



ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
SECCIÓN DE INGENIERÍA AGRARIA

GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA
Y MEDIO RURAL

**“Ensayo comparativo entre tres
cultivares de sandía, Tri X Sunrise y
Kasmira (triploides) y Negra Augusta
(diploide)”**

Eduardo Lechado de Paz

San Cristóbal de La Laguna.

Septiembre 2021



Universidad
de La Laguna

Escuela Politécnica
Superior de Ingeniería
Sección de Ingeniería Agraria

IMPRESO P05

**AUTORIZACIÓN DEL TRABAJO FIN DE GRADO
POR SUS DIRECTORES**

CURSO2020/2021

DIRECTOR – COORDINADOR: Isidoro Jesús Rodríguez Hernández

como Director del alumno.: **Eduardo Lechado de Paz**

en el TFG titulado: **Ensayo comparativo entre tres cultivares de sandía, Tri X Sunrise y Kasmira (triploide) y Negra Augusta (diploide)**

nº de Ref: 8

doy/damos mi/nuestra autorización para la presentación y defensa de dicho TFG, a la vez que confirmo/confirmamos que el alumno ha cumplido con los objetivos generales y particulares que lleva consigo la elaboración del mismo y las normas del Reglamento de Régimen Interno para la realización de TFG de la EPSI, Sección de Ingeniería Agraria..

La Laguna, a 6 de septiembre de 2021.

Fdo:.....

(Firma de los directores)

SR. PRESIDENTE DE LA COMISIÓN DE TRABAJOS FIN DE GRADO

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.

La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 3780072

Código de verificación: kmERddPp

Firmado por: Isidoro Jesús Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 07/09/2021 14:00:33

Agradecimientos

Debo agradecer en primer lugar, a mi tutor de trabajo de fin de grado Don Isidoro Jesús Rodríguez Hernández, que no solo ha tenido la paciencia para corregir y ayudarme en la realización de este ensayo, si no que, además, ha empleado gran parte de su periodo vacacional para guiarnos a mi y a mis compañeros en la realización de este último trabajo de la carrera.

También debo agradecer a mis padres, que me han ayudado con muchos aspectos del trabajo y que, gracias a su educación y esfuerzo, me han permitido llegar hasta el punto en donde ahora me encuentro.

Índice

1. Introducción.....	6
2. Objetivo	8
3. Generalidades de la sandía.....	10
3.1. Origen e historia.....	11
3.2. Usos y composición nutritiva del fruto.....	12
3.3. Importancia económica	13
4. Taxonomía y morfología.....	19
4.1. Taxonomía	20
4.2. Morfología	20
5. Fisiología	23
6. Material Vegetal	26
6.1. Sandías triploides.....	27
6.2. Variedades Comerciales y/o Cultivares	27
7. Necesidades de clima y suelo.....	36
7.1. Clima.....	37
7.2. Temperatura.....	37
7.3. Necesidades lumínicas	38
7.4. Humedad	38
7.5. Necesidades hídricas.....	38
7.6. Suelo.....	39
8. Sistemas de cultivo	40
8.1. Siembra.....	42
8.2. Preparación del Terreno	43
8.3. Trasplante	44
8.4. Plantación	45
8.5. Labores culturales.....	46



8.5.1. Riego	46
8.5.2. Fertilización.....	47
8.5.3. Fertirrigación	50
8.5.4. Injerto.....	52
8.5.5. Embancado.....	55
8.5.6. Escardas.....	55
8.5.7. Polinización.....	56
8.5.8. Entutorado	56
8.5.9. Poda	57
8.6. Recolección.....	58
8.7. Postcosecha.....	59
9. Mejora Genética	61
10. Fisiopatías, plagas y enfermedades	63
10.1. Fisiopatías.....	64
10.1.1. Agrietado de frutos o cracking	64
10.1.2. Planchado de frutos	64
10.1.3. Deformaciones y ahuecamientos.....	65
10.2. Plagas	65
10.2.1. Pulgones.....	65
10.2.2. Ácaros.....	67
10.2.3. Minadores	67
10.2.4. Malas hierbas.....	69
10.3. Enfermedades.....	69
10.3.1. Fusariosis	69
10.3.2. Alternaria cucumerina	70
10.3.3. Oídio	71
11. Material y Métodos	73



11.1. Situación	74
11.2. Material vegetal.....	74
11.3. Siembra.....	74
12. Resultados y discusión.....	85
12.1. Peso.....	86
12.2. Rendimiento	90
12.3. Diámetro	91
12.4. Precocidad	93
12.5. Porcentaje de germinación	96
13. Conclusiones.....	98
13.1. Conclusions.....	100
14. Bibliografía	101
15. Índice de tablas, imágenes y grafica	107
15.1. Índice de tablas	108
15.2. Índice de imágenes	109
15.3. Índice de gráficas	109
16. Anexo I	111
16.1. Tabla de datos de los parámetros analizados.....	112
17. Anexo II	115
17.1. Resultados de otros ensayos	116
18. Anexo III	118
18.1. Datos climáticos	119
19. Anexo IV.....	124



Resumen

Título: Ensayo comparativo entre tres cultivares de sandía, Tri X Sunrise y Kasmira (triploides) y Negra Augusta (diploide)”

Autores: Lechado de Paz, Eduardo Rodríguez-Hernández I.J.

Palabras clave: Sandía, variedades triploides, polinizador, variedad diploide

En este ensayo se comprueba la eficacia y productividad de las variedades de sandías triploides, Tri X Sunrise y Kasmira, comparándola con una variedad diploide, Negra Augusta. Se colocó una planta diploide por cada dos triploide, a un marco de plantación de 1m² con riego por goteo siguiendo un diseño de bloques al azar, con tres repeticiones de cada cultivar y plantas borde. Transcurrido el cultivo, que se condujo de forma rastrera, bajo invernadero, donde se realizaron las labores oportunas y llegada la recolección se procedió a recoger datos de los parámetros, peso (gramos), diámetro (centímetros), precocidad (días) y rendimiento por unidad de superficie (Kg/m²) y rendimiento por planta. Tras analizar los resultados con un análisis normalizado de la varianza, se determinó que los cultivares de sandía, utilizados en el ensayo (Tri X Sunrise, Kasmira y Negra Augusta), no mostraron diferencias significativas en ninguno de los parámetros analizados. Por ello se concluye que las variedades sin semillas ensayadas poseen características y tienen un rendimiento similar, a la variedad diploide. Por tanto, pueden ser cultivadas en invernadero y en las condiciones de este ensayo ofreciendo una buena rentabilidad y sin presentar problemas con la polinización de las variedades diploides.



Abstract

Title: Comparative trial between three watermelon cultivars, Tri X Sunrise and Kasmira (triploid) and Negra Augusta (diploid).

Authors: Lechado de Paz, Eduardo Rodríguez-Hernández I.J.

Keywords: Watermelon, triploid varieties, pollination, diploid varieties.

This trial tests the efficiency and productivity of the triploid watermelon varieties, Tri X Sunrise and Kasmira, compared with a diploid variety, Negra Augusta. One diploid plant for every two triploids was placed in a 1m² planting frame with drip irrigation following a randomised block design, with three replicates of each cultivar and border plants. After cultivation, which was conducted in a creeping manner, under glass, where the appropriate work was carried out and harvesting took place, data was collected on the parameters, weight (grams), diameter (centimetres), earliness (days) and yield per unit area (Kg/m²) and yield per plant. After analysing the results with a standardised analysis of variance, it was determined that the watermelon cultivars used in the trial (Tri X Sunrise, Kasmira and Negra Augusta) did not show significant differences in any of the parameters analysed. It is therefore concluded that the seedless varieties tested have similar characteristics and yields to the diploid variety. Therefore, they can be cultivated in greenhouses and under the conditions of this trial, offering good profitability and without presenting problems with pollination of the diploid varieties.



Revisión Bibliográfica



1. Introducción



La sandía es una fruta consumida mundialmente sobre todo en épocas veraniegas por su gran contenido en agua y sabor refrescante. Su consumo se ha visto incrementado, en los últimos años debido a que además de su carácter refrescante y aporte de vitaminas, es baja en calorías, por lo que ha entrado a formar parte de las dietas de adelgazamiento. Anualmente se producen en el mundo más de sesenta millones de toneladas de sandía, siendo China el principal productor. En España se cultivaron 21,460 ha y se produjeron 1.200.090 t, en el año 2020, lo que la sitúa en dieciochoavo lugar del mundo. En Canarias se cultivan 328,3 ha, tanto de regadío como de secano, principalmente en enarenados en Lanzarote.

Se suele consumir de forma directa, sin embargo, al presentar semillas en el interior, resulta molesto e incómodo para algunos consumidores. Como solución existen las sandías triploides, que son cultivares carentes de semillas o bien con algunas de textura blanda y fácil de ingerir, no obstante, su cultivo resulta complicado, pues necesita ser fecundado por una variedad diploide, ya que las plantas triploides tienen un polen no viable. Otra opción consiste en emplear hormonas como CPPU, 2-4D o Benzil adenina (BA), obteniendo así frutos partenocarpicos. Se han realizado diferentes experiencias en distintos sitios, sobre estas variedades, para ver su comportamiento, con buenos resultados.

Diversos autores como (Gutiérrez & Vila, 2002), (Miguel, 1999) y (Gómez, 2002) han trabajado en este ámbito, obteniendo resultados que avalan grandes rendimientos en el cultivo facilitando así la comercialización de estos tipos de cultivares.

Por las razones descritas, se ha establecido el siguiente objetivo:



2. Objetivo



Estudiar el comportamiento agronómico de dos cultivares de sandía triploide comparándolo con una variedad de sandía diploide, que se usa como polinizadora y testigo, con el fin de determinar la viabilidad de las mismas, en invernadero y en nuestras condiciones, a través del análisis de parámetros cuantitativos como: germinación, peso, diámetro, precocidad y rendimiento por planta.



3. Generalidades de la sandía



3.1. Origen e historia

La sandía es una fruta proveniente de África, se cree que, de la zona noreste, entre Sudán y Egipto, aunque ciertamente es difícil de ubicar, puesto que, en un principio, varios taxonomistas la confundieron con el melón, dándole orígenes distintos repartidos tanto por el sur como por el norte del continente. También existen indicios de que llegó tempranamente a Asia o, por el contrario, existía en ese continente algún centro de origen o diversificación de plantas taxonómicamente próximas.

De lo que sí existe una mayor certeza es de su consumo en el Antiguo Egipto, debido a evidencias arqueológicas en las que se han encontrado tanto semillas como pinturas de estas frutas en las tumbas egipcias. Gracias a estas pinturas que presentaban a la sandía con la forma ovalada con que se conoce actualmente, se sabe que era una especie cultivada. Se cree que se comenzó a cultivar debido a su capacidad para retener agua en su interior y que posteriormente, se seleccionaron aquellas sandías que presentaban un sabor más dulce. (Paris, 2018)

Posteriormente, su cultivo se expandió por el Norte de África y el Próximo Oriente alrededor del IV milenio antes de Cristo. Además, algunos traductores afirman que en la Biblia ya se hablaba de este producto. Se nombra en el Libro de los Números, que menciona el consumo placentero que los judíos hacían de los pepinos, sandías, puerros y/o ajos, antes de su salida hacia la tierra prometida. (Robinson & Decker-Walters, 1997)

Existen escritos que datan de que la llegada de la sandía a los países del Mediterráneo se produjo entre el 400 y el 500 a.C. gracias no solo al comercio y el trueque sino también a su uso singular como recipiente para el agua. Fue en esa época, cuando médicos griegos como Hipócrates y Dioscórides alabaron su uso para múltiples funciones curativas como diurético y para tratar golpes de calor.



Ilustración 1: Representación de una sandía silvestre en el siglo XIV (Salas, 2017)

En años posteriores se descubrió que el color rojizo de la pulpa estaba directamente relacionado con su contenido en azúcar. Sin embargo, no fue hasta el siglo XIV que apareció en bocetos europeos ilustrados, siendo la nobleza italiana la que encargó copias de estas ilustraciones como una guía para llevar una vida saludable. (Paris, 2018)

A día de hoy, es una fruta consumida en todo el mundo, siendo uno de los alimentos característicos del verano.

3.2. Usos y composición nutritiva del fruto

La sandía se consume principalmente como fruta fresca debido a su dulce sabor y su capacidad refrescante, además de tener bajo valor calórico. También es común su uso como fruta confitada o bien para realizar helados o sorbetes, del mismo modo, se puede consumir como zumo, batidos o en distintos tipos de bebidas. Los frutos sobremaduros son en ocasiones empleados en la alimentación de las aves domésticas o del ganado.

En algunos países consumen su semilla por ser rica en aceites y proteínas, las cuales pueden estar tostadas. Por otro lado, éstas también son utilizadas para la extracción de aceites comestibles o para usos industriales como velas o jabones. En otros lugares, también se consume la cáscara de la fruta procesada de distintas formas, además de su uso como fuente de agua en las zonas semiáridas. (Robinson & Decker-Walters, 1997)



Tabla 1: La composición nutritiva de las sandías (por 100g de producto comestible)

Agua	94,6 %	Sodio	4 mg
Proteínas	0,4 g	Potasio	120 mg
Grasas	0,2 g	Vitamina C	5 mg
Hidratos de carbono totales	4,5 g	Tiamina	0,02 mg
Fibra	0,5 g	Riboflavina	0,02 mg
Calcio	7 mg	Niacina	0,2 mg
Fósforo	5,5 mg	Ácido ascórbico	7 mg
Hierro	0,3 mg	Vitamina B₆	0,07 mg
Magnesio	11 mg	Vitamina E	0,1 mg
Zinc	0,1 mg	Valor energético	21 kcal

(Moreiras, et al., 2013)

Como vemos en la Tabla 1, casi el 95% del peso total de la sandía viene dado por el agua que contiene, teniendo a su vez, una cantidad de vitaminas y minerales apreciable. No obstante, difiere con el escaso valor energético y los pocos nutrientes que esta fruta aporta.

3.3. Importancia económica

La sandía es uno de los cultivos con más producción a nivel mundial, encontrándose en el puesto número 25 según la FAO (2021).

Esta gran importancia reside en que es un fruto fresco y de fácil consumo, y dado que contiene una gran cantidad de agua, es bajo en grasas y proteínas, se ha popularizado enormemente en las épocas veraniegas. Actualmente, su consumo es continuo durante todo el año y nuestro territorio es claro conocedor de ello.

Según datos de la FAO (2021), España se sitúa en el puesto decimoctavo en cuanto a producción de sandía a nivel mundial, con un valor de 1.200.090 de toneladas y con una superficie de cultivo de 21.460 hectáreas. El primer puesto lo ocupa China, con una producción estimada de 60.861.241 de toneladas en el año 2019, teniendo una superficie dedicada al cultivo de sandía de 1.471.581 ha. A modo de comparación, si esta superficie estuviese reflejada en España, ocuparía el 2,9% de la totalidad del territorio. El segundo país con mayor superficie de cultivo de *Citrullus lanatus* es La Federación de Rusia, con



121.103 hectáreas, mientras que Turquía es el segundo en producción con 3.870.515 de toneladas. Tabla 2

Respecto a la cantidad de producto exportado, España ocupa el primer puesto del mundo, con 911.316 de toneladas de sandías en el año 2019 y le siguen Méjico, con 767.778 toneladas exportadas e Irán con 302.174 toneladas, no obstante, los datos obtenidos de este último no son oficiales según la FAO. Por otro lado, los países que más importan sandías son Estados Unidos, Alemania, Iraq y China, con 784.362 t, 470.840 t, 413.000 t y 298.199 t respectivamente. Cabe destacar que los datos de Iraq son estimaciones realizadas por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y que los datos de China de igual modo, no son exactos. Tabla 3



Tabla 2: Superficie de cultivo de sandías. Los dos principales países y España

Área	Elemento	Producto	Año	Valor	Unidad
China	Área cosechada	Sandías	2019	1471581	ha
Federación de Rusia	Área cosechada	Sandías	2019	121103	ha
España	Área cosechada	Sandías	2019	21460	ha

(FAO, 2019)



Tabla 3: Producción de los principales países

Puesto	Área	Elemento	Producto	Año	Valor	Unidad
1	China	Producción	Sandías	2019	60861241	toneladas
2	Turquía	Producción	Sandías	2019	3870515	toneladas
3	India	Producción	Sandías	2019	2495000	toneladas
4	Brasil	Producción	Sandías	2019	2278186	toneladas
5	Argelia	Producción	Sandías	2019	2206866	toneladas
6	Irán (República Islámica)	Producción	Sandías	2019	1930692	toneladas
7	Federación de Rusia	Producción	Sandías	2019	1785277	toneladas
8	Estados Unidos de América	Producción	Sandías	2019	1680514	toneladas
9	Egipto	Producción	Sandías	2019	1583918	toneladas
10	México	Producción	Sandías	2019	1345705	toneladas
18	España	Producción	Sandías	2019	1200090	toneladas

(FAO, 2019)



Tabla 4: Exportaciones e Importaciones mundiales de sandías. Principales países

Puesto	Área	Elemento	Producto	Año	Valor	Unidad
1	España	Exportaciones	Sandías	2019	911316	toneladas
2	Estados Unidos de América	Importaciones	Sandías	2019	784362	toneladas
3	México	Exportaciones	Sandías	2019	767778	toneladas
4	Alemania	Importaciones	Sandías	2019	470840	toneladas
5	Iraq	Importaciones	Sandías	2019	413000	toneladas
6	Irán (República Islámica del)	Exportaciones	Sandías	2019	302174	toneladas
7	China	Importaciones	Sandías	2019	298199	toneladas

(FAO, 2019)

En Canarias, según datos del ISTAC (Instituto Canario de Estadística) en 2019, se cultivaron 328,3 hectáreas de sandía, tanto en regadío como en secano. De donde se obtuvo una producción de 11.353,4 toneladas de la fruta mencionada. Respecto a las exportaciones e importaciones se observa que en Canarias se importa más sandía de la que se exporta. Además, en los meses más importantes a nivel comercial de este cultivo, no se realizaron exportaciones el pasado año 2020. (ISTAC, 2019)

Tabla 5: Producción de sandía en Canarias (Toneladas)

CANARIAS	
	2019
Sandía	11.353,4

(FAO, 2019)

Tabla 6: Superficie de sandía cultivada en Canarias (Hectáreas)

2019	
	TOTAL (SECANO+REGADÍO)
CANARIAS	
Sandía	328,3

(ISTAC, 2019)



Tabla 7: Importación y exportación de sandía en cantidad y en peso (Toneladas). Datos de 2020

Sandía	2020 (p)	Dic (p)	Nov (p)	Oct (p)	Sep (p)	Ago (p)	Jul (p)	Jun (p)	May (p)	Abr (p)	Mar (p)	Feb (p)	Ene (p)
Importa en valor	6224,790	0,000	0,000	211,161	991,703	1.389,489	1.288,576	1.126,428	570,134	98,593	284,719	177,83	86,171
Importa en peso	10.030,620	0,000	0,000	337,263	1.437,708	2.606,896	2.810,015	1.747,133	592,757	105,007	196,838	132,788	64,214
Exporta en valor	739,280	3,543	24,156	103,345	0,000	0,000	0,000	0,000	438,475	148,586	5,196	1,329	14,650
Exporta en peso	1.049,468	8,858	40,409	178,242	0,000	0,000	0,000	0,000	548,626	232,467	20,782	0,886	19,198

(ISTAC, 2019)



4. Taxonomía y morfología



4.1. Taxonomía

La sandía está dentro del reino *Plantae*, esta forma parte de la superdivisión *Trachaeophyta*, división *Spermatophyta*, subdivisión *Angiospermae*, clase *Dicotyledoneae*, subclase *Metachlamideae*, orden *Cucurbitales*, subfamilia *Cucurbitoidae*, tribu *Benicaseae*, subtribu *Benicasinae*. (W. Whitaker Thomas, 1962)

La sandía pertenece a la familia *Cucurbitaceae* y recibe diversos nombres científicos, utilizados sinónimamente, como *Citrullus vulgaris* Schrad, *Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum & Nakai y *Colocynthis citrullus* (L) O. Ktze. (W. Whitaker Thomas, 1962), englobadas en el taxón *Citrullus lanatus* var *lanatus*.

El antepasado de esta fruta es aún objeto de estudio, puesto que autores como Nir Navot y Daniel Zamir aceptan que proviene del *Citrullus lanatus* variedad *colocynthoides*, conocido como “gurum” en Sudán y “gurma”, en Egipto. (Navot & Zamir, 1987) Mientras que otros autores como Tomas W. Whitaker y Davies G. N., afirman que proviene del *Citrullus colocynthis*. (W. Whitaker Thomas, 1962).

4.2. Morfología

La sandía es una planta anual herbácea, de porte rastrero o trepador, de crecimiento indeterminado, monoica.

