

Universidad de Almería



Trabajo fin de Máster

Máster en Horticultura Mediterránea Bajo Invernadero

**Efecto del portainjerto de calabacín con la
mutación *etr2b* sobre la tolerancia a la salinidad de
sandía.**

Alumno: Juan Mauricio Cedeño Sánchez

Tutor: Prof. Dr. Manuel Jamilena Quesada

Cotutor: Prof. Dr. María del Carmen Salas Sanjuán

Septiembre, 2021

RESUMEN

La utilización de la técnica de injerto se realiza para mejorar la respuesta a factores bióticos y abióticos que pueden afectar a la producción. La selección de portainjertos (patrones) con tolerancias a determinados factores es posible emplear variedades de alto valor comercial pero no tolerantes. Entre los factores abióticos determinantes para la producción de los cultivos destaca la salinidad. La salinidad en las aguas de riego causadas por la sobreexplotación de los acuíferos afecta ampliamente la producción de los cultivos. El objetivo de este trabajo es valorar el empleo de portainjertos con tolerancia a la salinidad demostrada, al emplearlos como portainjertos en plantas de sandía. Esta investigación incluye cinco materiales vegetales, cuatro son sandía premium injertada y un material sin injertar (SI). Los portainjertos utilizados fueron calabaza comercial (CF), calabacín mutante insensible al etileno (*etr2b*), calabacín sin la mutación (WT) y sandía (SA). Las plantas fueron sometidas a dos tratamientos según la concentración en NaCl en la solución nutritiva. Uno de los tratamientos con la concentración recomendada de nutrientes en solución de riego, y el otro al que se le aumenta la concentración en NaCl a valores considerados salinos para el cultivo. Para medir la respuesta de la sandía a la salinidad y el patrón empleado, se utilizó el peso de la biomasa aérea y radicular, porcentaje de flores femeninas, índice de andromonoecia, cuaje y características de los frutos. Los resultados muestran que la mutación de *etr2b* tiene influencia sobre el peso la biomasa de la planta, sin embargo, no mostró tener un impacto sobre floración, cuaje y la calidad del fruto. Los portainjertos de calabaza y calabacín, CF, *etr2b* y WT generan vigor a la planta a la sandía, mostrando mayor peso radical y aéreo de la planta, en comparación a SI y SA.

Palabras clave: calabacín, cloruro de sodio, biomasa, estrés iónico, estrés osmótico, floración.

ABSTRACT

The grafting technique is used to improve the response to biotic and abiotic factors that can affect production. The selection of rootstocks (rootstocks) with tolerance to certain factors makes it possible to use varieties of high commercial value but not tolerant. Among the abiotic factors that determine crop production, salinity stands out. Salinity in irrigation water caused by overexploitation of aquifers greatly affects crop production. The objective of this work is to evaluate the use of rootstocks with proven tolerance to salinity, using them as rootstocks in watermelon plants. This research includes five plant materials, four are grafted premium watermelon and one is ungrafted material (SI). The rootstocks used were commercial squash (CF), ethylene-insensitive mutant zucchini (*etr2b*), zucchini without the mutation (WT) and watermelon (SA). Plants were subjected to two treatments according to the NaCl concentration in the nutrient solution. One of the treatments with the recommended concentration of nutrients in the irrigation solution, and the other with the NaCl concentration increased to values considered saline for the crop. To measure the response of watermelon to salinity and the rootstock used, the weight of aerial and root biomass, percentage of female flowers, andromonoecia index, fruit set and fruit characteristics were used. The results show that the *etr2b* mutation has an influence on plant biomass weight, however, it did not show an impact on flowering, fruit set and fruit quality. The squash and zucchini rootstocks, CF, *etr2b* and WT generate plant vigor to watermelon, showing higher root and aerial plant weight, compared to SI and SA.

Keywords: zucchini, sodium chloride, biomass, ionic stress, osmotic stress, flowering.

