* de sandía dedicados al estudio.

Observando los datos podemos observar que no existen diferencias estadísticamente significativas en el tamaño de la cicatriz pistilar (Cm) asociadas al empleo de las dos variedades dedicadas al estudio.

Si se produce una leve disminución en cuanto a tamaño de la cicatriz pistilar en el *cv.* Fashion polinizado con el *cv.* Jenny frente al polinizado por el *cv.* SP4 la cual no es significativa.

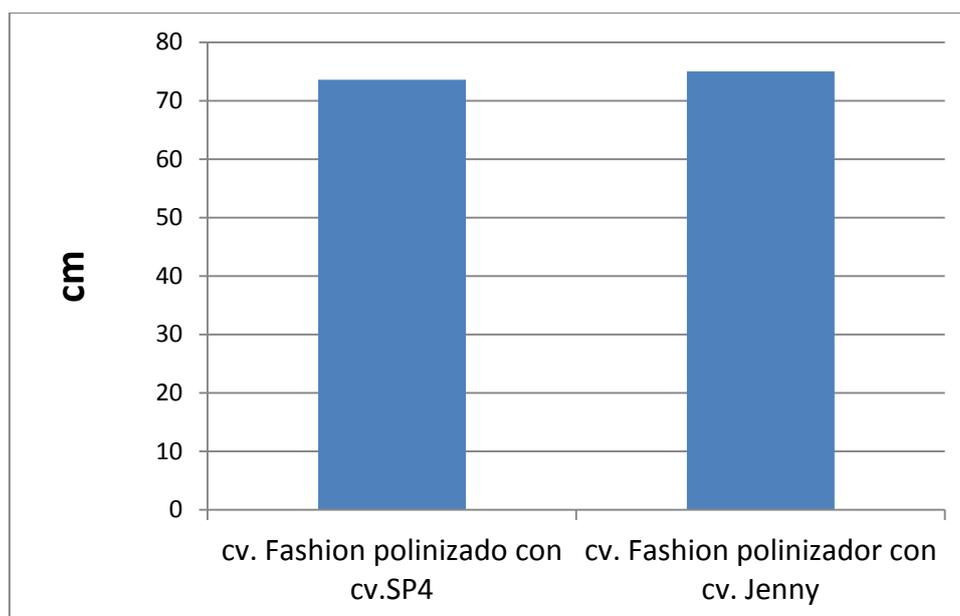
Si comparamos nuestros datos con los obtenidos en un ensayo, citado con anterioridad, realizado por Remedios Toro Garzón (Junio 2008), sobre la influencia de la utilización de fitorreguladores en la producción y calidad de sandía triploide *cv.* Reina de Corazones (tipo Crimson) en la finca experimental de la Universidad de Almería, donde obtenemos 1,05 para el testigo y 1,36 cm en el tratado con el fitorregulador frente a los 2,38 cm que conseguimos con la variedad polinizadora de fruto desechable *cv.* SP4, cifra claramente superior.

#### 4.3.6. Perímetro longitudinal (cm)

El efecto asociado al empleo de dos variedades polinizadoras distintas tales como la variedad polinizadora de fruto desechable *cv.* SP4 frente a la variedad de fruto comercial *cv.* Jenny sobre perímetro longitudinal (cm) en sandía triploide *cv.* Fashion se presentan en el siguiente cuadro.

**Cuadro 17.** Efecto que produce sobre el perímetro longitudinal (Cm) en sandía triploide *cv.* Fashion utilizando dos variedades polinizadoras diploides *cv.* SP4 frente al *cv.* Jenny.

Cultivares	Perímetro longitudinal (Cm)	
	<i>cv.</i> Fashion polinizado con <i>cv.</i> SP4	<i>cv.</i> Fashion polinizado con <i>cv.</i> Jenny
	73,6	74,9
p-valor	0,0131	



**Figura 16.** Efecto que, sobre el perímetro longitudinal (Cm) tiene el empleo de los dos *cultivares* de sandía dedicados al estudio.

Analizando los datos comprobamos que se producen diferencias estadísticamente significativas en el perímetro longitudinal del fruto asociadas al empleo de las dos variedades polinizadoras dedicadas al ensayo, presentando los frutos obtenidos del *cv. Fashion* cuya variedad polinizadora ha sido el *cv. SP4* un perímetro longitudinal medio ligeramente inferior al obtenido en los frutos polinizados con el *cv. Jenny*.

Si comparamos el perímetro longitudinal con el experimento realizado por Segura *et al.*, (2006) sobre sandía *cv. Reina de corazones* (sandía triploide “tipo Crimson”) obtuvo valores promedio de 72,93. En nuestro experimento se obtuvieron medias algo superiores a los publicados por este autor.