- ❖ Sistema radicular: la raíz principal puede alcanzar más de un metro de profundidad mientras que las secundarias constituyen un sistema radicular muy ramificado distribuido superficialmente.
- ❖ Tallo: De color verde, suele tener un desarrollo rastrero, pudiendo alcanzar hasta los 3 metros de longitud desde la base de la planta, no obstante, prefiere el desarrollo vertical, pues posee zarcillos que facilitan su actividad trepadora. Está recubierto de pelos, y a partir del tallo principal surgen las brotaciones de segundo orden en las axilas de las hojas. Estas pueden dar lugar a brotaciones terciarias y así



sucesivamente, de forma que la planta llega a cubrir una superficie de 4-5 m².

- ❖ Hojas: son pinnado partidas, presentando de 3 a 5 lóbulos, de apariencia redondeada, que a su vez se componen de varios segmentos orbiculares, formando entalladuras pronunciadas que casi llegan al nervio central. Este nervio principal se ramifica hasta alcanzar los últimos segmentos de la hoja. El haz es de una apariencia lisa y tacto suave, mientras que el envés presenta un aspecto áspero y recubierto de pilosidades.
- ❖ Flor: al ser una planta monoica, presenta flores masculinas y femeninas, por separado, que aparecen en las axilas de las hojas. Son de color amarillo, solitarias, actinomorfas y pedunculadas, muy atractivas para los insectos. Son por tanto de polinización entomófila y alógama. La corola de simetría regular está formada por 5 pétalos soldados en su base, mientras que el cáliz posee sépalos libres de color verde. Las flores masculinas tienen 8 estambres que forman 4 grupos soldados por sus filamentos. Las flores femeninas tienen un ovario ínfero veloso y ovoide que se parece inicialmente a una sandía de muy reducido tamaño. Estas aparecen tanto en el tallo principal como en los secundarios y terciarios.



Imagen 1: Flor masculina de la sandía (Moros, 2012)



- ❖ Fruto: es una baya globosa, oblonga, elipsoidal o pepónide formada por 3 carpelos fusionados, donde el ovario presenta placentación central con numerosos óvulos que darán origen a las semillas las cuales se establecen en la parte más interna de la placenta.
Son de corteza verde uniforme (claro u oscuro), o con listas más claras y de pulpa rojiza, amarilla o anaranjada mientras que el tamaño y peso de los frutos es muy variable, puede oscilar entre los 2 y 15kg.



Imagen 2: Fruto partido donde se observa la pulpa con las semillas insertas.

- ❖ Semillas: estas son ovales, aplastadas de color blanco, negro o marrón y de relativamente gran tamaño, aunque menor que las del género *Cucurbita*. En un gramo pueden entrar entre 8 y 15 semillas y su poder germinativo es de unos 5 años. Finalmente pueden ser huecas o ausentes, siendo estas características de los cultivares triploides. (Maynard, 1989) (Maroto, 2002)



5. Fisiología



Al igual que el resto de las cucurbitáceas, la sandía tiene un crecimiento rápido, pasando por diferentes fases, primero germinación y nascencia, luego crecimiento vegetativo y finalmente floración y fructificación. La germinación de la semilla, tiene lugar aproximadamente a los 6 días de la siembra.

La etapa de floración comienza con la aparición de las flores. Primero aparecen flores masculinas y luego las femeninas, presentando una polinización alógama y entomófila. Para ello necesita de la presencia de unos 500 a 1000 granos de polen por cada flor, y unas diez visitas de una abeja, para que se desarrolle el fruto, según (Maynard, 1989) citado por (Maroto, et al., 2002). Últimamente se están sustituyendo las abejas por abejorros, después que se ha visto que polinizan aún mejor que aquellas.

Actualmente existen cultivares diploides y triploides. Estos últimos manifiestan deficiencia polínica a causa de que en la meiosis los gametos reciben distinto número de cromosomas. Por ello, se tienen que intercalar entre las filas, cultivares diploides, que actúan como plantas polinizadoras.

La aplicación de diferentes hormonas provoca una respuesta distinta dependiendo de la especie de cucurbitácea tratada (Maroto, et al., 2002). Así se tiene que la aplicación de etefón, a dosis de 15 a 30 ppm, que induce en pepino, melón o calabazas, la formación de flores femeninas; en la sandía puede promover la formación de flores masculinas, no obstante, a dosis más elevadas impide el desarrollo floral, según Christopher y Loy (1982), citado por (Maroto, et al., 2002).

Según (Arora, et al., 1985), el ácido giberélico, a dosis de 25 ppm provoca un crecimiento vegetativo mayor, una floración más precoz, una menor proporción entre las flores masculinas y femeninas y mayor número de frutos, proporcionando un mayor rendimiento por planta.

Por otro lado, la aplicación de aminoetoxi-vinil-glicina, a dosis comprendidas entre 100 y 200 ppm junto a nitrato de plata a una dosis de 200 ppm, reduce el porcentaje de flores femeninas y promueve la formación de flores hermafroditas.



La aplicación sobre las flores femeninas, de auxinas, como en pepino o melón, induce partenocarpia, lo que permite adelantar la producción, pero si se aplica mal puede provocar frutos ahuecados. La aplicación de p-clorofenoxiacético provoca partenocarpia, pero los frutos son menos jugosos, la corteza tiene mayor espesor y las semillas son huecas (Primo y Cuñat, 1968), citado por (Maroto, et al., 2002)

Por otro lado, (Hayata & Niimi, 1995), observaron que la aplicación de una citoquinina sintética (CPPU), promovía el cuajado y el desarrollo partenocárpico de los frutos. (Maroto, et al., 1996) (Miguel, 1999) Han constatado que con 8 ppm de 2-4 D, en polinización, sobre toda la planta, o con 50-100 ppm de CPPU, directamente sobre las flores femeninas, en cultivares triploides, permite el cuajado y desarrollo normal de los frutos, sin cultivares polinizadores. Además, se determinó que el momento de aplicación del producto toma un papel decisivo en el cuajado. La mayor probabilidad se tiene cuando los pétalos están completamente abiertos y el cuajado es mejor cuando la flor es grande y las ramas son vigorosas.

Finalmente, según el experimento realizado por (Díaz, et al., 2007), la producción fue un 32% superior en los bloques tratados con CPPU que en los tratados con 2,4-D. También determinaron una relación directamente proporcional entre la cantidad de producto aplicada y la cantidad de frutos por planta, sin embargo, autores como (Miguel, 1999) comentan que la cantidad de producto aplicado no afecta ni en el tamaño ni en el número de frutos por planta.



6. Material Vegetal



Existe una gama muy amplia de variedades cultivadas, que se caracterizan por su precocidad, forma, tamaño, color de la corteza y pulpa de sus frutos, tamaño y color de las semillas, grado de ploidía del genoma, resistencia a *Fusarium oxysporum*, afinidad sobre los portainjertos usuales...etc. (Maroto, et al., 2002)

6.1. Sandías triploides

Las sandías triploides fueron obtenidas en Japón alrededor de 1939 y su distribución aumentó muy lentamente durante las primeras 40 décadas de existencia. (Kihara & Nishiyama, 1951)

Proviene del cruzamiento de un parental diploide ($2n$) con otro tetraploide ($4n$), lo que permite obtener un producto triploide ($3n$), estéril; es decir, que no desarrolla semillas, sólo rudimentos seminales, blancos y blandos que no importunan al ser ingeridos. (Peñaloza, 2001)

En muchos casos, ambas variedades tienen los mismos requerimientos y labores, pero hay un factor que impide la correcta producción de las sandías triploides, puesto que el polen que poseen no es fértil, impidiendo así la autogamia y, por tanto, necesitando plantas diploides cerca, a una distancia de 2,5 o 3 metros según estudios, para el correcto cuajado de los frutos. (Smith & Duval, 2001) (Andrus, 1971)

6.2. Variedades Comerciales y/o Cultivares

Actualmente en el mercado, hay una gran diversidad de variedades comerciales, unas, las tradicionales de autopolinización y otras más actuales, las híbridas o cultivares.

Los cultivares representan un grupo de plantas seleccionadas artificialmente, con el propósito de fijar en ellas características de importancia para su obtentor. (Brickell, et al., 2009)

Según (Levi, et al., 2001) y (Maroto, et al., 2002) las variedades comerciales de la sandía se pueden agrupar en dos grandes grupos dependiendo de la forma y tamaño del fruto. Dentro de estos, existen



subdivisiones dependiendo de la corteza, la triploidía y la hibridación, que a su vez se clasifican dependiendo de su ciclo o su color de pulpa y corteza.



Tabla 8: Variedades comerciales de sandía

Frutos redondeados o algo ovalados de tamaño medio		
Corteza verde oscura y pulpa roja		Corteza listada y pulpa roja
Ciclo precoz	Ciclo medio, semiprecoz-tardío	
<i>Sugar Baby</i>	<i>Pileña</i>	<i>Chilean Black</i>
<i>Catalana Precoz</i>	<i>Sayonara</i>	<i>Crimson Sweet</i>
<i>Valenciana Común de Semilla Negra</i>	<i>Dulce de América</i>	<i>Meridian</i>
<i>Eureka</i>	<i>Ali</i>	<i>Paladin</i>
<i>Susana</i>	<i>De la Reina</i>	

(Maroto, et al., 2002)



Tabla 9: Variedades comerciales de sandía triploides

Frutos redondeados o algo ovalados de tamaño medio		
Triploides, precoces o semiprecoces de pulpa roja		Triploides de pulpa amarilla o anaranjada
Corteza color verde	Listada	
<i>Agua Dulce</i>	<i>Apsinia</i>	<i>Chiffon</i>
<i>Black box</i>	<i>Apirena</i>	<i>Graciosa</i>
<i>Fashion</i>	<i>Aramis</i>	<i>Honey Heart</i>
<i>Liliput</i>	<i>Boston</i>	<i>Nun 9630</i>
<i>Pasión</i>	<i>Duquesa</i>	<i>AR-3491</i>
<i>Pepsin-B</i>	<i>Elena</i>	<i>S-236</i>
<i>Sin</i>	<i>Emerald</i>	<i>AR-34131</i>
<i>Valdoria</i>	<i>Enamorada</i>	
	<i>Estilo</i>	
	<i>Iris</i>	
	<i>Jack of Hearts</i>	
	<i>Lola</i>	
	<i>Reina de corazones</i>	
	<i>Tigre</i>	
	<i>Vanity</i>	

(Maroto, et al., 2002)



Tabla 10: Variedades comerciales de sandía híbrida

Frutos redondeados o algo ovalados de tamaño medio		
Híbridos de ciclo precoz, corteza verde oscura y pulpa roja	Híbridos de ciclo precoz, corteza listada y pulpa roja	Híbridos precoces de pulpa amarilla
<i>Africa</i>	<i>Crisby</i>	<i>Yellow Doll</i>
<i>Augusta</i>	<i>Desvelo</i>	<i>Angela</i>
<i>Azabache</i>	<i>Dulzura</i>	
<i>Bego</i>	<i>Imperial</i>	
<i>Blue Belle</i>	<i>Madera</i>	
<i>Cristal</i>		
<i>Chelo</i>		
<i>Daphna</i>		
<i>Fabiola</i>		
<i>Figura</i>		
<i>Panorama</i>		
<i>Perla Negra</i>		
<i>Pata Negra</i>		
<i>Panonia</i>		
<i>Pepsin</i>		
<i>Rocio</i>		
<i>Sadul</i>		
<i>Sangran</i>		
<i>Sanres</i>		
<i>Sonia</i>		
<i>Sweet Marvel</i>		
<i>Triana</i>		
<i>Toro</i>		

(Maroto, et al., 2002)



Tabla 11: Variedades botánicas de sandía

De frutos elipsoidales, alargados, de gran tamaño y pulpa roja		
Polinización abierta		Híbridos de corteza listada y ciclo semiprecoz
Precoces o semiprecoces	Semiprecoces o semitardíos	
Oden	Blacklee	Crimson Giant
Príncipe Charles	Congo	
Klondike	Blue.Ribbon	
Charlseton Gray	Royal Jubilee	
Fairfax		

(Maroto, et al., 2002)

En España los cultivares más comunes son las de corteza oscura y pulpa roja, aunque existe un continuo aumento de las variedades rayadas ligadas cada vez más a las sandías sin pepitas. (Maroto, et al., 2002). Según (Maroto & Baixauli Soria, 2017) Estas últimas suponen un 40% de la producción total, mientras que los frutos de piel negra con semillas representan un 21%. A continuación, se exponen los cultivares más representativos de ambas clasificaciones.

- Rayadas con semillas
 - Crimson Sweet: es la más cultivada, con un comportamiento homogéneo y escaso ahuecado. Frutos grandes y ligeramente oblongos
 - Meridian F1: híbrido de origen nacional, bastante productivo y frutos de menor tamaño.
 - Imperial F1: productiva, de frutos medianos, corteza poco gruesa y frutos alargados
- Rayadas sin semillas
 - Reina de corazones F1: productiva, uniforme, fruto de forma redonda, ligeramente oblonga y de tamaño medio. (Maroto, et al., 2002)



- Tri X Sunrise: una de los cultivares utilizados en el estudio. Destaca por su gran calibre (de más de 8kg), vigorosidad, se adapta bien a todo tipo de cultivos y con óptimo comportamiento frente al ahuecado. Imagen 3



Imagen 3: cultivar Tri X Sunrise

- Kasmira: otro de los cultivares utilizados en el estudio. Presenta frutos de gran calibre, de forma uniforme, de ciclo precoz en zonas cálidas, buen comportamiento frente al ahuecado y alta producción. (Syngenta, 2012) Imagen 4



Imagen 4: cultivar Kasmira

- Lisa con semillas
 - Sweet Marvel F1: se cultiva por su precocidad, su vigor y por ser de tamaño mediano. Es el cultivar más utilizado para injertar.
 - Sugar Baby: Es una variedad no híbrida, antigua, muy productiva, con origen en Norteamérica, es de ciclo precoz, de corteza verde oscura y tamaño 16 mediano. Actualmente se toma como tipo de las variedades diploides, de corteza verde oscura, lisa y pulpa roja. (Maroto, et al., 2002)
 - Negra Augusta: es de tipo de Sugar Baby y es una de las variedades cultivadas utilizadas en el estudio. Destaca por su gran productividad y frutos de gran calibre, siendo de precocidad media, indicada para el aire libre y con un alto porcentaje de cuajado de frutos. (Syngenta, 2012)



Imagen 5: cultivar Negra Augusta

- Pata Negra F1, Resisten F1, Sungold F1, Florida Giant, etc.: son otros cultivares utilizados con regularidad en España.
- Lisa sin semillas
 - Pasión F1: planta vigorosa de aspecto similar al Sweet Marvel F1 y con frutos de tamaño mediano.
 - Agua dulce: menos vigorosa que la anterior, corteza fina y fruto de tamaño mediano.
 - Fashion F1, Sin F1, Pepsin F1, etc.: son otros cultivares que también destacan en este grupo. (Maroto, et al., 2002)



7. Necesidades de clima y suelo



7.1. Clima

La sandía es una planta de clima cálido y seco, no prosperando bien en climas húmedos con baja insolación donde se producen fallos en la maduración y calidad de frutos. No obstante, es una planta que se cultiva en regadío, dando buenas producciones y calidades de fruto.

Por otro lado, los vientos fuertes dañan considerablemente la planta, reduciendo las producciones y, si son secos y calientes, producen la abscisión de las flores con similares resultados (Peñaloza, 2001) (Crawford, 2017).

7.2. Temperatura

Es una planta muy sensible a heladas, estando el cero vegetativo entre los 11°C y los 13°C. La sandía se desarrolla de forma óptima a temperaturas en torno los 25°C, concretamente entre los 25°C y los 35°C por el día, y entre los 18°C y 22°C por la noche. (Crawford, 2017).

Por otro lado, para germinar las semillas necesitan un mínimo de 15°C.; temperaturas más altas se utilizan para germinar las semillas de los cultivares triploides que tienen tegumentos más duros y gruesos.

En la fase de floración de la sandía requiere entre 18°C y 25°C, si estas son más bajas, puede inferir negativamente en la polinización y cuajado de frutos que, aunque se desarrollen, aparecerán deformados y ahuecados. (Peñaloza, 2001).

Para el correcto cuajado y maduración de los frutos se requieren temperaturas superiores a los 18°C según (Maynard & Hochmuth, 2007), lo cual difiere con lo propuesto por (Crawford, 2017) donde se necesitan como mínimo 21°C.

Una temperatura elevada, acompañada de una potente radiación solar rica en infrarrojo, puede originar problemas de planchado en frutos. (Peñaloza, 2001).



Tabla 12: temperaturas críticas en las distintas fases de desarrollo de la sandía

Fase	Temperatura máxima	Temperatura mínima
Nascencia	•	15°
Desarrollo	35°	13°
Floración	25°	18°
Cuajado	35°	18°

(Crawford, 2017) (Peñaloza, 2001)

7.3. Necesidades lumínicas

En lo que respecta a la intensidad lumínica, esta tiene una alta influencia sobre la madurez de los frutos, sobre todo en el grado de dulzor de los mismos, siendo una planta de día neutro o corto, considerada de tipo C₃, es decir, que no tiene adaptaciones fotosintéticas para reducir la fotorrespiración. (Crawford, 2017).

7.4. Humedad

La humedad relativa óptima para la sandía está entre el 60% y el 80%, siendo un factor determinante no solo durante la floración sino también durante la polinización. En la floración, una humedad del 50% facilita la apertura y dehiscencia de anteras, mientras que, durante el periodo de polinización, son críticos los valores elevados de la misma debido al posible apelmazamiento del polen. En esos casos, si va acompañado de lluvias frecuentes, reduce considerablemente el vuelo de las abejas.

Humedades muy elevadas o por el contrario muy reducidas provocan grandes niveles de estrés sobre la planta. Siendo el uso de cubiertas plásticas o túneles un agravante añadido, ya que aumenta la humedad relativa y disminuye el gradiente transpiratorio.

7.5. Necesidades hídricas

El agua es el recurso más relevante en el cultivo de la sandía, desempeñando una función trascendental en el crecimiento de los cultivos.

Las exigencias hídricas más notables se establecen desde la floración hasta que finaliza el crecimiento del fruto. En esta etapa final, es sensible a la disponibilidad variable de agua fluctuante pudiendo producirse rajadura o



cracking. (Crawford, 2017). No obstante, un exceso puede provocar el desarrollo de enfermedades criptogámicas.

7.6. Suelo

En lo que se refiere a suelos, prefiere los terrenos fértiles, aireados y limo-arenosos de consistencia media, además, esta planta es capaz de tolerar la acidez en la tierra hasta un valor de $\text{pH}=5$. Por otro lado, es susceptible al *Fusarium oxysporum* por lo que los suelos deben tener un buen drenaje para así evitar los encharcamientos.

Es una planta que soporta moderadamente la salinidad, incluyéndose dentro de las hortalizas con tolerancia intermedia. Una salinidad excesiva puede provocar una disminución importante de la producción, así como del tamaño de los frutos y una mayor incidencia de podredumbre apical.

Con respecto a la conductividad eléctrica, no se detectan mermas de rendimiento para valores de 2.5 mmhos/cm, mientras que para valores de 6.3 mmhos/cm las mermas alcanzan el 50%, y si es superior a 10 mmhos/cm, es del 100%. (Doorenbos & Kassam, 1979).



8. Sistemas de cultivo



La sandía se puede plantar de diferentes formas. Normalmente se lleva a cabo en secano y en regadío al aire libre, aunque actualmente también se cultiva en regadío protegido, de forma rastrera o entutorada, e incluso en hidroponía.

El cultivo más extendido en la actualidad y que mejores resultados da es el cultivo en regadío, siendo el más tradicional el que emplea riego por surco, aunque el más óptimo es el riego por goteo. Esto es debido a que las cucurbitáceas son plantas sensibles al encharcamiento además este sistema permite el aporte de la fertilización en la cantidad requerida de forma más eficiente. (Escalona, et al., 2009).

Por otro lado, existe el sistema de cultivo sin suelo que es la denominación utilizada para aquellos cultivos en los que el sustrato es inerte, o bien es una solución nutritiva. Este método permite una mejor relación aire/agua en el sistema radicular proporcionando un buen desarrollo, una mejora en la absorción de nutrientes y facilidad para ajustar correctamente la solución nutritiva; y finalmente previene de enfermedades de suelo como el *Fusarium oxysporum* que tan perjudicial es para la sandía. No obstante, es un cultivo con un manejo complejo, que genera un gran impacto medioambiental a causa del vertido incontrolado de sustancias al medio circundante. Sin embargo, esto ocurría antes cuando no era un sistema cíclico. Es un sistema costoso, ya que los sustratos y las instalaciones no son fáciles de conseguir.