INTRODUCCIÓN

La calidad del agua para uso hortofrutícola se ha visto afectada en los últimos años en las áreas de producción de Almería. La concentración de sales en el agua ha aumentado desde la década de los 80 (Relaño, 1983), ocasionando limitaciones de acceso a aguas de buena calidad. El uso de aguas de baja calidad puede afectar la producción de los cultivos (Lamz et al., 2013). La sandía, *Citrullus lanatus* L., es un cultivo de importancia en Almería (España), en la campaña de 2018-2019 contó con un área de producción de 10 524 ha (Cajamar, 2019). La sandía es un cultivo sensible a la salinidad (Yan et al., 2018), y su producción puede verse reducida en suelos salinos. Esta investigación busca evaluar la respuesta de la sandía al utilizar un portainjerto resistente a la salinidad, como una alternativa para mejorar su producción en condiciones desfavorables de salinidad.

Las consecuencias causadas por la salinidad en la planta parten de dos efectos generales. El primer efecto se da fuera de la planta, ya que las sales disueltas en el sustrato o el suelo disminuyen el potencial hídrico del medio, afectando a la absorción del agua y nutrientes. El segundo efecto se da al interior de la planta, donde puede causar la deshidratación de la célula e inhibir enzimas, como consecuencia de la acumulación de iones salinos en los espacios intercelulares (Cuartero et al., 2008). La toxicidad iónica, el desbalance nutricional y el incremento de la producción de especies reactiva de oxígeno también pueden ocasionar una reducción en el crecimiento y desarrollo de las plantas que crecen en condiciones salinas (Lamz et al., 2013).

El estrés iónico dentro de la planta se produce como consecuencia de la acumulación de iones de sodio (Na^+) y cloruro (Cl^-), altera la homeostasis de Na^+ y Cl^- , pero también a la de potasio (K^+) y el calcio (Ca^{2+}) (Hasegawa et al., 2000) Rodríguez et al., 2000), lo que afecta el crecimiento y desarrollo de la planta. Otra respuesta de la planta a medios salinos es el incremento de especies reactivas de oxígeno (ROS), que son un grupo de moléculas que contienen oxígeno con diferentes reactividad química, los que pueden tener una alta capacidad oxidante (Carvajal, 2019). El aumento de estas especies reactivas de oxígeno, como resultado del cierre estomático provocado por la salinidad, puede causar estrés oxidativo. Este estrés oxidativo se ocasiona cuando hay un desbalance entre la generación de ROS y las defensas antioxidante, que se encargan de eliminar las especies reactivas de oxígeno. La oxidación causada por ROS puede afectar la integridad de las membranas y causar daños en el fotosistema II (Hernández et al., 2001), que es el encargado de convertir la energía luminosa en energía química (CORDIS, 2013).

Para reducir el efecto que tienen los medios salinos es necesario buscar alternativas de producción para cultivos hortícolas en condiciones de alta salinidad. Las enmiendas de los suelos son costosas y no solucionan de forma permanente el problema de la salinidad (Dasgan et al., 2002), especialmente cuando la salinidad se produce como consecuencia del agua de riego. En la actualidad se están realizando investigaciones dirigidas a la mejora de la tolerancia de los cultivos a la salinidad (Yan et al., 2018).

En mejora genética hay tres alternativas para obtener genotipos tolerantes a la salinidad, una es la domesticación de plantas halófitas, que son plantas capaces de desarrollarse en medios con salinidades de hasta 40 dS m^{-1} (Gutiérrez, 2018). La segunda opción es transferir la tolerancia a la salinidad a partir de cultivares o especies silvestres tolerantes. Un proceso complicado, si tenemos en cuenta que el carácter tiene baja heredabilidad (Cuartero et al., 2008). La generación de genotipos tolerantes mediante mutagénesis, transgénesis o edición génica son otra alternativa a explotar para de los cultivos a la salinidad (Cherian et al., 2006).