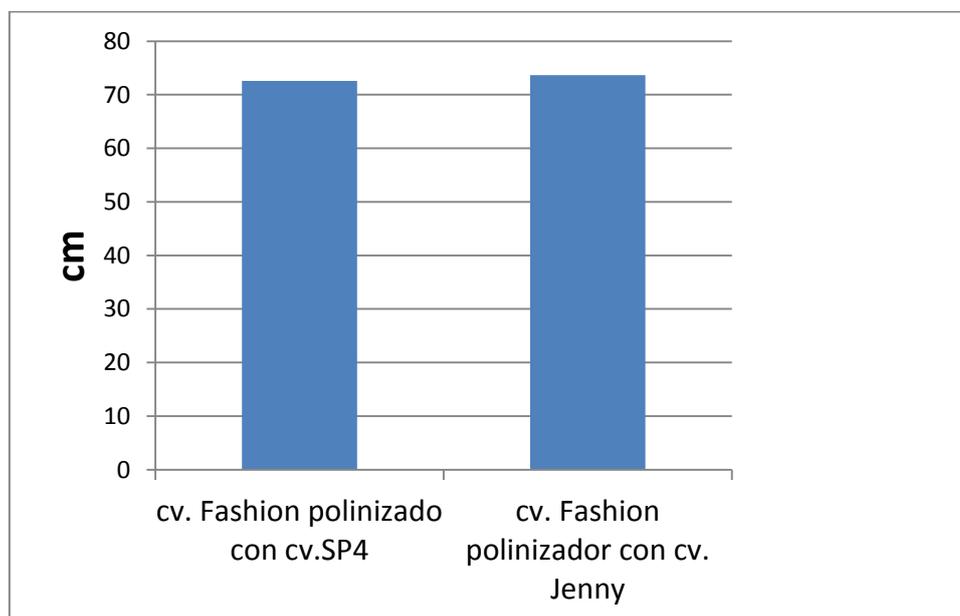
Cabe decir que no había la misma densidad de plantación en ambos ensayos, siendo la realizado por Segura (2006) de 0.25 pl.m<sup>-2</sup> frente a las 0.41 pl.m<sup>-2</sup> del nuestro en el momento de la recolección.

#### 4.3.7. Perímetro transversal (cm)

El efecto asociado al empleo de dos variedades polinizadoras distintas tales como la variedad polinizadora de fruto desechable *cv.* SP4 frente a la variedad de fruto comercial *cv.* Jenny sobre perímetro transversal (cm) en sandía triploide *cv.* Fashion se presentan en la siguiente Cuadro.

**Cuadro 18.** Efecto que produce sobre el perímetro transversal (Cm) en sandía triploide *cv.* Fashion utilizando dos variedades polinizadoras diploides *cv.* SP4 frente al *cv.* Jenny.

Cultivares	Perímetro transversal (Cm)	
	<i>cv.</i> Fashion polinizado con <i>cv.</i> SP4	<i>cv.</i> Fashion polinizado con <i>cv.</i> Jenny
	72,6	73,67
p-valor	0,0001	



**Figura 17.** Efecto que, sobre el perímetro transversal (Cm) tiene el empleo de los dos *cultivares* de sandía dedicados al estudio.

Tras observar los datos, podemos decir que si existen diferencias estadísticamente significativas en el empleo de las dos variedades polinizadores usadas en el ensayo,

siendo claramente superior el perímetro transversal de los frutos del *cv.* Fashion cuya variedad polinizadora fue el *cv.* Jenny

Al igual que ocurre con el perímetro longitudinal es la variedad polinizadora *cv.* Jenny la que, con su polinización obtenemos frutos con un perímetro transversal algo superior que los obtenidos con la variedad polinizadora *cv.* SP4.

Si comparamos los datos con los obtenidos por Segura *et al.*, (2006) para *cv.* Reina de corazones, obtuvo un promedio de 68.94 claramente inferior a las obtenidas en nuestro ensayo. La densidad de plantación dispuesta en ambos ensayos fue distinta.

#### 4.3.8. Coeficiente de forma (PL/PT)

El coeficiente de forma es la relación que existe entre el perímetro longitudinal y el perímetro transversal (PL/PT), éste puede tomar diferentes valores, y en función del valor que tome el fruto de sandía tendrá una forma determinada:

Si el coeficiente de forma es  $>1$ , la forma de la sandía es oblonga

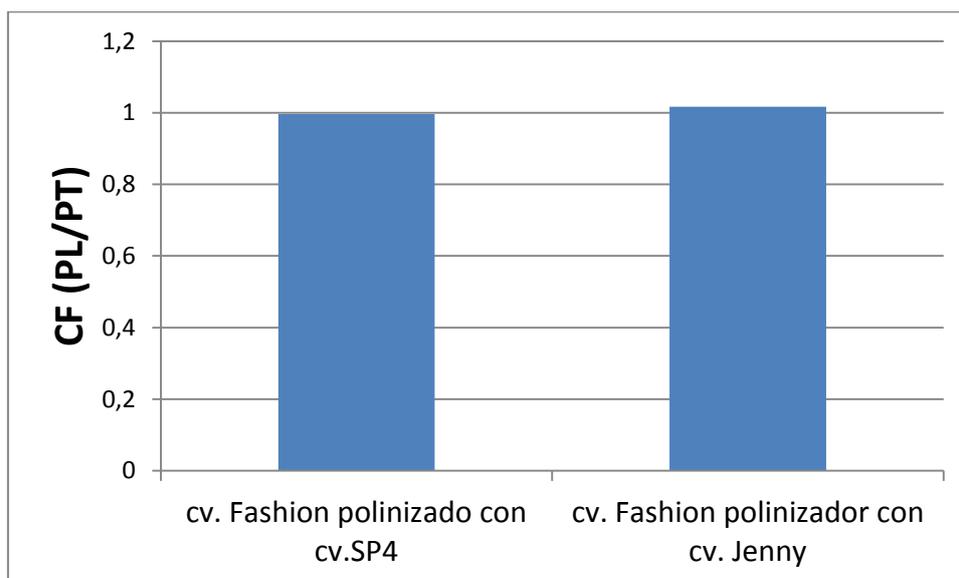
Si el coeficiente de forma es  $=1$ , la forma del fruto es redonda.

Si el coeficiente de forma es  $<1$ , la forma del fruto es achatada.

El efecto asociado al empleo de las dos variedades polinizadoras en el ensayo sobre el coeficiente de forma en sandía triploide *cv.* Fashion se presentan en el siguiente cuadro.

**Cuadro 19.** Efecto que produce el empleo de la variedad polinizadora *cv.* SP4 frente a la variedad polinizadora *cv.* Jenny en cuanto al coeficiente de forma.

Cultivares	Coeficiente de forma	
	<i>cv.</i> Fashion polinizado con <i>cv.</i> SP4	<i>cv.</i> Fashion polinizado con <i>cv.</i> Jenny
p-valor	0.99	1.01



**Figura 18.** Efecto que, sobre el Coeficiente de forma tiene el empleo de los *cultivares* de sandía dedicados al estudio.

Podemos observar que los frutos obtenidos del *cv.* Fashion con la variedad polinizadora *cv.* SP4 es del tipo achatada al contrario que los frutos del *cv.* Fashion utilizando la variedad polinizadora Jenny los cuales son oblongos.

A continuación cotejaremos los resultados obtenidos con un ensayo llevado a cabo en el Centro de fundación Rural caja, en Laporta (Valencia), por A. Núñez, A. Ginés, F. Juan, C. Bauxauli y J.M. Aguilar para distintos *cultivares* de sandía negra “sin semillas” tales como Fashion, Pasion y Fenway, con los obtenidos en nuestro ensayo.

De los *cultivares* estudiados del tipo sandía de piel negra triploide, en el ensayo mencionado en el párrafo anterior solo las variedades Envy y WTP-9002 tienen formas oblongas, obteniendo en otras variedades como Fashion, Pasion y Fenway formas redondeadas-

Compararemos nuestros datos en cuanto a Coeficiente de Forma, con el ensayo mencionado anteriormente, realizado en el campo de ensayo Surinver SCL (Pilar de la Horadada) por A.B. Mesas y A.Oliver sobre variedades de sandía negra triploide con el fin de conocer que variedades son las que producen pesos medios más bajos.

Decir que un porcentaje elevado es considerado redondo, siendo únicamente la variedad Envy de la Casa de semillas Zeraim IBERICA S.A. (sandía de piel negra triploide) la que produce un tipo de fruto oblongo.

## CONCLUSIONES

1. No se han encontrado influencia del polinizador empleado (SP4 o Jenny) sobre el cuaje de la variedad apirena Fashion para la mayoría de los parámetros estudiados (excepto en el espesor de la corteza).
2. Los resultados del ensayo han estado condicionados por las decisión de manejo establecidas por el productor y que posiblemente han incidido en el resultado final de la evaluación. Además del hecho de que la campaña ha sido problemática a nivel general para el cuaje de sandía, con temperaturas máximas que no superaban los 20°C en fase de crecimiento y desarrollo del fruto. Entre las decisiones que han condicionado el ensayo podemos indicar como elementos fundamentales:
  - La decisión de arrancar ambas variedades polinizadoras tras el cuaje de los primeros frutos, lo que impidió la realización de rebrote y segunda cosecha.
  - La decisión de establecer una elevada densidad de plantación.