Imagen 6: Cultivo entutorado en invernadero. (Maroto & Baixauli Soria, 2017)



A pesar de estos inconvenientes es un método en auge puesto que, en España, según (Maroto, et al., 2002) en la campaña 1999-2000, se cultivaron 3600 hectáreas en cultivo sin suelo, mientras que, en la década anterior, la cosecha de 1988-1989 había solo 200 hectáreas. Datos que habrán aumentado en la actualidad.

Por último, no se conoce con exactitud qué tipo de cultivo sin suelo es el más apropiado, sin embargo, según (Watanabe, et al., 2001), tras realizar un experimento con cuatro tipos de cultivo sin suelo (Cultivo en lámina húmeda, cultivo en lana de roca, técnica de flujo profundo con aireación y sin aireación) se determinó que, para sandías, el sistema de cultivo más adecuado era el del cultivo de lámina húmeda.

8.1. Siembra

La semilla de sandía se puede sembrar tanto de forma directa como indirecta, en semilleros, no obstante, cada uno de estos métodos requiere unas condiciones específicas.

Actualmente, la siembra directa ha ido abandonándose por métodos que favorezcan el desarrollo vegetativo en épocas más tempranas, tales como el uso de semilleros. Se recomienda el uso de acolchados o plásticos para conseguir los 20°C de temperatura que requiere el suelo para su germinación. En este caso primero se coloca el plástico y posteriormente, se practicarán agujeros en el mismo para permitir la salida de la plántula, una vez nacida. (Maroto, et al., 2002)

Por el contrario, la siembra indirecta en bandejas bajo abrigo no necesita tantos requerimientos, pues se puede realizar en cámaras de germinación, que son recintos cerrados con paredes termoaislantes capaces de mantener la temperatura y humedad idónea para el cultivo, permitiendo así su germinación a los 2-3 días. Para ello se utilizan distintos tipos de sustratos y contenedores con diferentes características que les proporcionan propiedades ventajosas o no. (Navarro & Vizcaíno, 2020)

En los sustratos se busca una alta porosidad, baja densidad aparente, capacidad de retención de agua y buena aireación, además de un pH



ligeramente ácido, con alta capacidad de intercambio catiónico, baja salinidad y elevado contenido en materia orgánica (Navarro & Vizcaíno, 2020). Los más comunes eran la tierra y el estiércol, que a causa de su heterogeneidad han sido superados por la turba, siendo ésta la más utilizada actualmente, proporcionando una alta humedad, buena aireación y un amplio rango de pH. Por otro lado, existe la vermiculita o el poliestireno, teniendo ambos la función de mejorar la aireación. Por último, destacan la fibra de coco o lana de roca, que son utilizados principalmente en cultivos sin suelo. (Garrastazú, 2015) (Maroto, et al., 2002)

En cuanto a los contenedores, son de celdas individuales de diámetro 1 pulgada o 2,54 centímetros siendo los más utilizados las bandejas de poliestireno, que proporcionan rigidez además de ser reutilizables, lo que las hace más económicas. Y las bandejas de materiales degradables como las paper-pot o las jiffi-pot. (Maroto, et al., 2002) (Navarro & Vizcaíno, 2020)

Durante esta fase y hasta el trasplante debe llevarse a cabo una serie de cuidados para que la germinación y nascencia de la planta se realice en las condiciones más óptimas.

Uno de estos cuidados a proporcionar es un agua de riego con conductividad eléctrica de 1.5 a 2 mS/cm junto con un pH de 5.5 a 6 además de un aumento progresivo de la CE hasta el momento del trasplante, lo que permitirá un crecimiento y desarrollo vegetal óptimo. Este riego puede darse tanto por aspersión como por subirrigación, siendo este último el que mayor homogeneidad proporciona. (Maroto, et al., 2002)

8.2. Preparación del Terreno

El suelo, después del clima, es el principal factor que define el desarrollo del cultivo, por ello debe de ser preparado y cuidado como tal. (Crawford, 2017) Como se dijo anteriormente, han de ser suelos ligeros con buen drenaje, que permitan la fácil profundización de las raíces y que además eviten el encharcamiento del terreno, pues la sandía es susceptible al ataque de hongos.



La preparación del terreno busca aumentar la capacidad de retención del suelo, facilitar la absorción de nutrientes por la raíz, facilitar el desarrollo de las mismas, aumentar la infiltración del agua y disminuir la escorrentía superficial al mismo tiempo que los desniveles ya que a mayor velocidad del flujo de agua, mayor erosión se produce en el terreno. También se busca controlar determinados organismos del suelo, controlar malezas que perjudiquen el cultivo e incorporar plaguicidas, fertilizantes y enmiendas necesarias.

Cabe destacar que para suelos arcillosos con gran humedad se recomienda el uso de subsoladores, gradas o distintos tipos de arado, que rompan los terrones y la dura capa superficial que puede formarse, además de conseguir una buena nivelación. (Escalona, et al., 2009)

Cuando el riego es superficial, se necesitan labores para la creación de los surcos en los cuales se colocarán las plantas, permitiendo regar por inundación. Si por el contrario es riego por goteo no se necesita ninguna tarea relacionada con las necesidades hídricas.

Por otro lado, la fertilización de fondo puede facilitar el desarrollo y crecimiento de la planta cuando las situaciones sean adversas tanto climatológicamente, lluvias intensas y frecuentes; como nutricionalmente, bajos niveles de algún nutriente concreto. Las aportaciones de fertilizantes convenientes son de 0-25% de la dosis total de Nitrógeno, 50-75% de Fósforo y 25-50% del potasio y magnesio. No obstante, actualmente gracias a la fertirrigación es posible aportar la totalidad del abonado por este sistema en cobertera. (Maroto, et al., 2002)

En la actualidad existen prácticas que permiten manejar el suelo sin voltearlo, permitiendo mover solo la franja sobre la que se deposita la semilla o plántula; esta práctica se llama labranza de conservación, la cual fomenta la actividad biótica del suelo, aumenta la retención de agua y disminuye la erosión.

8.3. Trasplante

El trasplante deberá hacerse una vez se observen como mínimo 2 hojas verdaderas y al menos una de ellas extendida completamente, momento en el



cual las raíces alcanzan los 6 cm de profundidad, pudiendo sobresalir de los semilleros. (Crawford, 2017)

Para estos hay que tener en cuenta que, llegado el momento del trasplante, debe hacerse con cepellón necesariamente, puesto que presenta un sistema radicular débil perdiendo agua con facilidad. (Maroto, et al., 2002)

8.4. Plantación

Para plantar directamente en suelo se debe tener en cuenta que es un cultivo muy sensible a la mayor parte de herbicidas residuales y por lo tanto necesita parcelas limpias además de emplear acolchados opacos con el fin de evitar el crecimiento de malas hierbas.

La densidad de plantación varía dependiendo del tipo de planta utilizada, pues si se utilizan cultivares mini, es posible tener más de 7000 plantas por hectáreas utilizando un marco de plantación de 0,7 metros de distancia entre plantas x 2 metros de distancia entre líneas. Por otro lado, cultivares injertados alcanzan las 3333 plantas por hectárea, mientras que los no injertados superan los 5500 según (Maroto & Baixauli Soria, 2017). Tabla 13.

Tabla 13: Número de plantas por hectárea en función del marco de plantación

		Distancia entre líneas				
		2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
Distancia entre plantas		Plantas/hectárea				
		0,7	0,8	0,9	1	1,1
Sandía mini	0,7	7143	5714	4762	4082	3571
	0,8	6250	5000	4167	3571	3125
	0,9	5556	4444	3704	3175	2778
	1	5000	4000	3333	2857	2500
	1,1	4545	3636	3030	2597	2273
	1,2	4167	3333	2778	2381	2083
	1,5	3333	2667	2222	1905	1667
		Planta sin injertar				
		Planta injertada				

(Maroto & Baixauli Soria, 2017)

En el caso de la sandía triploide, los marcos de plantación se deben ajustar con el fin de conseguir un buen cuajado de los frutos, de manera que siempre una planta triploide tenga a su lado una diploide. Existen dos



posibilidades, que cumplen con este requisito, uno de ellos es colocando la planta polinizadora, dentro de las hileras en proporción 1:2, lo cual representa un 33% de plantas diploides. Otro es colocando una proporción 1:3, una diploide por cada tres triploides, lo que disminuye el número de plantas diploides hasta un 25%.

Tabla 14: Polinizador en hileras enteras

X	O	O	X
X	O	O	X
X	O	O	X
X	O	O	X
X	O	O	X
X	O	O	X

(Maroto, et al., 2002)

Tabla 15: Polinizador dentro de hilera

X	O	X	O
O	O	O	O
O	X	O	X
X	O	X	O
O	O	O	O
O	X	O	X
X	O	X	O
O	O	O	O
O	X	O	X
X	O	X	O

(Maroto, et al., 2002)

8.5. Labores culturales

8.5.1. Riego

Según varios autores como (Pomares, et al., 1999) y (Singh & Singh, 1978) el rendimiento de la sandía es significativamente superior en riego por goteo que en riego por inundación. (Pomares, et al., 1997) Por otro lado, el experimento realizado por (Goyas & Rivera, 1985), en donde se compararon tres dosis de riego distintas, se obtuvo mayor rendimiento en la dosis más alta, determinando que, a mayor dosis, mejores resultados. Otros autores como (Pomares, et al., 1999) determinaron que las sandías injertadas obtuvieron valores de eficiencia más altos con dosis de riego del 100% y 125%, mientras que las plantas sin injertar, las eficiencias más elevadas fueron con dosis 75%



y 100%. Por último, nuevamente (Pomares, et al., 1999) constató que la calidad de los frutos también se ve influenciada por este factor, determinando que un suministro alto de agua en la etapa de maduración provoca frutos más grandes y pesados, no obstante, excederse en este aspecto genera sandías con escaso contenido en azúcar.

Finalmente, para determinar las necesidades hídricas que requiere cada cultivo de sandía en cuestión, se debe determinar la cantidad de agua que ha de compensar el agua evapotranspirada y las pérdidas por percolación. Sin embargo, según (Pomares, et al., 1999) se han conseguido buenos resultados de producción y calidad con dosis de riego comprendidas entre 2.000 y 2.700 m³/ha, a lo largo del cultivo.

8.5.2. Fertilización

La fertilización es la práctica de cultivo que tiene como finalidad suministrar al suelo o a la planta las cantidades de nutrientes necesarias para la obtención de producciones altas y de buena calidad. (Maroto, et al., 2002)

8.5.2.1. Nutrientes

- ❖ Nitrógeno: nutriente clave para la síntesis de proteínas, clorofila y de otros compuestos relevantes del metabolismo vegetal, constituye el factor más limitante en el crecimiento de las plantas.

Un exceso de este nutriente favorece a la deficiencia de otros elementos como el Cu, además de aumentar la susceptibilidad de la planta a enfermedades y deterioros a causa de condiciones climáticas adversas.

También aumenta el crecimiento vegetativo de la planta de forma excesiva, consiguiendo que en floración se produzca el aborto de flores y en el posterior cuajado, frutos insípidos, con grietas y por tanto con una calidad inviable para el comercio.

Por otro lado, una deficiencia de nitrógeno provoca una disminución o incluso una parada del crecimiento vegetativo además de amarilleamiento en las hojas más viejas. (Maroto, et al., 2002) (Crawford, 2017)



- ❖ Fósforo: actúa como transportador de energía en la fotosíntesis y en la degradación de carbohidratos, con lo cual, afecta en el desarrollo radicular, movilización de reservas, maduración, floración y transmisión de caracteres hereditarios.

Es un nutriente poco móvil en el suelo y susceptible al lavado, por lo que suele acumularse en la capa superficial del suelo.

La mayoría se absorbe en forma H_2PO_4^- y en menor medida en forma $\text{H}_2\text{PO}_4^{2-}$, siendo esta última absorbida diez veces más lenta. Sin embargo, esta absorción depende del pH, obteniendo los mejores valores de disponibilidad a un pH de 6.5.

Un exceso de este elemento puede inducir clorosis férrica y un déficit del mismo reduce el desarrollo de las raíces. (Maroto, et al., 2002) (Crawford, 2017)

- ❖ Potasio: es el principal catión en los jugos celulares, interviniendo en la síntesis de carbohidratos y proteínas y en el transporte de estas sustancias a los órganos de reserva. Presenta una extraordinaria movilidad, lo que permite neutralizar los ácidos orgánicos y asegurar una concentración de H^+ en los jugos celulares. Además, favorece el color rojo de la pulpa, aumenta la dureza de los tejidos y proporciona calidad a los frutos.

Es absorbido en forma K^+ , retenido en el complejo arcillo-húmico, y en forma de potasio soluble, que se encuentra en el agua.

La falta de potasio provoca retraso en el crecimiento, sobre todo en los frutos, reduciendo los rendimientos drásticamente. Por otro lado, es absorbido en grandes cantidades por la planta, principalmente en las primeras fases de desarrollo. (Maroto, et al., 2002) (Crawford, 2017)

- ❖ Calcio: su función principal es estructural, permitiendo mantener las células unidas, siendo esto muy importante en el desarrollo de las raíces. Es absorbido como Ca^{2+} y se encuentra en mayor proporción en hojas y tallos que en frutos y semillas.

- ❖ Boro: tiene un rol importante en el metabolismo de glúcidos, en la formación de las paredes celulares, metabolismo de auxinas, absorción



y utilización del fósforo y mejora el tamaño y la fertilidad del polen. Una correcta nutrición en boro facilita la resistencia a enfermedades y a factores climáticos, por el contrario, un exceso del mismo genera altos niveles de toxicidad.

- ❖ Hierro: interviene en muchos procesos esenciales formando parte de diversos sistemas enzimáticos, siendo de gran importancia en la síntesis de clorofila. Es absorbido a través de su sistema radicular en forma de quelatos de hierro o bien en su forma radical como Fe^{2+} . Una deficiencia de este elemento provoca amarilleamiento en las zonas intervenales, lo que conlleva a una disminución del crecimiento y defoliación. (Crawford, 2017)

Finalmente, según (Crawford, 2017) en la Tabla 16 se presentan los diferentes aportes de nutrientes según el estado fenológico en sandía.



Tabla 16: diferentes aportes de nutrientes según el estado fenológico en sandía

	Estado vegetativo S1	Floración y cuaja de frutos S2	Rápido crecimiento de frutos S3	Lento crecimiento de los frutos S4	Maduración de los frutos S5	80% frutos cosechados S6	final cosecha frutos S7
Cultivo forzado, 100 días de ciclo desde trasplante a primera cosecha	40 días	15 días	15 días	15 días	15 días	Depende de la variedad	Depende de la variedad
Cultivo al aire libre, 125 días de ciclo desde trasplante a cosecha	45 días	18 días	17 días	20 días	25 días	Depende de la variedad	Depende de la variedad
N aplicación	15%	10%	25%	35%	10%	5%	0%
P ₂ O ₅ aplicación	25%	25%	20%	15%	10%	5%	0%
K ₂ O aplicación	5%	5%	15%	25%	25%	20%	5%
CaO aplicación	10%	40%	20%	20%	10%	0%	0%
Nutrientes importantes	N / P	B / Mo / Ca	K / Ca	N / K	K / P		
Características	Desarrollo de raíces Desarrollo vegetativo	Floración masculina Floración femenina Cuaja primeros frutos	Alargamiento exponencial del fruto Alto desarrollo vegetativo Segunda cuaja de frutos	Llenado de frutos Tercera cuaja de frutos Lento desarrollo vegetativo	Acumulación de azúcar Inicio de declinación sistema radical	Acumulación de azúcar Inicio de declinación de guías Etapa media de declinación de raíces	Ultima acumulación de azúcar Declinación de guías Alta declinación de raíces

(Crawford, 2017)

8.5.3. Fertirrigación

La fertirrigación es la aplicación de los fertilizantes a través del agua de riego, siendo el máximo desarrollo de esta técnica en riego localizado, pero pudiendo aplicarse en el resto de sistemas.

Este método de fertilización no solo ha aportado beneficios en cuanto a la producción y la calidad de frutos y hortalizas, sino también una mejora respecto a la contaminación ambiental. (Bar-Yosef, 1999)

En la fertirrigación se aplican abonos solidos cristalinos como los nitrogenados, con un 40% de Urea, 33% nitrato de amonio, nitrato de magnesio (6,6% N y 9,5% MgO) y nitrato de calcio (15,5% N y 19% Ca hidrosoluble). También se utilizan abonos potásicos, cuyo contenido es de nitrato de potasio



(13-0-46) y fosfato monopotásico (0-52,5-34,5). Y finalmente abonos fosforados, cuyos componentes son ácido fosfórico 54% y fosfato monoamónico (12-61-0) (Burgueño, 1999) (Pomares, 2008). Por otro lado, existen abonos líquidos como la solución N-32 o el ácido fosfórico, además de productos ternarios que aportan nitrógeno fósforo y potasio de forma conjunta.

Como se comentó anteriormente se puede aplicar un abono de fondo independientemente de que el resto de nutrientes se aporten por fertirrigación. Completar las necesidades fertilizantes tras este abonado de fondo se conoce como fertilización de cobertura. En la Tabla 17 se observa el fraccionamiento de la fertirrigación en la sandía sin pepitas al aire libre con riego por goteo.

Tabla 17: Fertirrigación en sandías con riego por goteo

Semana después del trasplante	Nitrógeno (kg N/ha)	Fósforo (kg P ₂ O ₅ /ha)	Potasio (kg K ₂ O/ha)	Magnesio (kg MgO/ha)
1ª	0	0	0	0
2ª	15	12	9	0,9
3ª	15	12	9	0,9
4ª	15	12	9	0,9
5ª	15	12	9	0,9
6ª	20	6	13	1,3
7ª	20	6	13	1,3
8ª	20	6	13	1,3
9ª	30	6	25	2,5
10ª	30	6	25	2,5
11ª	30	6	25	2,5
12ª	10	4	25	2,5
13ª	10	4	25	2,5
14ª	10	4	25	2,5
15ª	10	4	25	2,5
16ª	0	0	0	0
17ª	0	0	0	0
Total	250	100	250	25

(Pomares, 2008)

Por último, este método de abonado representa una mejora en la eficiencia de los abonos, puesto que estos se localizan en la zona que ocupa el bulbo húmedo, donde se encuentran la mayor parte de las raíces activas; a su vez, los nutrientes de baja movilidad como el fósforo son absorbidos con mayor eficacia. También presenta una alta flexibilidad tanto del momento como de la dosis de abono, pudiendo ajustar el ritmo de aportación de los abonos a la



demanda del cultivo. Se reduce el riesgo de salinidad al no ser riego por inundación y se ahorra tanto en mano de obra como en abonos.

No obstante, el coste de instalación es elevado, al mismo tiempo que su coste energético y los fertilizantes cristalinos o líquidos utilizados en este ámbito. Además, la obturación de los goteros a causa de la acumulación de sustancias precipitadas por una mezcla de abonos fosforados con aquellos que tengan calcio, magnesio o hierro, o bien sulfato con nitratos cálcicos hace que este método no sea siempre el más utilizado. (Maroto, et al., 2002) (Pomares, 2008)

8.5.4. Injerto

El injerto en sandía comenzó en Japón entre los años 1914 y 1917, con la finalidad de controlar algunas enfermedades, llegando a España a finales de los años 70 y siendo en los años 1985 y 1986 cuando comenzó a generalizarse (Maroto, et al., 2002). Actualmente se realizan sobre calabacines, una especie muy próxima a la sandía que además presenta mayor resistencia a *Fusarium oxysporum*.

Existen actualmente y de forma comercial dos tipos de injertos:

- Aproximación: en este tipo de injerto se realiza una pequeña incisión por debajo de los cotiledones del patrón y otra en la variedad injertada, que servirá de unión entre ambos brotes. Posteriormente durante el proceso de soldadura se mantienen los dos sistemas radiculares, el del patrón y el de la variedad. Este método es el más utilizado en España, pues es más resistente a los cambios ambientales durante la fase de soldado y tiene un porcentaje de prendimiento muy superior. (Maroto, et al., 2002).

Imagen 7



Imagen 7: Injerto de aproximación (Pérez, 2013)

- Púa en hendidura: este proceso consiste en realizar un corte en bisel en la variedad y luego una hendidura en el centro del tallo del portainjerto. Tras esta práctica se unen ambas partes, dando como resultado una planta injertada. Los beneficios que proporciona este método son la escasa manipulación adicional después del injerto y que la unión es más robusta. Sin embargo, necesita una aclimatación adecuada, pues la incidencia de alta o baja temperatura y humedad relativa evitan una buena comunicación entre los vasos conductores. (Maroto, et al., 2002)
Imagen 8.