El ácido abscísico (ABA) y el etileno son dos hormonas clave en la respuesta defensiva de las plantas a los estreses abióticos. El ABA como respuesta a la salinidad y otros estreses abióticos es capaz de modular positivamente un ajuste osmótico e iónico en la planta (Van

Zelm et al., 2020). Mientras que el papel del etileno en la respuesta al estrés es más controvertido. Aunque se acepta que el etileno regula positivamente la respuesta de las plantas al estrés, se ha descrito también que el etileno puede jugar un papel regulador negativo en la respuesta de las plantas al estrés salino (Tao et al., 2015; (Asgher et al., 2018). Investigaciones previas han demostrado que la mutación *etr2b* de calabacín afecta la función del gen receptor de etileno *CpETR2B*, lo que reduce la sensibilidad de la planta al etileno (García et al., 2020). El mutante *etr2b*, además de verse afectado en diferentes procesos de desarrollo, muestra una mayor tolerancia a la salinidad que el genotipo wild type (WT), siendo este el fondo genético del mutante *etr2b*, durante la germinación y el desarrollo vegetativo temprano de las plantas, demostrando que el receptor de etileno *CpETR2B* juega un papel positivo en la tolerancia al estrés salino (Cebrián et al., 2021). La mayor tolerancia a la salinidad de *etr2b* está asociada con una inducción de los genes de biosíntesis de ABA, genes transportadores de cationes monovalentes en las hojas, una reducción de Na⁺ en tallos y hojas y una mayor acumulación de prolina y otros solutos compatibles en las hojas del mutante (Cebrián et al., 2021).

Los injertos vegetales están ampliamente utilizados en la producción agrícola para controlar el efecto de patógenos del suelo, pero también pueden mejorar la tolerancia de las plantas a los estreses abióticos y alterar diferentes aspectos de desarrollo en la planta (Tsaballa et al., 2021)(Muneer et al., 2016). Algunos estudios han demostrado que los portainjertos pueden mejorar la resistencia de las plantas al estrés salino, mejorando la absorción y el transporte de nutrientes en la planta (Giuseppe et al., 2012). Trabajos recientes demuestran que los portainjertos de calabacín (*Cucurbita pepo* L.) pueden alterar el desarrollo del índice de andromonoecia de las flores y el tamaño de los frutos de la sandía injertada (Fernández, 2019).

En el presente trabajo se ha estudiado si el mutante de calabacín *etr2b*, cuando se utiliza como portainjertos, es capaz de influir en la tolerancia a la salinidad de las plantas de sandía en el ciclo completo de cultivo. Para ello se ha analizado el crecimiento vegetativo, la producción, desarrollo y calidad de las flores y frutos de sandía de la misma variedad injertada sobre varios portainjertos y crecida en condiciones salinas y no salinas. El efecto del portainjerto de calabacín del mutante *etr2b* sobre sandía se ha comparado con el efecto del portainjerto del mismo calabacín de genotipo normal (fondo genético de *etr2b*-WT), con el de un portainjerto comercial (Camelforce-CF), con el portainjerto de la propia sandía cv (*Premium-SA*), así como con plantas de sandía sin injertar (SI).

MATERIALES Y METODOS

Ubicación del ensayo e instalaciones.

El ensayo se llevó a cabo en el invernadero U-1 de la finca experimental UAL Anecoop, ubicada en Paraje “Los Goterones”, polígono 24, parcela 281, Retamar Almería, España. El invernadero es un multitúnel con un área de 1800 m². Este invernadero cuenta con ventilación cenital que es manejada de forma automática por el equipo de control de microclima, que está ubicado dentro del mismo. El equipo de fertirriego cuenta con tres tanques de 1000L y uno de 200L. Dos de los tanques de 1000L fueron utilizados para distribuir la solución nutritiva, un taque tenía solución madre A y el otro la solución madre B. El tercer taque de 1000L fue utilizado para almacenar la solución con cloruro de sodio (NaCl), utilizado para los tratamientos salinos. El tanque de 200L fue utilizado para almacenar la solución de ácido nítrico para regular el pH del agua de riego. La mezcla de la solución nutritiva fue llevada a cabo por el autómatas senda 2000 de agro sistemas del sur, el que hacía la disolución final del fertirriego. Para la concentración de nutrientes en la mezcla final, este sistema usa de referencia la conductividad eléctrica (CE).

Material vegetal

El estudio evaluó la respuesta de un cultivo de sandía cv. Premium, un híbrido F1 con microsemillas de la casa comercial BASF. La sandía fue injertada sobre cuatro portainjertos diferentes, y se incluyó la variedad de sandía sin injertar (tabla 1).