**Bibliografía**

- ARNAU, J.A.; TADEO, F.; GUERRI, J.; PRIMO-MILLO, E. (1999). "Cytokinins in peach: Endogenous levels during early fruit development. *Plant Physiol.*" *Biochem.*
- AZCON-BIETO, J. Y TALON, M. (2000). "Fundamentos de Fisiología Vegetal". Interamericana, MacGraw-Hill.
- BARCELÓ, J., NICOLÁS, G., SABATER, B. SÁNCHEZ, R. (1998). "Fisiología Vegetal". Pirámide. Madrid, España.
- CAMACHO, F. (2003). "El cultivo de sandía invernada". En : Técnicas de producción en cultivos protegidos. Ed. Camacho, F. Caja Rural Intermediterranea. Almería, España.
- CAMACHO, F., FERNÁNDEZ, E.J., (1997). Influencia de patrones utilizados en el cultivo de sandía bajo plástico. Ed. Caja Rural de Almería. Artes gráficas Gutenberg. Almería, España.
- CAMACHO, F.; FERNÁNDEZ-RODRIGUEZ, E.J. (2000). "El cultivo de la sandía apirena injertada, bajo invernadero, en el litoral mediterráneo español". Ed. Caja Rural de Almería. Universidad de Almería.
- EL-OTMANI, M. (2000). Plant growth regulators in citriculture: World current uses. *Critical Review in Plant Sciences.*
- HARTMANN, H.T.; DESTER, D.E. (1994). Propagación de plantas: Principios y prácticas. Ed. Continental. México.
- HAYATA, Y., (2000) CPPU and BA, with and without pollination, affect set, growth, and quality of muskmelon fruit. *Hortscience.*
- HUITRÓN, M<sup>a</sup>. V. (2005). Cuaje de sandía mediante el empleo de fitorreguladores. Influencia de cultivares y portainjertos sobre parámetros productivos y de calidad. Tesis doctoral. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Almería
- JUAREZ GARCÍA, B. (2003). Programa de mejoramiento genético de sandía en Seminis. Buenavista
- LEE, J.M., ODA, M., (2003). Grafting of herbaceous vegetale and ornamental crops.
- MAROTO, H.V. (1996). Botánica, fisiología y adaptabilidad de la sandía. Cultivo de la sandía. Fundación Caja Rural de Valencia.
- MEJÍAS, Z. (2004). "Efecto del 1-(2-cloro-4-piridil)-3-fenilurea (CPPU) en el cultivo del calabacín. Proyecto fin de carrera. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Almería.

- MIGUEL, A. (1983). Desinfecciones de suelo y resistencias. Alginet. Consejería de Agricultura, Pesca y Alimentación de la Generalitat Valenciana.
- MIGUEL, A. (1999). “Comparación de distintas concentraciones de 2,4 D en el tratamiento de sandía triploide sin polinizador”. Fundación Caja Rural de Valencia.
- MIGUEL, A. (2002). “Comparación de distintos métodos de aplicación de CPPU a la flor”. Generalitat Valenciana. Consellería de Agricultura, Pesca y Alimentación. Caja Rural Valenciana.
- RECHE MÁRMOL, J. (1994). El cultivo de la sandía en invernadero. Coita. Almería.
- RODRÍGUEZ REQENA, M<sup>a</sup>.P. (2004). “Estudio de producción y calidad de sandía triploide, cuajada con citoquininas, auxinas y polinización manual”. Proyecto Fin de Carrera. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Almería.
- SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. (1992) “Fisiología vegetal”
- SALMERÓN LÓPEZ, F<sup>o</sup>. (2006). Comparación de los sistemas de producción “entutorado” y rastrero en la producción y calidad de sandía triploide KCV. Reina de corazones sin polinizador, utilizando cppu para el cuaje de la sandía. Proyecto Fin de Carrera. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Almería.
- SEGURA BLANES, J.J. (2006). Cuaje de sandía triploide *cv.* Reina de corazones sin polinizador mediante el empleo de auxinas y citoquininas. Proyecto Fin de Carrera. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Almería.
- STANGHELLINI, M.S., SCHULTHEIS, J.R., AMBORSOE, J.T., (2002). Pollen mobilization in selected cucurbitaceae and the putative effects of pollinator abundance on pollen depletion rates. J. Amer. Soc. Hort. Sci.
- TORO GARZÓN, R. (2008). “Influencia de la utilización de Fenotiol 1% y ácido giberélico 0.5% en la producción y calidad de sandía triploide *cv.* Reina de corazones y Solinda. Proyecto Fin de Carrera. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Almería.
- VAROQUAUX.F; BLANVILLAIN, R.; DELSENY, M.; GALLOIS, P. (2000). “Less is better: new approaches for seedless fruit production”. Trends in Biotechnology 18, 233-242.
- WEIN, H.C., (1997). The cucurbits: Cucumber, melon, squash and pumpkin. En: The Physiology of vegetable crops.