Imagen 8: Injerto de púa en hendidura (Maroto, et al., 2002)

Ambos métodos tienen como principal objetivo, evitar el ataque de enfermedades causadas por hongos del suelo como el *Fusarium oxysporum*, *Verticillium sp* y *Pyrenochaeta sp*, gracias a la resistencia que presentan los portainjertos que son tolerantes a dichos patógenos. (Messiaen, et al., 1995). Además de reducir las infecciones, incrementa la resistencia de la planta a la sequía y la salinidad, mejora la absorción de agua y nutrientes, confiere mayor vigor a la planta y mejora la tolerancia a las bajas temperaturas. (Rivero, et al., 2003)

Entre los factores más importantes que influyen en el injerto destaca la temperatura, que debe mantenerse entre los 25°C y los 26°C durante la fase de unión. El ambiente debe mantenerse húmedo para obtener una buena cicatrización. Y la superficie de contacto debe ser la máxima posible, puesto que una unión deficiente evitara un desarrollo y crecimiento adecuado de la planta. (Maroto, et al., 2002)

Finalmente, según (Maroto, et al., 2002) y (Baudoin, et al., 2002) un portainjerto debe reunir las siguientes características:

- Ser inmune a la enfermedad que se desea prevenir



- Debe ser vigoroso, pues así se obtendrá una variedad injertada con la misma fuerza
- Tener una buena afinidad con la planta que se injerta
- Tener una vida productiva de por lo menos, 6 años.
- Capacidad para absorber bien los nutrientes y adaptarse a distintos tipos de suelo
- Mejorar el rendimiento y la calidad

8.5.5. Embancado

Esta operación se realiza cuando el riego es por surcos y consiste en realizar otro surco entre las hileras del cultivo con el fin de evitar que el fruto permanezca en contacto con el suelo húmedo. Esta labor puede realizarse en varias cavas si la distancia entre plantas es superior a 2,5m para así evitar sequedad en el cultivo.



Imagen 9: Embancado para riego por surcos (Maroto, et al., 2002)

Se realiza con un motocultor, no obstante, debe realizarse antes de que las plantas tengan ramas superiores a 1m aproximadamente para evitar daños. (Maroto, et al., 2002)

8.5.6. Escardas

Esta es una de las labores más importantes, puesto que la sandía compete muy mal con las malas hierbas y es muy sensible a la acción de los herbicidas. Esta operación se puede hacer de forma mecánica o por medio de herbicidas después de que aparezcan los tallos rastreros.



También se puede combatir la mala hierba mediante el uso de acolchados de al menos 0,025 mm de grosor, colocándose sobre las hileras de plantas y enterrando los extremos para que el viento no lo levante. Este método es el más efectivo, ya que no solo evita la excesiva aparición de plantas indeseadas, sino que facilita las posibles binas realizadas entre las filas de sandía, aumenta la concentración de CO₂ en el suelo, aumenta la calidad del fruto y disminuye la evaporación de agua. (Maroto, et al., 2002)

8.5.7. Polinización

Como se vio anteriormente es una planta monoica, alógama y entomófila, por lo que necesita de agentes externos para la polinización de sus flores. El método más utilizado es por abejas o abejorros como el *Bombus canariensis*, siendo necesaria una abeja por cada 100 flores y unas 10 visitas por cada flor femenina. (Collison, 1989) (Maynard, 1989)

En el caso de las variedades triploides, se necesita una variedad diploide que permita la fecundación de las flores femeninas. Para una adecuada fecundación se necesitan entre un 25%-40% de plantas polinizadoras y un 60% - 75% de planta polinizada. Siendo aconsejable el uso de variedades de distinto tipo o color de corteza para su distinción en el momento de la cosecha. (Maroto, 2002)

En primaveras frías o lluviosas las abejas no cumplen con su labor adecuadamente, por ello, y aunque no es una práctica habitual, se puede realizar una polinización manual. Esta se realiza frotando los estambres de una flor masculina que este desprendiendo polen, sobre los estigmas de una flor femenina, preferiblemente grande y vigorosa para un mejor cuajado.

8.5.8. Entutorado

La sandía es un cultivo que se conduce normalmente de forma rastrera debido a sus frutos de alto peso, no obstante, en las variedades mini de tamaño más reducido se puede realizar un entutorado, evitando problemas y fisiopatías causadas por agentes patógenos del suelo.

Las ventajas del entutorado residen en la calidad del fruto y la producción, puesto que según el experimento realizado por (Camacho &



Fernández, 2003) es posible tener una buena cosecha y un aumento en la densidad de plantación, colocando plantas de sandía entutoradas y al mismo tiempo, utilizar otras de forma rastrera.



Imagen 10: Entutorado individual de los frutos. (Mofit, 2015)

8.5.9. Poda

La poda en sandía favorece no solo la organización y aireación de la planta, sino que también, al existir una menor distancia entre la raíz y el fruto, se consigue un mejor desarrollo del mismo, confiriéndole un mayor tamaño y calidad.

Esta práctica no se suele realizar al aire libre, tan solo se eliminan las puntas de las ramas que llegan a los surcos y que pueden dificultar el resto de labores o la correcta circulación del agua. Sin embargo, en invernadero y sobre todo en variedades tipo mini entutoradas, es una práctica más utilizada.

Según el experimento realizado por (Camacho & Montes, 1993), en donde se podó a partir de determinados nudos y con distintas restricciones de frutos por planta, concluyó que el nudo en que comenzaba la poda, si influía en el contenido de los sólidos solubles del fruto y, por tanto, es un factor de relativa importancia en el cultivo de la sandía.



8.6. Recolección

La recolección o cosecha de la sandía se realiza a los 70-80 días tras su plantación en las variedades precoces y entre 90-115 días en las tardías. A su vez, entre la fecundación de la flor y la recolección pasan entre 35-40 días. Ambos periodos pueden ser variables, pues dependen de los cultivares utilizados, fechas de plantación, climatología, etc. (Knott, 1962) (Maroto, et al., 2002)

Este proceso es manual, utilizándose sistemas a través de los cuales las sandías se cortan dejando de 2 a 3 cm del pedúnculo. Se suele recolectar de varias pasadas entre 2-5; para posteriormente manipular y envasar dichos frutos. Debe ser un proceso cuidadoso, pues daños en la epidermis pueden provocar deshidratación y podredumbre además de disminuir la calidad de las sandías de cara al comercio. (Maroto, et al., 2002)

En Japón se han desarrollado máquinas que permiten la recolección de los frutos, sin que, en la mayoría de los casos, se produzcan daños en la superficie del producto. No obstante, los resultados descritos según (Iida, et al., 1996) presentan un porcentaje de error del 35%.

El momento de cosecha es en ocasiones difícil de determinar, por ello, según varios autores como (Crawford, 2017) y (Maroto, et al., 2002) existen varias características que permiten reconocer con determinada exactitud el punto de madurez.

- El zarcillo existente junto al pedúnculo debe estar completamente seco.
- El pedúnculo del fruto debe estar tierno.
- La parte inferior del fruto ha adquirido un tono amarillento.
- La capa pruínica de la superficie del fruto ha desaparecido.
- El sonido que produce al golpearlo es "sordo".
- Una vez rayada la corteza, se separa fácilmente.

Finalmente, una vez recolectadas son llevadas a la central hortofrutícola donde pasan a la fase de postcosecha.



Imagen 11: Zarcillo seco

8.7. Postcosecha

Las frutas una vez cosechadas, son llevadas al almacén, donde los frutos se descargan y se lleva a cabo una labor de limpieza mediante cepillos de PVC. Al mismo tiempo, deben mantenerse a la sombra, para evitar daños directos causados por el sol y altas temperaturas, ya que a más de 32,2 °C se produce la descomposición interna de la fruta y un aumento en su deterioro y pudrición. Además, estos daños requieren varios días para ser detectados. (Fornaris, 2015)

Por otro lado, según (Maroto, et al., 2002), para conseguir un periodo más amplio de las cualidades organolépticas de los frutos, puede ser conveniente un preenfriado o pre-refrigeración, una vez las sandías llegan al almacén. Otros autores como (Fornaris, 2015) comparte la misma idea, pues generalmente, no se realiza este preenfriamiento.

Este preenfriamiento se realiza a temperaturas entre los 10°C y los 15°C, con el fin de reducir la pérdida de agua y a reducir la razón de crecimiento de los microorganismos patógenos que puedan estar presentes, aumentando las posibilidades de que las frutas puedan mantenerse en buenas condiciones por más tiempo. Sin embargo, una exposición de las sandías de alta humedad, permitiendo que su temperatura interna suba, puede causar la activación de la



antracnosis, una enfermedad que ya puede estar latente en el campo. (Fornaris, 2015)

Una vez terminado el periodo de almacenaje, los frutos pueden ser lavados, aplicando agua limpia con cloro y con un pH cerca de la neutralidad, 6.5-7.5. Tras esto comienza el empaquetado, comercializándose en cajas de madera o cartón, en las que se colocan de 6-12 frutos, de 14-22 kg/caja. (Fornaris, 2015) (Maroto, et al., 2002)

Según la normativa de calidad del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, se establecen tres categorías

- Categoría I: Frutos bien formados, exentos de heridas y de restos de ataques de parásitos o enfermedades. Se permite un ligero defecto de coloración, en la parte de contacto con el suelo, no pudiendo presentar el pedúnculo una longitud superior a 5 cm.
- Categoría II: Aquellos frutos, que no pueden clasificarse en la categoría anterior. Se admiten ligeros defectos de forma, coloración de la corteza y defectos superficiales debido a choques o ataques de parásitos o enfermedades.
- Categoría III: Aquellos frutos que, no admitiéndose en las dos categorías anteriores, cumplen los requisitos mínimos de calidad, o sea, enteros, firmes, maduros, sanos y exentos de olores y sabores. (Maroto, et al., 2002)

Finalmente, las sandías son sensibles a la presencia de gas etileno, acelerando los procesos de senescencia. Por ello, no deberán ser almacenadas en camiones o vehículos cerrados completamente, ni cerca de otros productos perecederos que liberen cantidades considerables de este gas. (Fornaris, 2015)



9. Mejora Genética



En los últimos 20 años, el mayor número de innovaciones varietales se ha centrado en la obtención de cultivares híbridos. Este mejoramiento genético ofrece vías potenciales para mejorar la cosecha de frutos ofreciendo productos de mayor calidad, como frutos sin semillas, o introduciendo genes recombinantes o generando variedades con mayor resistencia al estrés biótico o abiótico.

Según (Maroto, et al., 2002), los objetivos de la mejora genética se centran en:

- Mayor precocidad y rendimiento
- Tamaño regular y no excesivamente grande del fruto
- Mayor dulzor de los frutos
- Coloración de los frutos
- Resistencia a agentes fitopatógenos, en particular, enfermedades criptogámicas y virales
- Frutos sin semillas
- Resistencia al transporte

La androesterilidad es fundamental para ejecutar cruzamientos sin necesidad de polinizaciones manuales, pues en la manipulación de flores, cualquier laceración produce un desprendimiento importante de etileno que puede afectar a la senescencia. Es por ello que uno de los avances según (Zhang, et al., 1996) fue conseguir un buen resultado en este ámbito al poder combinar androesterilidad con la coloración de las hojas cotiledónicas. (Abeles, 1973)

En la resistencia a patógenos, destacan los esfuerzos destinados a conseguir material vegetal resistente a la antracnosis, oidio, *Didimella* y sobre todo a distintas razas de *Fusarium oxysporum*. (Miguel, 1988)

A partir de 1925 se consiguieron cultivares resistentes de mayor aceptación como Jowa belle, Iowa King, Pride of Muscatine. (Miguel, 1988). Aunque ya en la última década del siglo XX, se consiguieron líneas como PI296341 y su derivada PI2963341, que pueden resistir un alto porcentaje de fusariosis, pero sus frutos son pequeños y de pulpa blanca. (Miguel, 1993)



10. Fisiopatías, plagas y enfermedades



10.1. Fisiopatías

En este ámbito se incluyen aquellos desórdenes y alteraciones no deseadas causadas por agentes inertes como el viento, la temperatura, radiación, factores de estrés etc. A continuación, se señalan las fisiopatías más usuales en el cultivo de la sandía.

10.1.1. Agrietado de frutos o cracking

Se manifiesta, como su propio nombre indica, como una rajadura generalmente longitudinal en la superficie de los frutos en los últimos estadios de la madurez.

Esta es causada por fluctuaciones en la disponibilidad de agua, pasando de un estado de estrés hídrico, a un riego abundante. Por otro lado, también se asocia a un excesivo crecimiento del fruto, provocado por una excesiva fertilización en nitrógeno y escasa en potasio.

Por ello, en función del cultivar, una mayor fertilización potásica parece ser que induce a mayor espesor en la corteza y en consecuencia a una disminución de esta fisiopatías. (Sundstrom & Carter, 1983) (Maroto, et al., 2002)

10.1.2. Planchado de frutos

En los frutos poco protegidos del sol y durante las últimas fases del desarrollo del fruto, se producen unas manchas de color blanquecino, en zonas más o menos amplias, que deprecian el valor comercial del fruto al perder el color natural del mismo.

Esto es debido a que las sandías, presentan poca vegetación que lo proteja del sol, con lo cual, llega una fuerte radiación infrarroja que proporciona elevadas temperaturas en la superficie de las sandías.

Para solventar este problema se pueden cubrir los frutos con paja, pero, por otro lado, existen cultivares con diversos grados de susceptibilidad de manera que aquellos con corteza más oscura presentan más daños que aquellos con una corteza más clara. (Maynar & Hopkins, 1999) (Maroto, et al., 2002)



10.1.3. Deformaciones y ahuecamientos

Determinados herbicidas pueden producir ciertas deformaciones en los frutos, de igual modo, una mala polinización o cuajado a causa de condiciones climáticas desfavorables son capaces de causar estos daños.

Este ahuecamiento parece ser mayor en los frutos de los nudos 7 y 8, cerca de la ramificación principal, que en los más lejanos según (Maynar & Hopkins, 1999). También se observó, que son más propensos en cultivares triploides y que el exceso de vigor y fertilización empleada influyen en el desarrollo de esta fisiopatía. (Maroto, et al., 2002)

10.2. Plagas

A continuación, se exponen los síntomas, las causas y el control de las plagas más habituales en el cultivo de la sandía

10.2.1. Pulgones

Esta es una plaga que aparece anualmente en épocas primaverales generalmente, con poblaciones muy altas en casi todos los cultivos. Los síntomas aparecen sobre la hoja, presentando enrollamiento y por consiguiente causando una reducción del ritmo vegetativo quedando la planta con escaso crecimiento y producción. También produce daños indirectos como es la transmisión de algunos virus, sin embargo, en sandía no afecta significativamente.

Las especies que causan estos ataques suelen ser *Aphis gossypii* Glover, *Myzus persicae* Sulzer o el *Aphis fabae* Scopoli. Generalmente son las hembras aladas las creadoras de la colonia, una vez instaladas comienza su reproducción, que en ocasiones puede tener lugar sin la participación del macho (reproducción partenogenética) para, en pocos días, obtener poblaciones muy numerosas.



Imagen 12: Pulgones en sandía

Dentro del control de la plaga tenemos que tener en cuenta dos factores, el primero es la observación de la plaga, pues con enemigos naturales y fauna abundante, puede ocurrir que la plaga decaiga hasta desaparecer. Por otro lado, conviene tener presente la posible resistencia de algunos individuos a los productos utilizados, debido a un aspecto genético de un individuo concreto, o específico de la especie.

No obstante, en cuanto a materias activas, los insecticidas más respetuosos son el pirimicarb y el heptenofos. Efectuando el tratamiento en el envés de las hojas, aunque, en situaciones donde la hoja este muy arrugada, es recomendable el uso de productos sistémicos. (Maroto, et al., 2002)



10.2.2. Ácaros

Nuevamente una plaga que aparece casi todos los años, ya sea con mayor o menor intensidad, según las condiciones climáticas. El daño del cultivo es causado por las picaduras en las células epidérmicas de las hojas, provocando el debilitamiento y muerte de estas células y por consiguiente se produce una reducción importante del ritmo vegetativo de las plantas. Esta plaga se aprecia tanto por sus colonias sobre la hoja, como por una clara amarillez en su tejido.

Estos daños son causados por la especie *Tetranychus urticae* C.L. Kogh, se concentran en colonias, las cuales, a temperaturas en torno a los 32°C, permite completar su desarrollo en 9-10 días. Esta especie crea unas estructuras a base de hilos que rodea el espacio físico donde se encuentra su colonia. Estos hilos proporcionan la temperatura y humedad adecuadas para su óptimo desarrollo, además, lo protege del ataque de depredadores, sirviéndole como medio para trasladarse a otros lugares en busca de alimento.

Para el control de esta especie se debe tener en cuenta que presenta una gran facilidad para desarrollar resistencia a distintas materias activas. Por ello, en el control químico, se deben alternar las materias activas, siendo para el control ovicida-larvicida el amitraz, hexitiazox y tetradifon, mientras que para el control larvicida-adulticida el biferin, diofol y dinobuton entre otros. Por otro lado, para el control biológico, el depredador *Stethorus histrio* Chazeau, es el que mejores resultados ha dado, pues se alimenta de estos ácaros tanto en los estadios larvarios como en los estadios móviles. (Crawford, 2017) (Maroto, et al., 2002)

10.2.3. Minadores

Esta es una plaga poco frecuente en sandía hasta hace un par de años que su presencia y daños han aumentado. Los síntomas se aprecian a simple vista, pues se observan galerías foliares sobre las hojas. Como su propio nombre indica, minan la hoja, reduciendo su rendimiento foliar y, por consiguiente, disminuyendo el crecimiento de la planta. No obstante, no es una lesión grave en plantas adultas, aunque en las plantas más jóvenes pueden provocar severos daños.



Imagen 13: Minador de la hoja

Existen varias especies que se engloban dentro de los minadores, siendo la *Liriomyza huidobrensis* Blanchard una de las más recientes y al mismo tiempo más agresiva y activa que la *Liriomyza trifolii* Burgess. Son moscas de unos 2mm de largo que realizan la puesta dentro del tejido de las hojas verdes, dando lugar al desarrollo de las pequeñas larvas amarillas que se alimentan del parénquima de las hojas, provocando el daño antes mencionado.

Para el control químico de estas especies es clave conocer que las materias activas que son eficaces contra la *Liriomyza trifolii*, no son eficaces contra la *Liriomyza huidobrensis*. Por ello, para esta última, la más efectiva es la abamectina, no obstante, no está autorizada en cucurbitáceas, por tanto, se utiliza la deltametrina y el naled. (Maroto, et al., 2002).

Por último, para el control ecológico de todas estas plagas, se pueden utilizar diversos productos como la gelatina, Lecitina, aceite de parafina, sal potásica, Cuasia extraída de Cuasia amara y muchos otros productos cuya función es similar, insecticida, acaricida o por el contrario, atrayente o repelente. (Maroto, et al., 2002)



10.2.4. Malas hierbas

Están son muchas y de diferentes familias géneros y especies, pues van desde la tebolina (*Oxalis pes-caprae*), hasta la ortiga (*Urtica*), pasando por multiples gramíneas como vallicos (*Lolium rigidum*), cebadilla (*Hordeum leporinum*) o la conocida como avena loca (*Avena sterilis*). Pueden ser perennes o vivaces, con un rápido crecimiento, lo que provoca que los cultivos que no presentan esta ventaja, se vean afectados por ellas, ya que ocupan su espacio, impidiendo el correcto desarrollo de raíces e incluso reduciendo el rendimiento foliar del cultivo. (Moradillo, 2006)

Por lo tanto, existen varios métodos para el control de las mismas, siendo el mas efectivo y en ocasiones el mas tedioso, las binas o escardas que permiten retirar la planta casi en su totalidad. No obstante, para reducir mano de obra, se aplican tratamientos con distintos productos de diversas materias activas como:

- Fluazifop-p-butyl 12,5%: un herbicida selectivo para el control de gramíneas
- Quizalofop-p-etil 5% y 10%: herbicida antigramíneas de acción sistémica descendente, le permite llegar hasta las raíces de la planta
- Glifosato: herbicida no selectivo, sistémico, de acción foliar y no residual. Se caracteriza por su alta actividad y su amplio campo de acción, tanto de gramíneas y dicotiledóneas, vivaces y perennes. (Moradillo, 2006)

10.3. Enfermedades

La sandía es muy sensible al ataque de patógenos presentando con frecuencia problemas de podredumbre y muerte de plántulas en los primeros estadios de desarrollo. Los patógenos más importantes de este cultivo se resumen a continuación (Maroto, et al., 2002).