Tabla 1. Material vegetal utilizado como portainjerto y variedad.

Abreviatura Tratamiento ¹	Portainjerto	Nombre científico	Procedencia	Variedad
CF	Camelforce, híbrido interespecífico	Cucurbita moschata x Cucurbita maxima	BASF	Sandía cv. Premium
WT	Wild type (fondo genético del mutante <i>etr2b</i>)	Cucurbita pepo	Grupo BIO293 UAL	Sandía cv. Premium
<i>etr2b</i>	Mutante <i>etr2b</i>	Cucurbita pepo	Grupo BIO293 UAL	Sandía cv. Premium
SA	Sandía cv. Premium	Citrullus lanatus	BASF	Sandía cv. Premium
SI	Sin injertar	Citrullus lanatus	BASF	Sandía cv. Premium

¹ Abreviatura empleada para cada tratamiento incluido en el experimento según el portainjerto empleado.

Manejo del cultivo.

La germinación de las semillas y el injerto de las plántulas se realizó en el semillero Acrena, ubicado en El Ejido, Almería (España). El injerto utilizado fue tipo adosado, que es el más adecuado para sandía (Fernández, 2019), el injerto fue realizado 17 días después de la siembra de los portainjertos. La sandía injertada fue trasplantada a los 30 días después del injerto, en contenedores con capacidad de 27L, utilizando como sustrato fibra de coco. La densidad de plantación fue 1 planta m⁻². La sandía fue podada a los 21 DDT (días después del trasplante) para obtener dos tallos laterales, los cuales fueron tutorados. A los 68 DDT, tras el primer muestreo de biomasa, se realizó la última poda.

Para el ensayo se evaluaron las plantas de sandía en dos tratamientos, un tratamiento control y uno salino. En la tabla 2 se muestra la conductividad eléctrica (CE) de los tratamientos durante el ensayo. Tanto para el tratamiento control como para el tratamiento salino se utilizó la de base la solución nutritiva mostrada en la tabla 3, el aumento de CE en el tratamiento salino sobre el tratamiento control, se realizó agregando cloruro de sodio (NaCl) a la solución de fertirriego.

Tabla 2. Conductividad eléctrica a lo largo del ensayo en el tratamiento control y el tratamiento salino incluidos en el experimento.

DDT	Control CE (dS m ⁻¹)	Salino CE (dS m ⁻¹)
1 - 28	1.5	1.5
29 - 35	1.5	2.5
36 - 40	1.5	3.0
41 - 67	2.0	4.0
68 - 85	2.0	8.0

DDT: días después de trasplante

Tabla 3. Solución nutritiva utilizada para el ensayo (Sonneveld & Straver, 1994).

NO ₃ ⁻ (meq L ⁻¹)	H ₂ PO ₄ ⁻ (meq L ⁻¹)	SO ₄ ⁻ (meq L ⁻¹)	NH ₄ ⁺ (meq L ⁻¹)	Ca ²⁺ (meq L ⁻¹)	Mg ²⁺ (meq L ⁻¹)	K ⁺ (meq L ⁻¹)
12.0	1.5	2.3	1.0	6.5	2.5	0.5

Parámetros de muestreo y metodología.

1. Biomasa.

Para la medida de biomasa del cultivo se hicieron dos muestreos, uno a los 63 DDT y otro a los 83 DDT. En cada muestreo se separó la parte aérea de la parte radical de la planta. La parte radical fue extraída de la fibra de coco haciendo un lavado de raíces, sumergiéndolas en agua y agitando hasta obtener la raíz limpia. El peso fresco se hizo en finca utilizando la balanza RADWAG PS 6000/C/2. Para el peso seco las muestras fueron colocadas en una estufa a una temperatura constante (65°C), hasta que las muestras alcanzaron un peso constante, las muestras fueron pesadas utilizando una balanza COBOS precisión CB (g planta⁻¹).