10.3.1. Fusariosis

Es la enfermedad vascular más importante que ataca a la sandía, causada por el hongo *Fusarium oxysporum* Schltdl el cual actúa en todos los estados de crecimiento, presentando daños progresivamente, comenzando con el amarilleamiento de las hojas, posteriormente las ramas se tornan de color



pardo oscuro, la planta se va marchitando y finalmente la planta se seca y muere. El síntoma más fácil de detectar es la presencia de necrosis vasculares, observándose fácilmente tras realizar un corte en las raíces o tallos de la planta. (Crawford, 2017) (Maroto, et al., 2002)

La penetración del hongo en la planta tiene lugar por la parte subterránea, a través de alguna lesión en las raicillas. En estados avanzados se puede observar la formación del micelio en los tallos de la planta, que rápidamente genera clamidosporas que pueden volver a ser incorporadas al suelo. Esto junto con el transporte del hongo en el suelo y el agua de riego constituyen las principales vías de transmisión.

La aplicación de funguicidas contra la marchitez no es muy eficaz, es por ello que una de las mejores formas de prevenirlo es la utilización de cultivares resistentes a este patógeno. También se recomienda las rotaciones amplias, desinfección de semillas o incluso la desinsectación química del suelo mediante el uso de la solarización, sin embargo, su eficacia es limitada. (Maroto, et al., 2002) (Crawford, 2017)

10.3.2. *Alternaria cucumerina*

Los daños de esta enfermedad se observan en pequeñas manchas translúcidas que crecen progresivamente adaptando una coloración marrón oscuro con forma de anillo concéntrico en el haz. También presenta un halo clorótico alrededor de las lesiones en estados más avanzados.

Se reproduce de forma asexual, formando conidios con aspecto de maza alargada que presenta varios tabiques transversales y longitudinales. Para el establecimiento de la enfermedad en una parcela es necesario que se den varias horas seguidas de agua libre según (Maroto, et al., 2002), pues bajo condiciones de alta humedad relativa es cuando se forman los nuevos conidios.

Para el control de esta enfermedad es adecuado evitar la condensación de agua sobre las plantas, pues favorecería la alta humedad que fomentaría su propagación. También es recomendable la rotación de cultivo, especialmente con otras familias distintas a las cucurbitáceas. Para el control químico se



recomiendan las materias activas azoxystrobin y metil-tiofanato. (Maroto, et al., 2002)

10.3.3. Oídio

También conocido como cenizo, es una enfermedad poco frecuente en el cultivo de la sandía, manifestándose sobre las plantas a modo de polvillo blanco sobre las hojas, tanto en el haz como en el envés. Las zonas afectadas se van secando a medida que avanza la infección lo que provoca unas reducciones en la superficie foliar y a su vez, reducciones del rendimiento fotosintético.

Las especies más comunes en cucurbitáceas son *Erysiphe oronii* V.P. Heluta y *Podosphaera xamthii* Schltdl. Estas se reproducen por esporas asexuales, conidios, que se forman sobre la superficie afectada. Estas esporas son fácilmente transportadas por el viento y bajo condiciones ambientales favorables, desarrollan la enfermedad en tan solo 3-7 días. Las temperaturas altas son las más adecuadas para su desarrollo y a su vez, una humedad relativa inferior al 50% favorece la esporulación.

Para el control de esta enfermedad es importante evitar los cultivos demasiado densos. Por otro lado, para el control químico, es de gran importancia actuar inmediatamente después de la aparición de la enfermedad. Las materias activas a utilizar son el dinocap, quinometionato, clortalonil y azufre, por otro lado, también hay que destacar los fungicidas penetrantes que se inscriben dentro de grupos como las pirimidinas, los triazoles y la triforina. (Maroto, et al., 2002)

Parte Experimental



11. Material y Métodos



11.1. Situación

El ensayo se llevó a cabo en la Sección de Ingeniería Agraria de la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería perteneciente a la ULL. Las coordenadas son: (28°28'39,786", -16°19'5972"). El clima es de tipo mediterráneo húmedo, aunque la zona se considera de estepa cálida según el sistema Köppen-Geiger. Con veranos calurosos superando los 23° de media e inviernos fríos por debajo de los 15°, se considera una de las zonas más frías de la isla para estar a solo 547 metros sobre el nivel del mar. En los meses en los que se realizó este experimento se contemplaron temperaturas máximas de 39° durante el mes de agosto y temperaturas mínimas de 8° en el mes de abril.

La precipitación media anual es de 281mm, siendo el mes más seco Julio, con 19.8mm y el más lluvioso, febrero con datos superiores a los 195mm. Por otro lado, las rachas de viento suelen ser constantes durante todo el año, moviéndose entre los 77 y los 62 km/hora. (AEMET, 2021)

11.2. Material vegetal

En primer lugar, se obtuvieron los cultivares de sandía que debían cumplir con dos requisitos. El primero de ellos era tener un peso más o menos similar, y el segundo, los cultivares triploides debían tener el mismo tono de piel, que, en este caso, fue de piel rayada para las plantas sin semillas y de piel lisa para los cultivares con semilla.

11.3. Siembra

Una vez obtenidas se realizó la siembra en semillero el día 8 de abril de 2021, de las 3 variedades de semillas, Negra Augusta (Imagen 14), Tri X Sunrise (Imagen 15) y Kasmira (Imagen 16)



Imagen 14: Semilla del cultivar Negra Augusta.



Imagen 15: Semilla del cultivar Tri X Sunrise



Imagen 16: Semilla del cultivar Kasmira



Estas fueron colocadas en bandejas de poliestireno expandido, con un sustrato a base de turba, denominado turba de sphagnum, la cual contiene fertilizante NPK (1,5g/l), carbonato cálcico (10g/l) y microelementos. Otros aspectos que pueden ser de utilidad se detallan en la Tabla 18.

Tabla 18: componentes de la turba sphagnum utilizada en el semillero

Componentes principales	Turba rubia de sphagnum
Densidad aparente seca	180 g/l
Materia orgánica sobre materia seca	90%
Conductividad eléctrica (CE)	40 mS/m
pH (H ₂ O)	5,5 – 6,5
Volumen al envasar	70 l
Estructura	Fina

Se utilizaron 2 bandejas, en la primera se colocaron 50 semillas de la variedad Tri X Sunrise, 50 semillas de la variedad Kasmira y 30 semillas de la variedad diploide Negra augusta; en la segunda, se colocaron 50 semillas más de la última variedad mencionada. (Imagen 17)

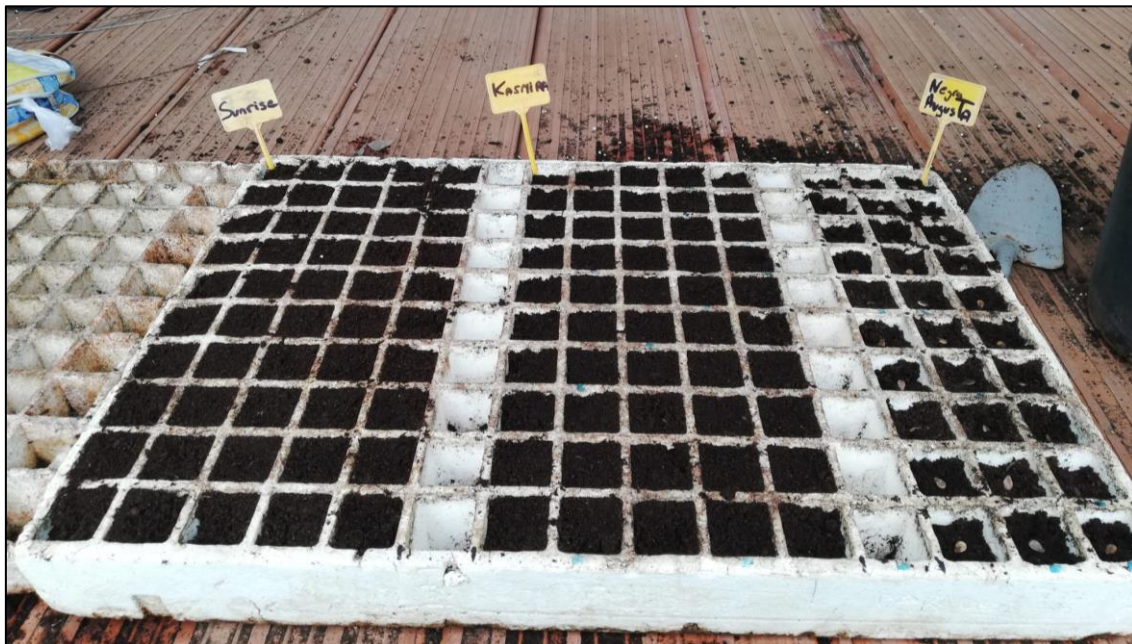


Imagen 17: Bandejas de poliestireno recién sembradas



Estas fueron colocadas a 1 – 2 cm de profundidad, distancia a la que, según distintos autores, se consigue un mayor porcentaje de germinación. (Maroto, et al., 2002)

Las condiciones del invernadero fueron entorno a un 73,83% de humedad relativa, con una incidencia de la radiación de 50,07 W/m² y con una temperatura máxima y mínima de 27,2 y 12,7 respectivamente. El agua se distribuyó mediante riego por aspersión fina, que mantuvo los semilleros húmedos 1 vez al día con una duración de 5 minutos y caudal de 100 litros por hora, obteniendo así un total de 8,33 litros en todo el invernadero. Finalmente, esta agua tenía una conductividad eléctrica de entre 0,65-0,7 y un pH 8,9, siendo este más básico de lo que la planta realmente requiere, no obstante, no afectó severamente al cultivo.

La temperatura del invernadero fue de media 20,59°C, aunque lo ideal para cultivo en semilleros bajo invernadero oscila entre los 25° y los 30°C, presentándose germinaciones de entre 2 a 5 días tras la siembra según diversos autores. (Maroto, et al., 2002) (Navarro & Vizcaíno, 2020).

Posteriormente se realizó el conteo de semillas germinadas a los 6 días tras su siembra. De las variedades analizadas solo 2 consiguieron emitir los cotiledones. Concretamente se contabilizaron 36 plántulas de la variedad Negra Augusta de 80 sembradas. (Imagen 18) De la variedad Tri X Sunrise emergieron 14 de las 50 totales, mientras que de la variedad Kasmira, no se observó ninguna plántula, no obstante, se podía apreciar pequeños montículos generados por la expansión de los cotiledones indicándonos, que esta variedad tiene o bien diferentes requerimientos climáticos o simplemente tarda más en germinar.



Imagen 18: Primeras semillas germinadas

Tras 14 días de la siembra se realizó nuevamente un conteo de las semillas germinadas, en este caso, la variedad diploide presentó 78 plántulas de las 80 colocadas, de la variedad triploide Tri X Sunrise emergieron 45 de 50 y, por último, la variedad Kasmira continuó presentando la nascencia más lenta, siendo esta vez las germinaciones contabilizadas de 34 de las 50 sembradas.

Por último, a los 21 días se hizo el último conteo de germinación, en donde la variedad Negra Augusta tuvo un 100% de germinación, obteniéndose por tanto 80 plántulas. Por el contrario de la variedad Tri X Sunrise solo aparecieron 45 plántulas, las mismas que la semana anterior, indicándonos que posiblemente, las semillas que no emergieron no eran viables. Finalmente, la variedad Kasmira también registro resultados similares a los anteriores, teniendo 37 plántulas de las 50 semillas sembradas.



Imagen 19: Semillero germinado.



Imagen 20: Plántulas del cultivar Kasmira

La plantación se llevó a cabo siguiendo un diseño de bloques al azar (Tabla 19), con tres repeticiones y utilizando plantas bordes. El día 13 de mayo se realizó el trasplante de las plántulas, para esto se utilizó un sembrador y se



llevó a cabo en un marco de plantación de 1 metro de distancia entre plantas y 1 metro de distancia entre hileras, teniendo así 11 columnas o hileras y 7 filas. En la primera y la última columna se colocaron cultivares diploides con función de bordura, de igual modo sucedió con la fila 4, cuya función principal era proporcionar el polen que permitiría la fecundación en las plantas triploides.



Imagen 21: Terreno sobre el que se colocaron los diferentes cultivares

En cada columna se utilizó un único cultivar seleccionado de manera aleatoria, pero de tal forma que siempre existiese una planta diploide junto a una triploide. En el esquema de plantación (Tabla 19), el cultivar A, Negra Augusta, representa la planta diploide en color verde claro. El cultivar B, Kasmira, representa una planta triploide en color azul claro y finalmente, el cultivar C, Sunrise, la otra planta triploide, representado en color amarillo. Este marco de plantación sigue, por tanto, un sistema polinizador en hileras enteras de proporción 1:2.

Cabe destacar que las celdas marcadas con X representan los especímenes tratados en el estudio, mientras que los expuestos con O representan los cultivares diploides con función polinizadora o de bordura.



Tabla 19 (Esquema de plantación): distribución del marco de plantación de los cultivares de sandía

Columnas / Filas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	O	X	X	X	X	X	X	X	X	X	O
2	O	X	X	X	X	X	X	X	X	X	O
3	O	X	X	X	X	X	X	X	X	X	O
4	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
5	O	X	X	X	X	X	X	X	X	X	O
6	O	X	X	X	X	X	X	X	X	X	O
7	O	X	X	X	X	X	X	X	X	X	O
	A	B	C	A	C	B	A	B	A	C	A

Cultivar A
Cultivar B
Cultivar C

Plantas polinizadoras	O
Plantas del estudio	X

Una vez plantadas, algunas plántulas no soportaron el trasplante y tuvieron que ser repuestas. En esto se observó que muchas de estas marras eran del cultivar B, Kasmira, sin embargo, la diferencia no fue lo suficientemente grande con respecto a los otro cultivares como para deducir que se trataba de un problema que tenía esta variedad en concreto.

El riego se aplicó por goteo, colocando una tubería terciaria por cada columna y estando todas ellas conectadas a una tubería secundaria. La cantidad de agua fue de 5 litros a cada hora, con una conductividad eléctrica de 1,6 microsiemens y un pH de 6,5. El abono se aplicó por fertirrigación, utilizando un equilibrio 2–2–1,5 de nitrógeno, fósforo y potasio respectivamente, al inicio del desarrollo vegetativo. Posteriormente, se aplicó un equilibrio de 1-1–0,9 y 0,5 de Calcio en la fase del desarrollo y crecimiento del fruto.

La temperatura en este invernadero osciló entre los 18,1°C y los 23,95°C en los meses de mayo y agosto, registrándose temperaturas máximas de 34°C en el mes de agosto y mínimas de 13,9°C en el mes de mayo. Estos valores se mantuvieron dentro de los rangos de temperatura descritos por (Crawford, 2017) y (Peñaloza, 2001).



Tras un breve periodo de tiempo que permitió a las plantas crecer adecuadamente, se realizó una labor de reorganización, pues al ser una especie semi trepadora, los tallos largos se entremezclan con el resto de filas y columnas además de adherirse a las mismas gracias a los zarcillos, lo que provoca no solo una confusión a la hora de establecer que fruta pertenece a cada planta, sino que también perjudica a los especímenes más débiles al estar tapados o bloqueados por las hojas de estos tallos.

Para ello se realizaron ligeras podas de las ramas más largas o de aquellas que fueran más débiles, y posteriormente, se colocaron de tal forma que no afectara negativamente ni a la propia planta ni a las anexas.



Imagen 22: Cultivo antes de la poda.



Imagen 23: Cultivo después de la poda

A lo largo del cultivo se observó la aparición de diferentes patologías. Entre las plagas se presentaron ácaros (*Tetranychus urticae*), pulgones (*Aphis gossypii* Glover) y minadores de hoja (*Lyriomiza trifolii* Burgess). Mientras que dentro de las enfermedades se observó oídio (*Erysiphe orontii* Cast.). Para combatir las mismas se aplicó un tratamiento con pirimicarb que fue dado con el riego para eliminar la plaga de pulgones, sin embargo, para los minadores de la hoja se azufró de forma sistémica.

A lo largo del cultivo se realizaron diferentes labores, entre éstas, binas y escardas aplicadas de forma periódica, pues al no presentar ningún tipo de acolchado que impida el crecimiento de las malas hierbas, estas crecían libremente.

Finalmente, se realizaron tres recolecciones por planta, las cuales se llevaron a cabo cuando el fruto se encontró en las condiciones óptimas de recolección anteriormente mencionadas y dejando 2 o 3 centímetros de pedúnculo en el fruto.



Imagen 24: Muestra de sandías recolectadas

En cada una de estas recolecciones, se tomaron los datos correspondientes a los parámetros establecidos previamente, peso, diámetro, precocidad y rendimiento.

Posteriormente, estos datos fueron procesados estadísticamente, con los resultados siguientes:



12. Resultados y discusión



Para el tratamiento de los resultados se utilizó el programa SPSS (Versión 2021), con el cual, se realizó un análisis normalizado de la varianza (ANOVA) para ver los efectos de la variedad en las variables de porcentaje de germinación (en tanto por ciento), peso (en gramos), diámetro (en centímetros) y precocidad (en días). Por otro lado, los cultivares A (Negra Augusta), B (Kasmira) y C (Tri X Sunrise), se denominaron 1, 2 y 3 respectivamente para el correcto funcionamiento del programa.

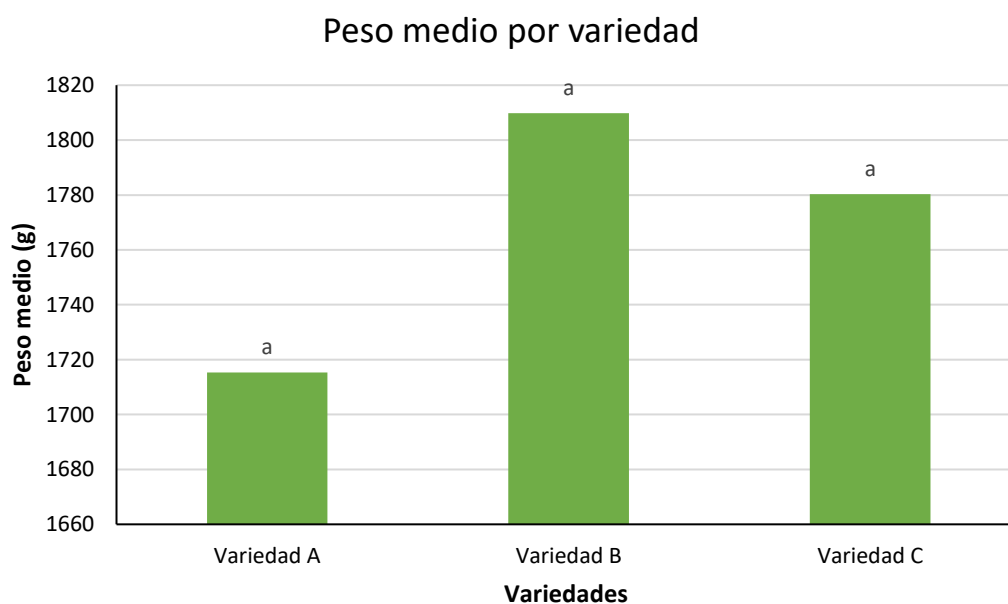
Gracias al uso de un modelo lineal general univariante, se obtuvieron los siguientes resultados.

12.1. Peso

Tabla 20: Resultados de la variable peso

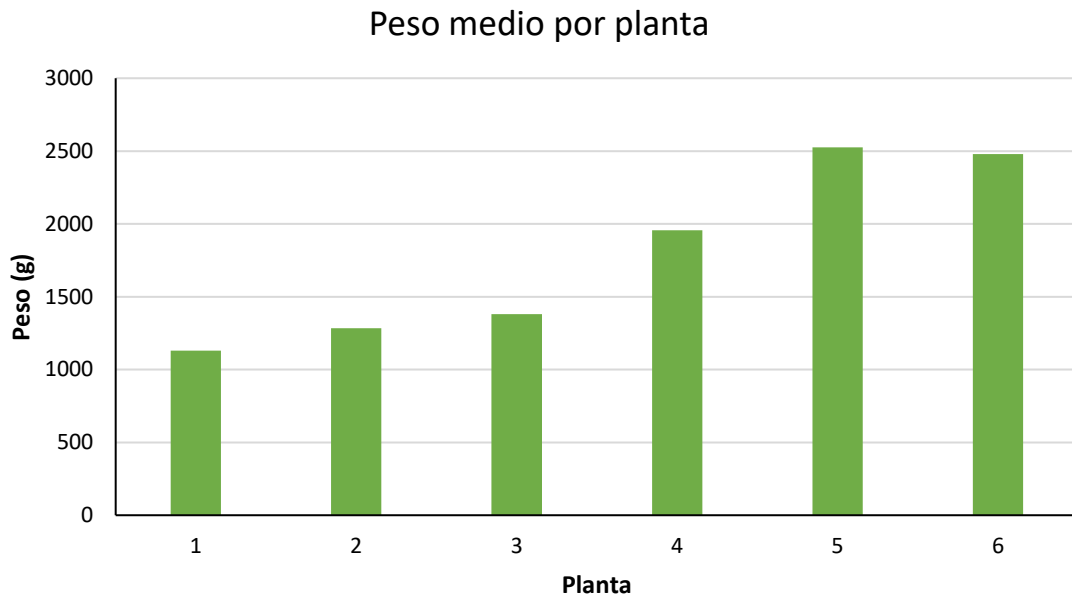
Variedad	N	Subconjunto
		1
1	37	1715,3089
2	34	1809,8235
3	34	1780,2841
Sig.		0,964

Grafica 1: Peso medio de cada variedad



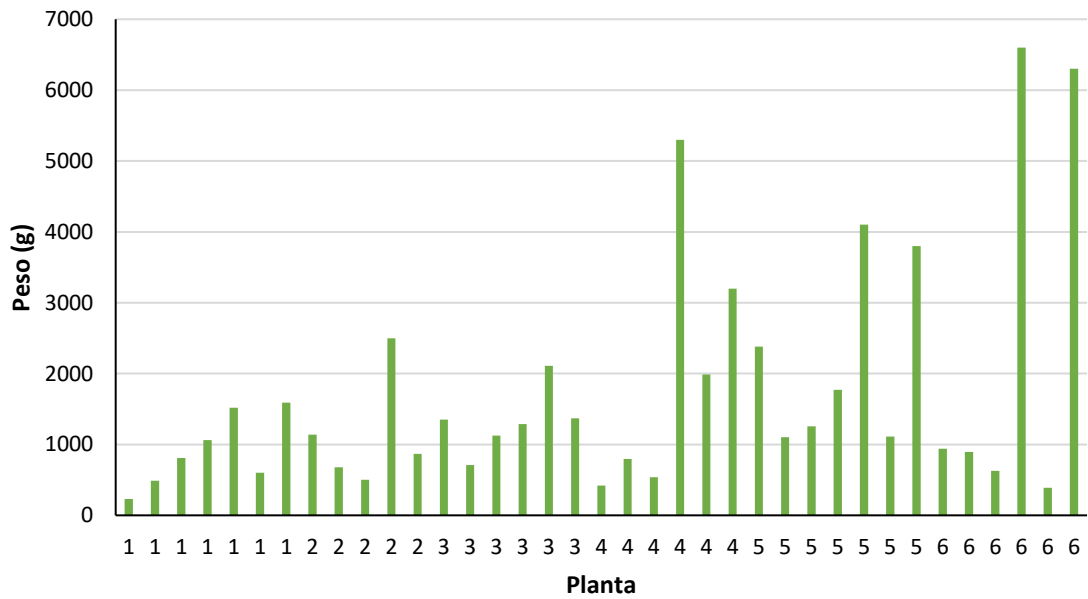


Grafica 2: Peso medio por planta



Grafica 3: Variación del peso dependiendo de la planta en la variedad A

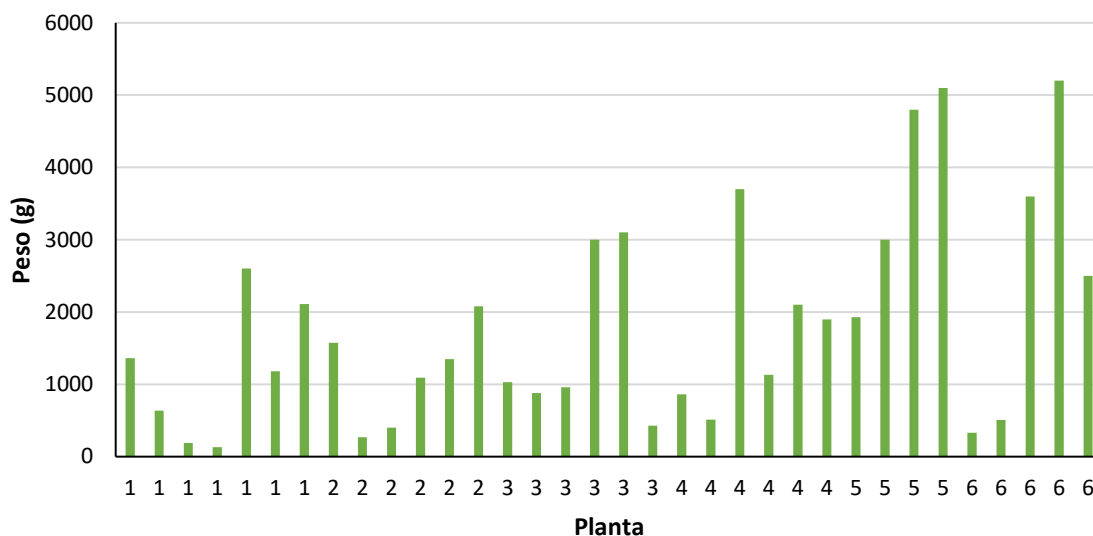
Variación del peso según la ubicación de la planta para la variedad A (1)





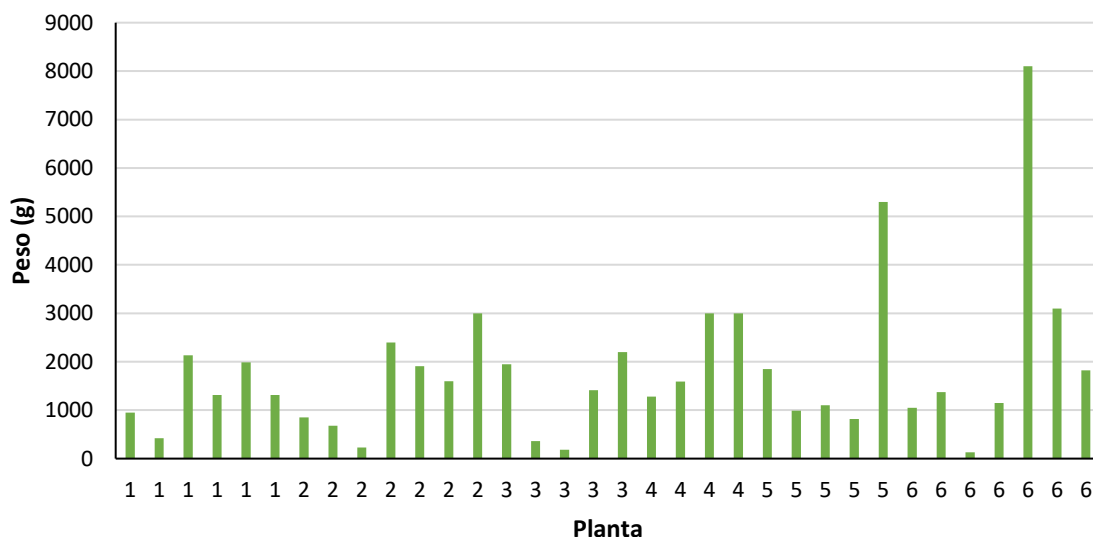
Grafica 4: Variación del peso dependiendo de la planta en la variedad B

Variación del peso según la ubicación de la planta para la variedad B (2)



Grafica 5: Variación del peso dependiendo de la planta en la variedad C

Variación del peso según la ubicación de la planta para la variedad C (3)



En la Tabla 20 se puede ver la media de peso de cada cultivar y el nivel de significancia de la misma, que debe ser inferior a 0,05 para albergar diferencias significativas en esta variable. En la Grafica 1 se observan estos datos.

Para la variable peso, no se apreciaron diferencias significativas, presentando 1715,30 gramos de media en el cultivar A, 1809,82 gramos de



media en el cultivar B y 1780,28 gramos de media en el cultivar C. Este último presentó el fruto de mayor peso, obteniendo 8,1 kilogramos, valor que dista un 78% del valor medio descrito. Esto se cree que debió ser causado principalmente por las plagas y enfermedades que atacaron el cultivo durante el mes de julio, provocando que uno de los indicadores más importantes de recolección de la sandía como es el zarcillo seco, apareciese de forma temprana, lo que lleva a pensar que se produjo una reducción considerable del transporte de nutrientes desde la planta al fruto.

Seguidamente, en la Grafica 2 se contemplan los datos de los pesos medios por planta, que arroja una posible diferencia entre las plantas 1 (las más alejadas de la tubería secundaria) y las plantas 6 (las más cercanas de la tubería secundaria).

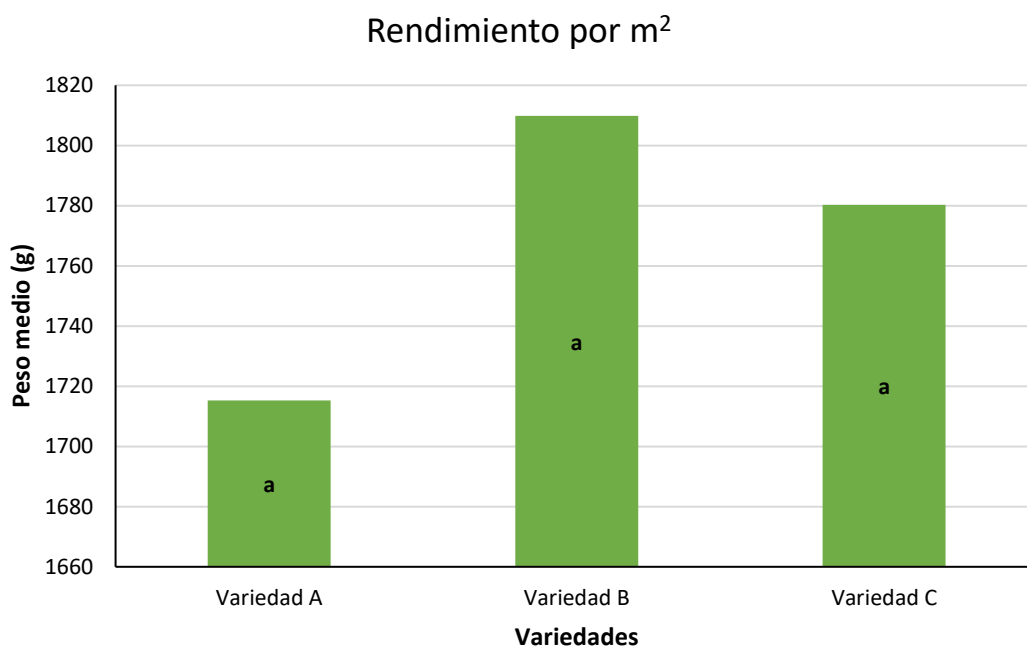
Así mismo, en la Grafica 3, Grafica 4 y Grafica 5, se observa la media de cada una de las plantas analizadas dependiendo de su localización en la tubería terciaria, donde efectivamente se aprecia una diferencia entre las plantas situadas en la parte más alejada y la parte más cercana a la tubería secundaria. Esto puede significar que dichas tuberías estaban en mal estado o que la cantidad de agua junto con la presión de la misma eran insuficientes para abastecer a la totalidad del bloque.

Finalmente, en otros estudios realizados con anterioridad de (Baixauli, et al., 1998), (Baixauli, et al, 1999) y (Baixauli, et al., 2000) citado por (Maroto, et al., 2002) se trataron cultivares muy similares tanto la morfología del fruto, siendo de piel oscura y pulpa roja con pepitas, como en el peso, donde se obtuvieron pesos entre los 5 y los 6 kg de media. Del mismo modo sucede en los otros cultivares, pues en sandías de piel rayada sin pepitas, como es el caso del cultivar Sunrise tratado tanto en este trabajo como por Carlos Baixauli, se observaron pesos medios superiores a los 5kg (Tabla 26, Tabla 27 y Tabla 28). Estos valores nuevamente distan de los resultados obtenidos en este experimento, lo cual afianza más la idea de la reducción de la producción a causa de las diferentes plagas y enfermedades que se presentaron en el cultivo.

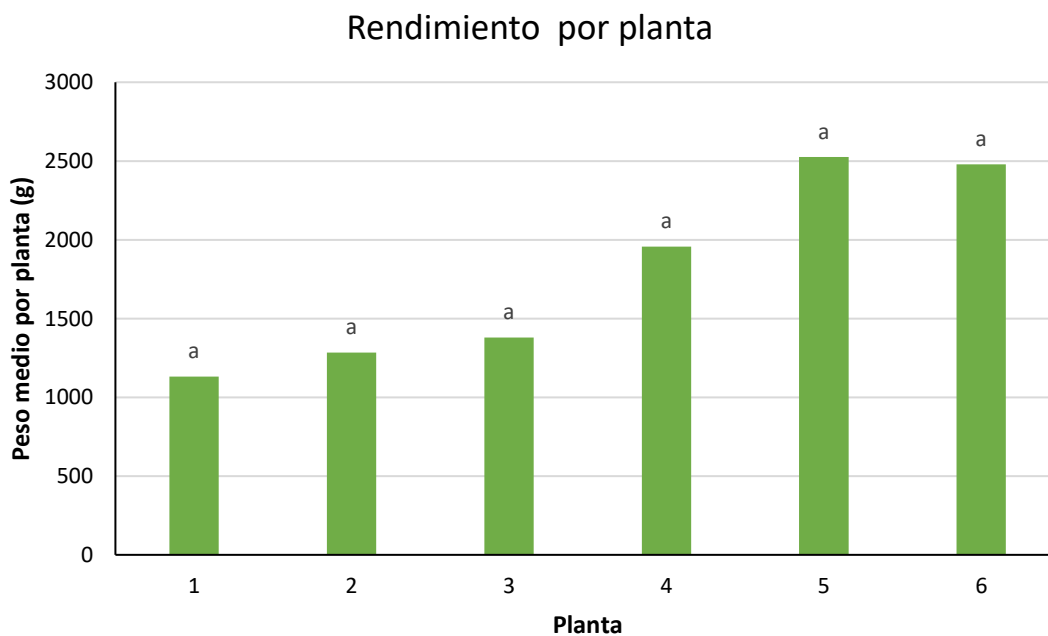


12.2. Rendimiento

Grafica 6: Rendimiento por m²



Grafica 7: Rendimiento por planta



Por otro lado, en lo que se refiere a rendimiento, al tener un marco de plantación de 1 x 1, obtenemos 1,715, 1,780 y 1,809 kg/m² para los cultivares A, B y C respectivamente.



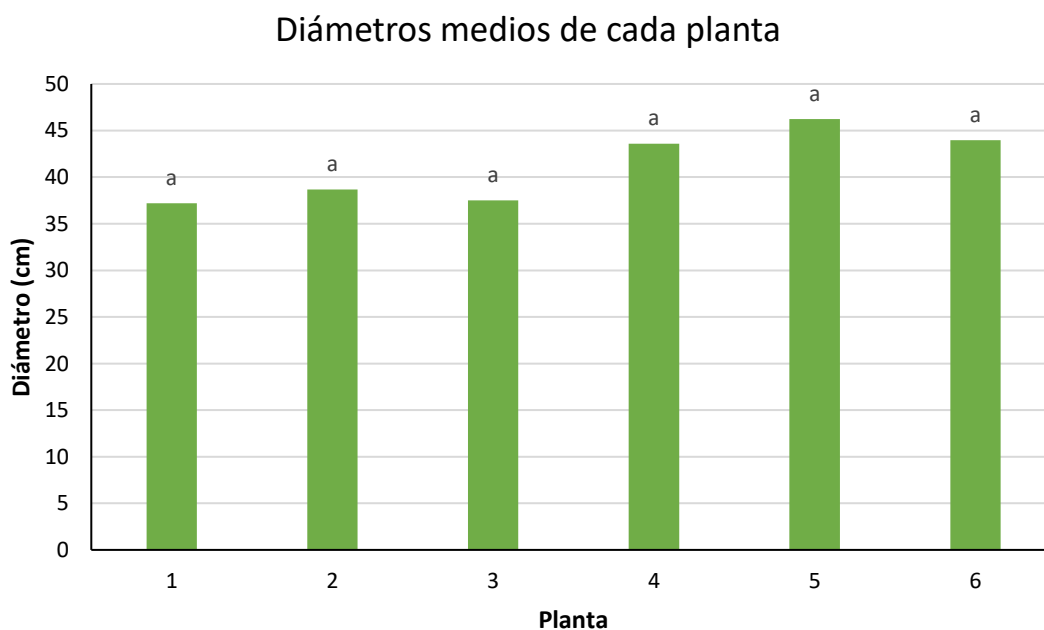
De igual modo sucede con el rendimiento por planta, pues se observa una variación del peso medio dependiendo de su ubicación en la tubería terciaria, no obstante, en ninguno de los casos referentes al rendimiento se apreciaron diferencias significativas. Grafica 7

12.3. Diámetro

Tabla 21: Resultados de la variable diámetro

Variedad	N	Subconjunto
		1
1	37	40,1322
2	34	42,2526
3	34	40,7153
Sig.		0,823

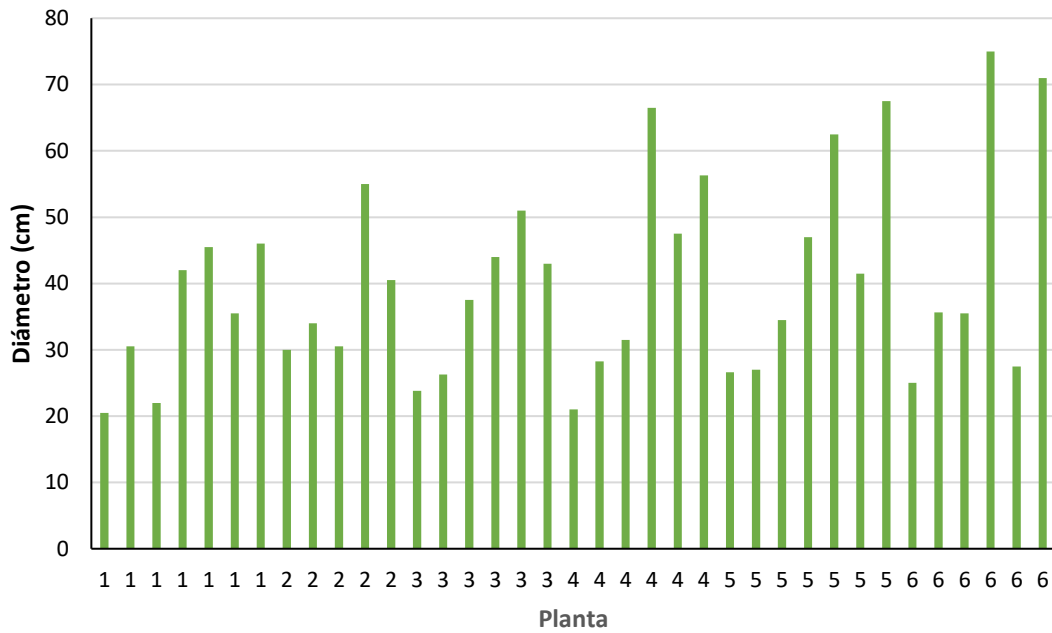
Grafica 8: Diámetro medio de cada planta





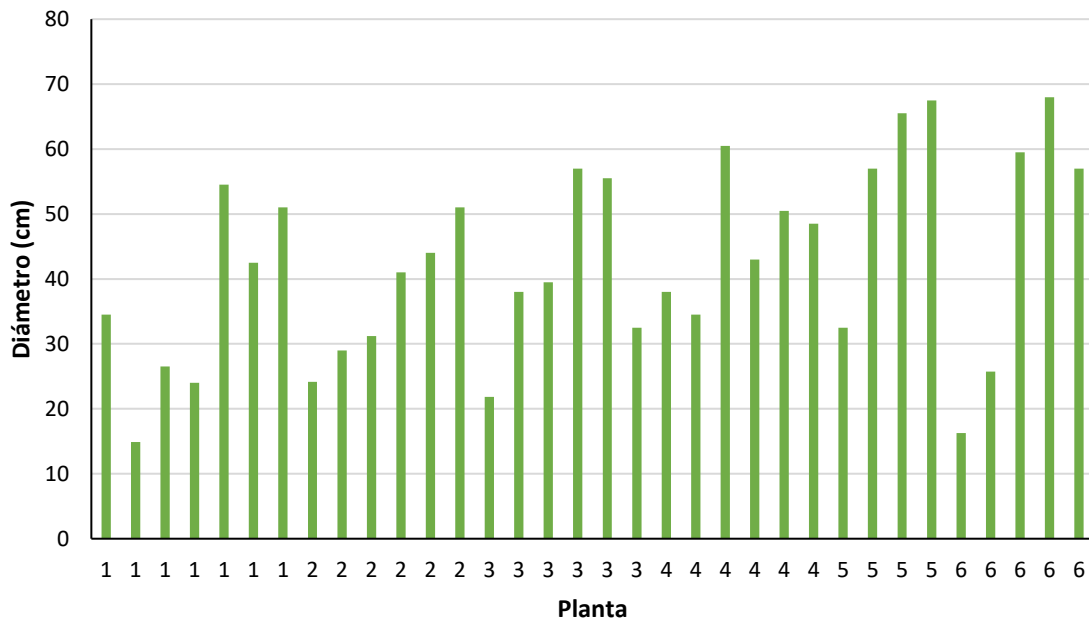
Grafica 9: Diámetro de cada planta en la variedad A

Variable diámetro en la variedad A (1)



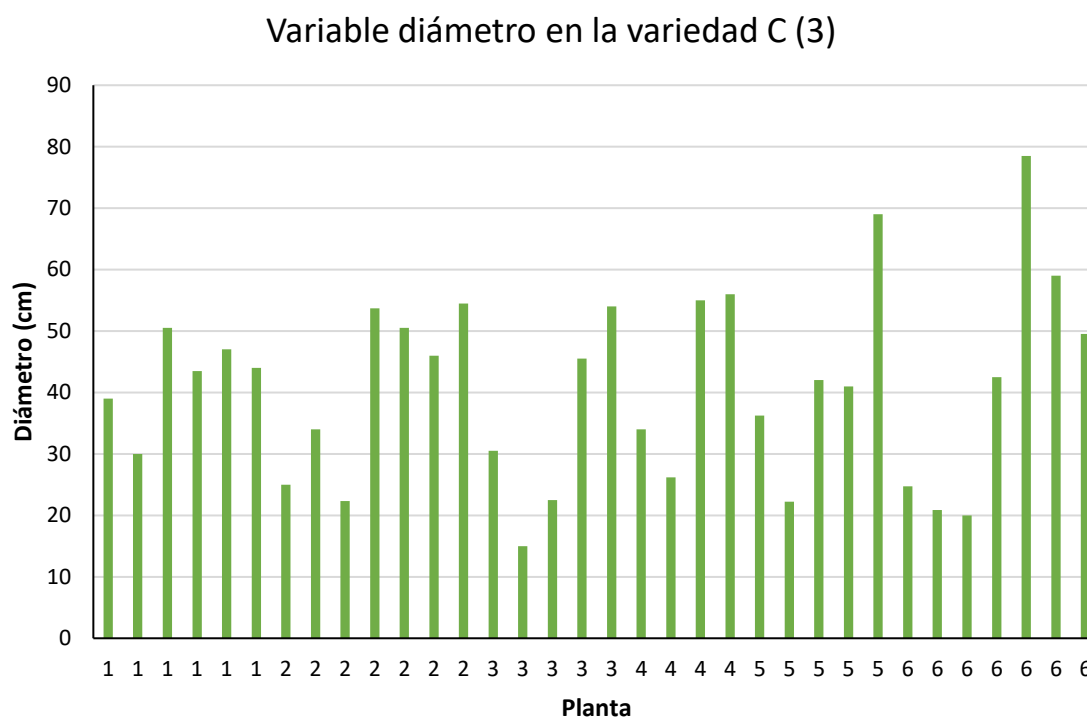
Grafica 10: Diámetro de cada planta en la variedad B

Variable diámetro en la variedad B (2)





Grafica 11: Diámetro de cada planta en la variedad C



Nuevamente en el diámetro no se observaron diferencias significativas, presentando el cultivar A, B y C, 40,13, 42,25 y 40,71 centímetros de media respectivamente, véase la Tabla 21. Del mismo modo, el mayor tamaño lo presentó el fruto de mayor peso, con un diámetro de 78,5 centímetros.