2. Floración.

Para estudiar la floración se seleccionaron 15 plantas por cada material genético utilizado tanto en el tratamiento control como en el tratamiento salino. En estas plantas se contaron el número de flores masculinas y femeninas semanalmente hasta llegar al nudo número 25 de cada planta, y se calculó el porcentaje flores femeninas por planta. Dado que el mutante *etr2b* convierte las flores femeninas en hermafroditas (García et al., 2020), hemos evaluado el grado de hermafroditismo de la sandía injertada o índice de andromonoecia (IA), cuyos valores oscilan entre 1 y 3 (Aguado et al., 2018). Para calcular el IA medio de cada planta o genotipo se fenotiparon las flores pistiladas de cada planta, asignándoles un IA de acuerdo con el desarrollo de sus estambres (Fig. 1). Las plantas con IA=1 son plantas cuyas flores pistiladas son todas femeninas y no producen ningún vestigio de estambres, mientras que las plantas con IA=3 son plantas cuyas flores pistiladas son todas hermafroditas. Las plantas cuyo IA oscila entre 1 y 3 son plantas de fenotipo intermedio, produciendo flores femeninas y hermafroditas o flores pistiladas con un desarrollo intermedio de los estambres. A partir de estos datos se calculó el índice de andromonoecia medio de cada planta o genotipo.



Figura 1. Clasificación de las flores pistiladas de *Citrulus lanatus* L. según su grado de andromonoecia (Aguado et al., 2018). IA= 1 Flor femenina sin estambres, IA= 2, flor pistilada con desarrollo parcial de estambres IA = 3, flor hermafrodita con desarrollo completo de estambres y polen.

3. Cuajado del fruto.

Para el valorar el efecto de los portainjertos y la salinidad sobre el cuajado de los frutos, todas las flores fueron polinizadas manualmente, al momento de antesis de la flor a primeras horas de la mañana. Las flores polinizadas fueron marcadas con una etiqueta que incluía la información del material vegetal, el tratamiento, fecha de polinización y el grado de andromonoecia de la flor. El cuaje se evaluó dos semanas después de la polinización. Para calcular el porcentaje de cuaje se utilizó la siguiente formula.

$$\%Cuaje = (\sum FC)/(\sum FP) * 100$$

Siendo, FC el número de flores cuajadas y FP el número de flores es polinizadas.

4. Características del fruto.

Los frutos se recolectaron a los 85 DDT, seleccionando al azar 10 frutos para cada material vegetal y tratamiento. A los frutos seleccionados se les determinó su peso con una balanza RADWAG PS 6000/C/2, y su diámetro transversal y longitudinal utilizando una cinta métrica con una sensibilidad de un milímetro. La simetría del fruto se calculó con la formula mostrada a continuación, donde el resultado con el valor de cero indica un fruto totalmente redondo. El grosor de la corteza se calculó haciendo un promedio de dos medidas realizadas con un calibre con una sensibilidad de 0,05 mm. La cantidad de solidos solubles se midió con un refractómetro manual marca Atago con una sensibilidad de 0.2 °Brix.

$$S.F. = ((D.L./D.T.) - 1)$$

S.F.= Simetría del fruto

D.L.=Diámetro longitudinal

D.T.=Diámetro transversal.

5. Diseño experimental y análisis estadístico.

El diseño experimental fue de bloques totalmente al azar, donde se analizaron 5 materiales vegetales, cuatro injertados y uno sin injertar (Tabla 1), en 2 tratamientos de fertirrigación, uno salino y otro control (Tabla 2), sobre un cultivo de sandía. Para cada material vegetal contamos con cuatro repeticiones por tratamiento y 15 plantas por repetición, excepto la sandía injertada sobre sí misma, donde el número de plantas fue menor, por el fallo del injerto.

El análisis estadístico se realizó con el programa Statgraphics 18, utilizando un análisis de varianza simple (ANOVA, $p < 0.05$). La comparación de grupos se realizó mediante el método de mínimas diferencias de Fisher (LSD) a un nivel de confianza del 95%. Se determinó así el efecto de los portainjertos sobre cada uno de los parámetros estudiados, así como el efecto del tratamiento salino en cada genotipo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Biomasa

La tabla 4 muestra la biomasa fresca y seca de la raíz de los portainjertos y de la variedad sandía Premium a los 63 y 83 DDT. Los portainjertos de calabaza (CF) y calabacín (WT y *etr2b*) presentaron un sistema radical mucho más robusto que la de la sandía, con pesos frescos y secos significativamente diferentes ($p \leq 0.05$). El tratamiento salino, con CE 4.0 dS m⁻¹ a los 63 DTT y 8.0 dS m⁻¹ a los 83 DTT, apenas afectó al peso fresco de la raíz de los diferentes portainjertos, aunque en el híbrido interespecífico de calabaza CF el tratamiento salino aumentó significativamente el peso fresco de la raíz a los 63 DTT (tabla 4).