Por otro lado, en la Grafica 9, Grafica 10 y Grafica 11 se observa como el diámetro varía de forma similar en todas las plantas, sin importar su ubicación a diferencia de como vimos anteriormente en la variable peso. No obstante, si se aprecia cierta similitud puesto que en la Grafica 8 aparece un leve aumento en las plantas 4,5 y 6, las más próximas a la salida de agua.

12.4. Precocidad



Tabla 22: Resultados de la variable precocidad

Variedad	N	Subconjunto
		1
1	37	73,838
2	34	79,324
3	34	74,794
Sig.		0,522

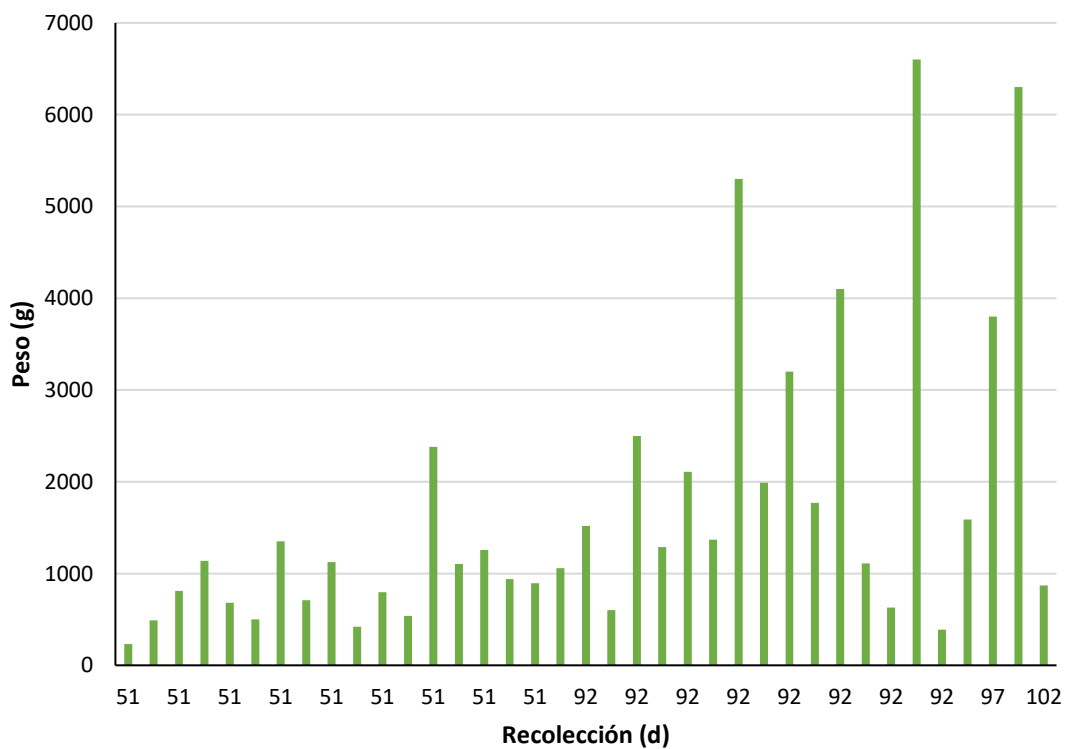
Tabla 23: Relación entre el peso del fruto y la fecha de la recolección

Peso (g)

Precocidad	N	Subconjunto	
		1	2
51,0	43	902,5602	
102,0	4	1922,5000	1922,5000
92,0	51	2285,0980	2285,0980
97,0	7		3212,8571
Sig.		,120	,163

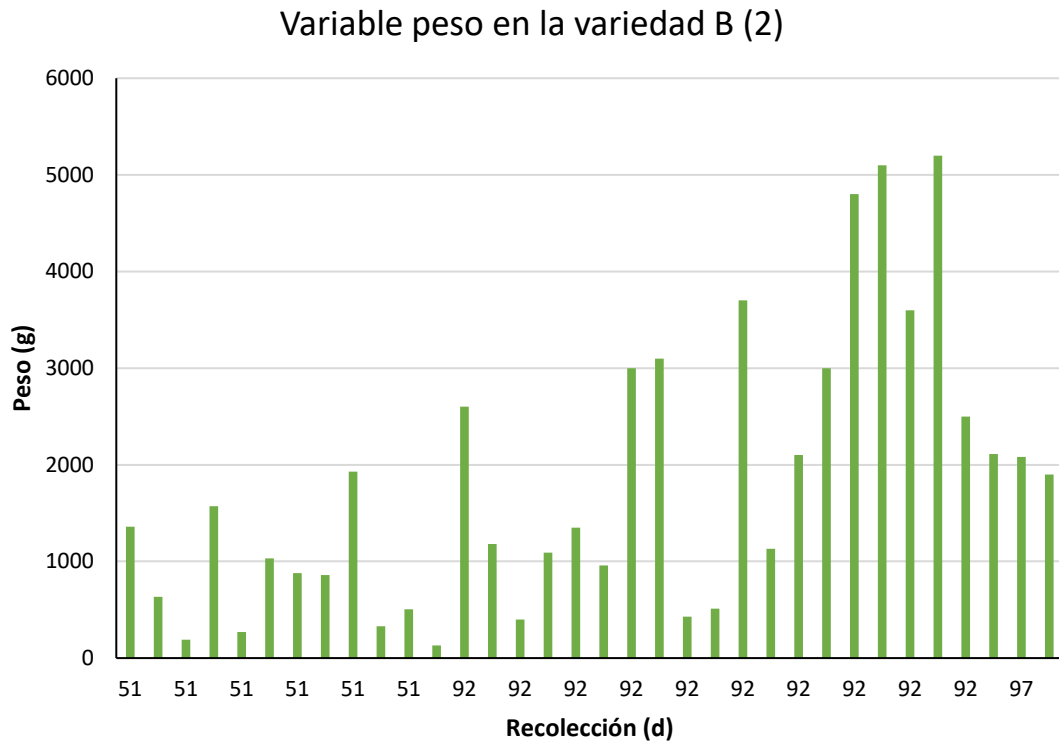
Grafica 12: Variable peso en función de la precocidad para la variedad A

Variable peso en la variedad A (1)

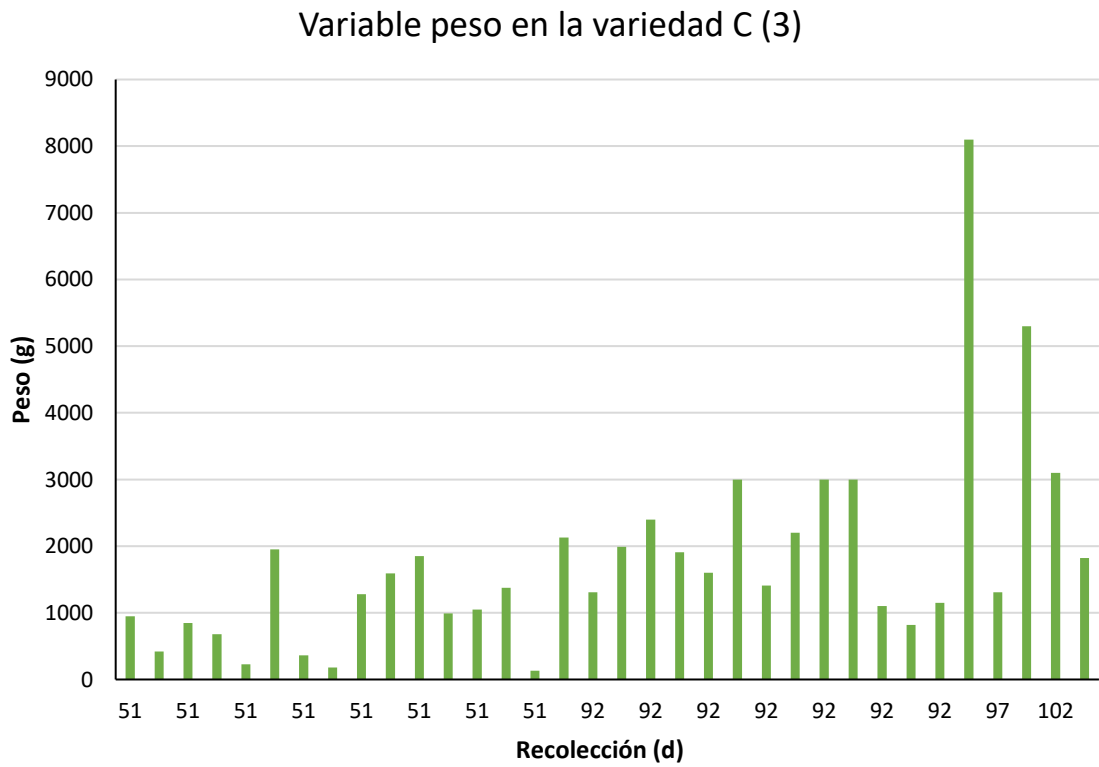




Grafica 13: Variable peso en función de la precocidad para la variedad B



Grafica 14: Variable peso en función de la precocidad para la variedad C





Finalmente, respecto a la precocidad, tampoco se apreciaron diferencias significativas pues los periodos de recolección se vieron reducidos en todas las variedades a principios de julio y a mediados de agosto, realizándose las cosechas en 2 intervalos principalmente, entre los 50 y los 60 días y entre los 90 y los 110 días después de la plantación. Nuevamente, esto fue a causa del grave ataque que sufrió el cultivo en el mes de julio.

Relacionando los valores de peso y precocidad, se obtiene como resultado la Tabla 23. Una vez desglosados los datos por variedad se observa en la Grafica 12, Grafica 13 y Grafica 14 cómo al inicio, la cosecha obtuvo unos frutos de poco calibre, causado por los agentes patógenos mencionados con anterioridad. Por ello al final de la cosecha no solo se recogieron frutos con pesos superiores, sino también mayor cantidad de los mismos.

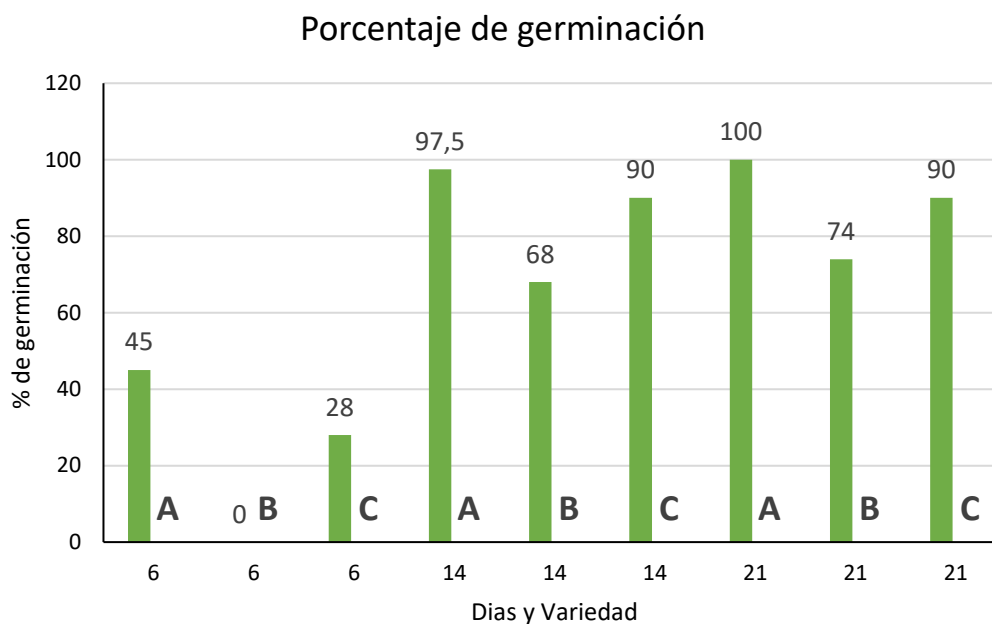
12.5. Porcentaje de germinación

Tabla 24: Datos del porcentaje de germinación

Porcentaje de germinación		
V1	N	Subconjunto
		1
1,0	3	80,833
2,0	3	47,333
3,0	3	69,333
Sig.		,531



Grafica 15: Porcentaje de germinación en base a los días de conteo y según las variedades



Tras el conteo de las semillas germinadas se calculó el porcentaje de germinación y se comparó con las diferentes variedades como se observa en la Tabla 24. Al obtener un nivel de significancia superior al 0,05, no se apreciaron diferencias significativas en este parámetro.

Así mismo, en la Grafica 15 se observa como en todos los conteos, la variedad B, Kasmira, presentaba menores resultados que el resto. Si bien es cierto que parece ser un cultivar que requiere mayor temperatura para germinar, como se ve en el primer conteo realizado a los 6 días. Es probable que sea un cultivar que presente semillas anómalas o con poco poder germinativo, pues de las 50 sembradas, 13 no eran viables.

Por otro lado, la variedad diploide, presentó un 100% de germinación, presentándose como el cultivar con mejores resultados, a diferencia de la variedad C, que pese a tener un alto porcentaje, del 90%, presentó varias semillas no viables.



13. Conclusiones



- 1- Respecto al porcentaje de germinación, no se apreciaron diferencias significativas entre la variedad A y la variedad B. Del mismo modo la variedad A y la variedad C no tuvieron diferencias significativas y, por último, entre la variedad B y la variedad C, tampoco se apreciaron diferencias significativas.
- 2- Respecto al peso, no hubo diferencias significativas entre la variedad A y la B. Del mismo modo la variedad A y C no tuvieron diferencias significativas y, finalmente, entre la variedad B y C, tampoco se obtuvieron diferencias significativas.
- 3- Respecto al diámetro, tampoco existieron diferencias significativas entre la variedad A y la B, ni entre la variedad A y la C y de igual modo, no se obtuvieron diferencias significativas entre la variedad B y la variedad C.
- 4- Respecto a la precocidad, no se apreciaron diferencias significativas entre las variedades A y B, entre la A y C ni entre la B y la C.
- 5- Respecto al rendimiento, no existieron diferencias significativas ni para el rendimiento por planta ni para el rendimiento por superficie.
- 6- Respecto a la ubicación de las plantas, no se apreciaron diferencias significativas en ninguno de las seis filas estudiadas.

Conclusión final

Dado que todas las variables del ensayo no obtuvieron diferencias significativas, la hipótesis inicial que plantea la rentabilidad de las variedades triploides frente a la diploide, se inclina favorablemente a este primer grupo, pues no solo se pueden cultivar en Canarias, sino que también permite a las empresas producir este tipo de producto sin perder rentabilidad.



13.1. Conclusions

1. Regarding the germination percentage, no significant differences were observed between variety A and variety B. Similarly, there were no significant differences between variety A and variety C and, finally, there were no significant differences between variety B and variety C either.
2. Regarding weight, there were no significant differences between variety A and variety B. Similarly, there were no significant differences between variety A and C and, finally, there were no significant differences between variety B and C either.
3. Regarding the diameter, there were no significant differences between variety A and B, nor between variety A and C, and similarly, no significant differences were obtained between variety B and variety C.
4. Regarding earliness, no significant differences were observed between varieties A and B, between A and C, or between B and C.
5. Regarding yield, there were no significant differences neither for yield per plant nor for yield per area.
6. Regarding plant location, no significant differences were observed in any of the six rows studied.

Final conclusion

Given that all the variables in the trial showed no significant differences, the initial hypothesis regarding the profitability of the triploid varieties compared to the diploid is in favour of the first group, as not only can they be grown in the Canary Islands, but they also allow companies to produce this type of product without losing profitability.



14. Bibliografía



- Abeles, F., 1973. *Ethylene in Plant Biology*. New York: Academic Press.
- AEMET, 2021. *Datos de la estación meteorológica de San Cristóbal de La Laguna, Llano de los Loros, (Santa Cruz de Tenerife) de AEMET*. [En línea] Available at: <https://es.meteosolana.net/estacion/C446G>
- Andrus, C. F., 1971. *Production of Seedless Watermelon*. Washington DC: UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE.
- Arora, S., Pandita, M., Partap, P. & Sidhu, A., 1985. Effect of ethephon gibberellic acid and maleic hydrazide on vegetative growth flowering and fruiting of cucurbitaceous crops. En: *HortScience*. s.l.:s.n., pp. 442-445.
- Baixauli, C., García, M. & Aguilar, J., 1999. *Ensayo de variedades de sandía sin pepitas*. Valencia: CAPA-Generalitat Valenciana-Fundacion Caja Rural Valenciana.
- Baixauli, C., García, M., Aguilar, J. & Giner, A., 2000. *Variedades y tipos de sandías*. Valencia: CAPA-Generalitat Valenciana-Fundacion Caja Rural Valenciana.
- Baixauli, C., García, M. J. & Aguilar, J., 1998. *Ensayo de variedades de sandía*. Valencia: CAPA-Generalitat Valenciana-Fundacion Caja Rural Valenciana.
- Bar-Yosef, B., 1999. *Advances in fertigation*. s.l.:s.n.
- Baudoin, W. y otros, 2002. *El cultivo protegido*. Roma: ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA.
- Brickell, C. y otros, 2009. *International Code Of Nomenclature For Cultivated Plants*. Belgium: International Society of Horticultural Science.
- Burgueño, H., 1999. La fertigación en cultivos hortícolas con acolchado plástico. En: Sinaloa, Méjico: Edición Culiacán, p. Vol. 3; página 76.
- Camacho, F. F. & Fernández, E. J. R., 2003. *EL CULTIVO DE SANDÍA APIRENA INJERTADA, BAJO INVERNADERO, EN EL LITORAL MEDITERRÁNEO ESPAÑOL*. Almería: CAJA RURAL DE ALMERÍA.
- Camacho, T. C. & Montes, A., 1993. *Efecto de dos densidades de siembra y cuatro niveles de poda en el rendimiento de la sandía (Citrullus lanatus) cultivar*



Mickylee bajo protección. Honduras: Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana.

Collison, C. H., 1989. *Manage bees for vine crops pollination.* s.l.:s.n.

Crawford, H., 2017. *Manual de Manejo Agronómico para el Cultivo de Sandía.* Santiago, Chile: Instituto de Desarrollo Agropecuario.

Diaz, M., Huitrón, M. V., Diáñez, F. & Camacho, F., 2007. Effect of 2,4-D and CPPU on Triploid. En: *HortScience.* Almeria: University of Almeria, pp. 559-564.

Doorenbos, J. & Kassam, A., 1979. *Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos.* Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

Escalona, V. y otros, 2009. *MANUAL DE CULTIVO DEL CULTIVO DE SANDÍA (CITRULLUS LANATUS) Y MELÓN (CUCUMIS MELO).* Chile: Facultad de ciencias agronomicas de la Universidad de Chile.

FAO, 2019. *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.* [En línea] Available at: <http://www.fao.org/home/es>

Fornaris, G. J. R., 2015. COSECHA Y MANEJO POSTCOSECHA. En: *Conjunto Tecnológico para la Producción de Sandía.* Puerto Rico: Universidad de Puerto Rico.

Garrastazú, S. L. M., 2015. *Conjunto Tecnológico para la Producción de Sandía,* Mayagüez, Puerto Rico: Universidad de Puerto Rico.

Gómez, A. M., 2002. *Sandía sin semillas obtenida sin polinizar,* Valencia: Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias.

Goyas, M. & Rivera, L., 1985. *Trickle irrigation scheduling of vegetables.* Fresno, California, USA: s.n.

Gutiérrez, M. L. & Vila, F. G., 2002. *Aproximaciones al cultivo de sandía triploide (sin semilla) en Aragón.* Aragón: Informaciones Técnicas del Departamento de Agricultura de la D.G.A..



Hayata, Y. & Niimi, Y., 1995. Synthetic cytokinin 1-(2-chloro-4-pyridyl)-3-phenylurea (CPPU) promotes fruit set and induces parthenocarp in the watermelon.. En: *HortScience*. s.l.:s.n., pp. 997-1000.

Iida, M., Umeda, M. & Namikawa, K., 1996. Studies on agricultural hydraulic manipulation (Part3). En: *Application for watermelon harvesting (19-27)*. s.l.:Journal of the Japanese Society of Agricultural Machinery.

ISTAC, 2019. *Instituto Canario de Estadística*. [En línea] Available at: <http://www.gobiernodecanarias.org/istac/>

Kihara, H. & Nishiyama, I., 1951. Triploid Watermelons. En: s.l.:Amer. Soc.Hort.Sci, pp. 217-230.

Knott, J. E., 1962. *Handbook for vegetable growers*. New York-London-Sidney: Jhon Willey and Sons.

Levi, A., Thomas, C. E., Wehner, T. C. & Zhang, a. X., 2001. *Low Genetic Diversity Indicates the Need to Broaden the Genetic Base of Cultivated Watermelon*. s.l.:s.n.

Maroto, J., Miguel, A. & Lopez, S., 1996. Production of triploids watermelon without pollinatos. A cultivar trial. Int. Symp. of Prot. Cult. in mild winter climates. . En: *Acta Horticulturae*. Cartagena: Book of Abstracts, p. 77.

Maroto, J. V., 2002. *Horticultura herbácea especial*. Madrid: Mundi Prensa.

Maroto, J. V. & Baixauli Soria, C., 2017. La Sandía. En: *Cultivos Hortícolas al aire libre*. España: Cajamar Caja Rural, pp. 535-565.

Maroto, J. V., Gómez, A. M. & Pomares, G. F., 2002. *El cultivo de la sandía*. Valencia: Fundación Caja Rural Valencia.

Maynard, D., 1989. Triploid watermelons: a new version of an old crop. En: s.l.:Amer. Veg. Grower, pp. 42-43.

Maynard, D. & Hochmuth, G. J., 2007. *KNOTT'S HANDBOOK FOR VEGETABLE GROWERS*. Florida: JOHN WILEY & SONS, INC..

Maynar, D. & Hopkins, D., 1999. *Watermelon Fruit Disorders*. s.l.:s.n.



Messiaen, C., Blancard, D., Rouxel, F. & Lafon, R., 1995. *Enfermedades de las hortalizas*. Madrid: Mundi Prensa.

Miguel, A., 1999. *Cuaje de sandía triploide sin polinizador*. s.l.:MAPA.

Miguel, A. G., 1988. *Resistencia a Fusarium de la sandía*. s.l.:Agrícola Vergel.

Miguel, A. G., 1993. *El injerto herbáceo como método alternativo de control de enfermedades telúricas y sus implicaciones agronómicas*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.

Moradillo, J. L. V., 2006. *Atlas de malas hierbas*. Valladolid: Mundiprensa.

Moreiras, O., Carbajal, A., Cabrera, L. & Cuadrado, C., 2013. *Tablas de composición de alimentos*. s.l.:PIRÁMIDE.

Navarro, V. C. & Vizcaíno, A. G., 2020. *Los Semilleros en los Cultivos Hortícolas Bajo Abrigo*. Almería: Junta de Andalucía.

Navot, N. & Zamir, D., 1987. Isozyme and seed protein phylogeny of the genus *Citrullus* (Cucurbitaceae). En: *Plant Systemic and Evolution*. s.l.:s.n., pp. 61-67.

Paris, H., 2018. *La sandía y su historia secreta de 5,000 años*. [En línea] Available at: <https://www.ngenespanol.com/15/la-sandia-y-su-historia-secreta-5-milenios-frutos-antiguedad/>

Peñaloza, P., 2001. Semillas de Hortalizas. En: *Semillas de Hortalizas, Manual de Producción*. Santiago de Chile: Ediciones universitarias de Valparaíso de la universidad católica de Valparaíso, p. Capítulo V.

Pomares, F., 2008. *La fertilización y la fertirrigación, programas de nutrición, influencia sobre*. Moncada, Valencia: Centro para el desarrollo de la agricultura sostenible.

Pomares, F. y otros, 1999. Efectos de diferentes dosis de agua sobre el rendimiento, calidad y contenido nutritivo. En: *Fertirrigación en sandía triploide*. s.l.:Agrícola Vergel., pp. 463-467.

Pomares, F. y otros, 1997. *La fertirrigación en cultivos hortícolas*. s.l.:s.n.



Rivero, R., Ruiz, J. & Romero, L., 2003. *Role of grafting in horticultural plants under stress conditions*. s.l.:s.n.

Robinson, R. & Decker-Walters, 1997. *Cucurbits*. Wallingford-Oxon. New York: GAB International.

Singh, S. & Singh, P., 1978. *Value of drip irrigation compared with conventional irrigation for vegetable production in a hot arid climate*, s.l.: Agronomy journal.

Smith, D. S. N. & Duval, J. R., 2001. *Fruit Set of Triploid Watermelons as a Function of Distance from a Diploid Pollinizer*. s.l.:s.n.

Sundstrom, F. & Carter, S., 1983. *Influence of K and Ca on quality and yield of watermelon*. s.l.:s.n.

Syngenta, 2012. *Sandías* Syngenta 2012. [En línea] Available at: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiLmP2dtNvxAhU6DGMBHcE3B3YQFjAAegQIBRAD&url=https%3A%2F%2Fwww.syngenta.es%2Ffile%2F2146%2Fdownload&usg=AOvVaw0f-odISmjTOh1S-MWYhV1J>

W. Whitaker Thomas, D. y. G. N., 1962. *Cucurbit. Botany, Cultivation and Utilisation*. New York: InterScience Publishers Inc..

Watanabe, S., Sakamoto, Y. & Okano, K., 2001. *SOILLESS CULTURE OF WATERMELON [CITRULLUS LANATUS (THUNB.) MATSUM. ET NAKAI], AND SALINITY EFFECTS ON FRUIT DEVELOPMENT AND SOLUBLE SOLIDS CONTENT*. s.l.:s.n.

Zhang, X., Rhodes, B., Baiird, W. & al., e., 1996. *Development of Genic Male-sterile Watermelon Lines with Delayed-green Seeding Marker*. s.l.:HortScience.



15. Índice de tablas, imágenes y grafica



15.1. Índice de tablas

Tabla 1: La composición nutritiva de las sandías (por 100g de producto comestible)	13
Tabla 2: Superficie de cultivo de sandías. Los dos principales países y España	15
Tabla 3: Producción de los principales países	16
Tabla 4: Exportaciones e Importaciones mundiales de sandías. Principales países.....	17
Tabla 5: Producción de sandía en Canarias (Toneladas)	17
Tabla 6: Superficie de sandía cultivada en Canarias (Hectáreas).....	17
Tabla 7: Importación y exportación de sandía en cantidad y en peso (Toneladas). Datos de 2020	18
Tabla 8: Variedades comerciales de sandía	29
Tabla 9: Variedades comerciales de sandía triploides	30
Tabla 10: Variedades comerciales de sandía hibrida.....	31
Tabla 11: Variedades botánicas de sandía	32
Tabla 12: temperaturas críticas en las distintas fases de desarrollo de la sandía	38
Tabla 13: Número de plantas por hectárea en función del marco de plantación	45
Tabla 14: Polinizador en hileras enteras	46
Tabla 15: Polinizador dentro de hilera.....	46
Tabla 16: diferentes aportes de nutrientes según el estado fenológico en sandía	50
Tabla 17: Fertirrigación en sandías con riego por goteo	51
Tabla 18: componentes de la turba sphagnum utilizada en el semillero	76
Tabla 19 (Esquema de plantación): distribución del marco de plantación de los cultivares de sandía	81
Tabla 20: Resultados de la variable peso	86
Tabla 21: Resultados de la variable diámetro	91
Tabla 22: Resultados de la variable precocidad.....	94
Tabla 23: Relación entre el peso del fruto y la fecha de la recolección.....	94
Tabla 24: Datos del porcentaje de germinación	96



Tabla 25: Tabla de recolección de las sandías	112
Tabla 26: (Baixauli, et al., 1998).....	116
Tabla 27: (Baixauli, et al., 1998).....	116
Tabla 28: (Baixauli, et al., 1998).....	117

15.2. Índice de imágenes

Imagen 1: Flor masculina de la sandía (Moros, 2012)	21
Imagen 2: Fruto partido donde se observa la pulpa con las semillas insertas.	22
Imagen 3: cultivar Tri X Sunrise	33
Imagen 4: cultivar Kasmira	34
Imagen 5: cultivar Negra Augusta	35
Imagen 6: Cultivo entutorado en invernadero. (Maroto & Baixauli Soria, 2017).....	41
Imagen 7: Injerto de aproximación (Pérez, 2013).....	53
Imagen 8: Injerto de púa en hendidura (Maroto, et al., 2002)	54
Imagen 9: Embancado para riego por surcos (Maroto, et al., 2002)	55
Imagen 10: Entutorado individual de los frutos. (Mofit, 2015).....	57
Imagen 11: Zarcillo seco	59
Imagen 12: Pulgones en sandía.....	66
Imagen 13: Minador de la hoja	68
Imagen 14: Semilla del cultivar Negra Augusta.....	75
Imagen 15: Semilla del cultivar Tri X Sunrise	75
Imagen 16: Semilla del cultivar Kasmira	75
Imagen 17: Bandejas de poliestireno recién sembradas.....	76
Imagen 18: Primeras semillas germinadas	78
Imagen 19: Semillero germinado.....	79
Imagen 20: Plántulas del cultivar Kasmira	79
Imagen 21: Terreno sobre el que se colocaron los diferentes cultivares.....	80
Imagen 22: Cultivo antes de la poda.	82
Imagen 23: Cultivo después de la poda	83
Imagen 24: Muestra de sandías recolectadas.....	84

15.3. Índice de gráficas

Grafica 1: Peso medio de cada variedad	86
Grafica 2: Peso medio por planta.....	87



Grafica 3: Variación del peso dependiendo de la planta en la variedad A	87
Grafica 4: Variación del peso dependiendo de la planta en la variedad B	88
Grafica 5: Variación del peso dependiendo de la planta en la variedad C	88
Grafica 6: Rendimiento por m ²	90
Grafica 7: Rendimiento por planta	90
Grafica 8: Diámetro medio de cada planta	91
Grafica 9: Diámetro de cada planta en la variedad A	92
Grafica 10: Diámetro de cada planta en la variedad B	92
Grafica 11: Diámetro de cada planta en la variedad C	93
Grafica 12: Variable peso en función de la precocidad para la variedad A	94
Grafica 13: Variable peso en función de la precocidad para la variedad B	95
Grafica 14: Variable peso en función de la precocidad para la variedad C	95
Grafica 15: Porcentaje de germinación en base a los días de conteo y según las variedades	97



16. Anexo I



16.1. Tabla de datos de los parámetros analizados

Tabla 25: Tabla de recolección de las sandías

Variedad	Planta	Peso (g)	Diámetro(cm)	Precocidad (d)
1	1	230	20,5	51
1	2	1140	30	51
1	3	1350	23,8	51
1	4	420	21	51
1	5	2380	26,63	51
1	1	490	30,5	51
1	2	680	34	51
1	3	710	26,25	51
1	4	797,5	28,25	51
1	5	1104	27	51
1	6	940	25	51
1	1	810	22	51
1	2	500	30,5	51
1	3	1125	37,5	51
1	4	540	31,5	51
1	5	1256,6	34,5	51
1	6	893,33	35,66	51
1	1	1060	42	92
1	2	2500	55	92
1	5	1770	47	92
1	6	630	35,5	92
1	1	1520	45,5	92
1	3	1290	44	92
1	4	5300	66,5	92
1	5	4100	62,5	92
1	1	600	35,5	92
1	3	2110	51	92
1	4	1990	47,5	92
1	6	6600	75	92
1	1	1590	46	97
1	5	1110	41,5	92
1	6	390	27,5	92
1	2	870	40,5	102
1	3	1370	43	92
1	4	3200	56,3	92
1	6	6300	71	97
1	5	3800	67,5	97



2	1	1360	34,5	51
2	2	1573	24,16	51
2	3	1030	21,83	51
2	5	1930	32,5	51
2	6	330	16,25	51
2	1	635	14,9	51
2	4	860	38	51
2	1	190	26,5	51
2	2	270	29	51
2	3	880	38	51
2	6	506	25,75	51
2	1	130	24	92
2	2	400	31,2	92
2	3	960	39,5	92
2	4	510	34,5	92
2	5	3000	57	92
2	6	3600	59,5	92
2	1	2600	54,5	92
2	2	1090	41	92
2	3	3000	57	92
2	4	3700	60,5	92
2	5	4800	65,5	92
2	1	1180	42,5	92
2	2	1350	44	92
2	3	3100	55,5	92
2	4	1130	43	92
2	5	5100	67,5	92
2	6	5200	68	92
2	1	2110	51	97
2	2	2080	51	97
2	4	2100	50,5	92
2	3	430	32,5	92
2	4	1900	48,5	102
2	6	2500	57	92
3	1	950	39	51
3	2	849	25	51
3	3	1950	30,5	51
3	5	1850	36,25	51
3	6	1050	24,75	51
3	2	680	34	51
3	3	360	15	51
3	4	1280	34	51
3	5	990	22,25	51



3	6	1374	20,88	51
3	1	420	30	51
3	2	226,66	22,33	51
3	3	180	22,5	51
3	4	1590	26,16	51
3	6	130	20	51
3	1	2130	50,5	92
3	2	2400	53,7	92
3	3	1410	45,5	92
3	4	3000	55	92
3	5	1100	42	92
3	6	1150	42,5	92
3	1	1310	43,5	92
3	2	1910	50,5	92
3	3	2200	54	92
3	4	3000	56	92
3	5	820	41	92
3	1	1990	47	92
3	2	1600	46	92
3	6	8100	78,5	92
3	2	3000	54,5	92
3	6	3100	59	102
3	1	1310	44	97
3	6	1820	49,5	102
3	5	5300	69	97



17. Anexo II



17.1. Resultados de otros ensayos

Tabla 26: (Baixauli, et al., 1998)

Cvs	Sin pepitas		Polinizador		Rendimiento total (kg/m ²)
	Rendimiento (kg/m ²)	Peso medio (kg)	Rendimiento (kg/m ²)	Peso medio (kg)	
Vanity (Asgrow)	7,13 a	4,73 A	2,48	4,11	9,6
Apirena (Royal Sluis)	7,03 a	3,79 AB	2,88	4,01	9,9
W 613 (Western seed)	6,87 ab	4,70 A	3,08	4,65	9,9
3040	6,8 ab	3,39 AB	2,64	4,24	9,4
Triploid tigre (Petoseed)	6,79 ab	3,78 AB	2,66	4,31	9,4
Tiger baby (Petoseed)	6,29 abc	2,43 BC	2,24	4,20	8,5
Enamorada (Intersemillas)	6,29 abc	4,26 A	2,02	3,79	8,3
Duquesa (Syngenta)	6,28 abc	4,49 A	2,57	4,33	8,8
N221 (Sakata)	5,87 abc	3,77 AB	1,33	2,57	7,2
Sweet Wonder (Sakata)	5,84 abc	4,04 A	3,19	3,66	9
Encanto (Intersemillas)	5,77 abc	3,61 AB	2,11	4,28	7,8
Reina (Petoseed)	5,3 bcd	4,1 A	1,75	3,86	7
ZW 3005 (Clause)	4,93 cd	4,16 A	3,68	5,18	8,6
Rosi (Petoseed)	4,89 cd	4,05 A	4,15	5,07	9
Merisin (Fitó)	4,8 cd	3,86 A	2,95	3,88	7,7
Til (Zeraim Gedera)	4,59 cd	3,82 A	3,64	5,57	8,2
ZW 3018 (Zeraim Gedera)	3,66 d	1,46 C	2,26	4,97	5,9
	95%	99%	n.d.s.	n.d.s.	n.d.s.

Tabla 27: (Baixauli, et al., 1998)

Ensayo de cvs de sandía con pepitas de corteza oscura y pulpa roja. Fundación Caja Rural Valencia. (Baixauli, et al., 1999).				
Cvs	Rendimiento (kg/m ²)	Peso medio (kg)	Vigor planta	Color corteza
África (Rijk Zwaan)	11,37	5,67	Muy alto	Oscuro
S 9716 (Intersemillas)	11,08	5,85	Alto	Oscuro
Nubia (Asgrow)	11,08	5,65	Alto	Oscuro
Figura (Rijk Zwaan)	10,97	5,32	Alto	Oscuro
Bego (Royal Sluis)	10,26	6,01	Muy alto	Oscuro
Alzira (Syngenta seeds)	10,23	5,70	Alto	Oscuro
Azabache (Intersemillas)	10,11	5,57	Alto	Oscuro
Dulce Maravilla (Syngenta)	9,46	5,23	Alto	Medio
Dulzura (Rijk Zwaan)	9,46	5,67	Alto	Oscuro
Mara (Ramiro Arnedo)	9,12	5,88	Alto	Oscuro
Susana (Royal Sluis)	9,10	5,14	Alto	Medio
Iman (Petoseed)	8,83	5,30	Medio	Oscuro
Resistent (Fitó)	8,03	5,20	Medio	Oscuro
	n.d.s.	n.d.s.		



Tabla 28: (Baixauli, et al., 1998)

Resultado experiencia, Fundación Caja Rural Valencia. (Baixauli et al., 2000).

<i>Cvs</i>	Rendimiento sin pepitas (kg/m ²)	Peso medio sin pepitas (kg)	% destrío	% germinación de la semilla
Sunrise (Syngenta)	11,9 A	6,3 a	2,4	100
Motril (Zeraim Gedera)	10,8 AB	6,3 a	1	92
Reina (Petoseed)	9,7 ABC	5,8 ab	0,8	60
Rosi (Petoseed)	9,3 ABC	5,3 b	2,3	92
Duquesa (Syngenta)	8,9 BC	5,8 ab	3,5	96
Triploid tigre (Petoseed)	8 C	5,7 b	6,4	84
Boston (Nunhems)	7,4 C	5,2 b	4,3	72
	99 %	95 %	n.d.s.	

<i>Cvs</i>	Vigor de planta	Color de fondo en corteza	Forma	Grosor de corteza cm	Color pulpa	° Brix
Boston	8,8	5	Redonda-oblonga	1,1	5,7	11,9
Reina	9,3	5	Redonda	1,22	6	12,1
Rosi	9,2	5	Redonda	1,23	5,7	12,1
Triploid Tigre	9,0	5,3	Redonda-oblonga	1,33	6	11,6
Duquesa	9,3	5	Redonda	1,13	6	12
Sunrise	9,2	5	Redonda	1,45	6	11,6
Motril	9,3	5	Redonda	1,25	5,7	11,1
	n.d.s.			n.d.s.	n.d.s.	n.d.s.



18. Anexo III



19. Anexo IV











Fin.