El peso seco de las raíces de los portainjertos de calabaza y calabacín sigue siendo muy superior al de sandía, con diferencias estadísticas significativas entre los genotipos de *Cucúrbita* y sandía, siendo más pesadas las raíces de la calabaza y el calabacín, que las raíces

de la sandía (tabla 4). El tratamiento salino no produjo ningún cambio estadísticamente significativo en el peso de las raíces a los 63 DDT, pero aumentó significativamente el peso de las raíces de calabaza CF, calabacín WT y sandía sin injertar (SI) a los 83 DDT. El aumento del peso de radical también se ha observado en experimento de salinidad en pepino con injerto de calabaza (Hernandez et al., 2014) en sandía al utilizar híbridos como portainjerto (Colla et al., 2012).

Cabe destacar que el mutante *etr2b* de *C. pepo* tiene un peso fresco y seco de raíz mayor que el genotipo WT, tanto en condiciones salinas como no salinas, observándose diferencias estadísticamente significativas en el peso seco de WT y mutante a los 63 y 83 DDT de las plantas crecidas tanto en condiciones control como en condiciones salinas (Tabla 2). Estos datos confirman los resultados previos obtenidos por Cebrian et al (2021) indicando que el mutante insensible a etileno *etr2b* tiene una biomasa de raíz mayor que el WT, y que el gen *CpETR2B* es un regulador del desarrollo radical.

Tabla 4. Biomasa fresca y seca de la raíz en función del tratamiento control y salino, y el patrón empleado como portainjerto

Material vegetal	Tratamiento	Peso fresco raíz 63 DDT (g planta ⁻¹)	Peso fresco raíz 83 DDT (g planta ⁻¹)	Peso seco raíz 63 DDT (g planta ⁻¹)	Peso seco raíz 83 DDT (g planta ⁻¹)
CF	C	112.08bc	95.92ab	10.12a	7.64c
CF	S	146.83*	96.49ab	10.82a	9.30b*
<i>etr2b</i>	C	118.96abc	84.16ab	9.73ab	10.16ab
<i>etr2b</i>	S	121.75ab	102.07a	10.02a	10.97a
WT	C	83.11cd	80.91b	7.9bc	7.26c
WT	S	100.26bcd	91.04ab	10.13ab	9.30b*
SA	C	68.31de	44.46c	6.35cd	3.00de
SA	S	46.89e	26.50c	5.00d	1.80e
SI	C	74.38de	40.51c	7.33cd	4.05d
SI	S	54.34e	37.59c	6.52cd	2.10e*

El tratamiento control tuvo una CE máxima de 2.0 dS m⁻¹ a los 63 y 83 DDT. El tratamiento salino contó con una CE máxima de 4.0 dS m⁻¹ a los 63 DDT y 8.0 dS m⁻¹ a los 83 DDT. Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas entre las plantas de sandía injertadas sobre diferentes patrones o sin injertar. El (*) indica diferencias significativas entre tratamiento salino (S) y control (C) de plantas con el mismo portainjerto o plantas sin injertar. CF, sandía cv Premium injertada sobre Camelforce; WT: sandía Premium injertada sobre *C. pepo* WT (fondo genético de la mutación); *etr2b*: sandía Premium injertada sobre el mutante insensible a etileno *etr2b*; SA: Sandía cv. Premium injertada sobre planta de sandía del mismo genotipo; SI: sandía Premium sin injertar).

La biomasa fresca y seca de la parte aérea de la planta se incluyen en la tabla 5. A los 63 DDT, en la sandía injertada sobre calabaza CF, y sobre calabacín *etr2b* y WT no se observó diferencia significativa entre tratamientos, aunque la salinidad redujo el peso fresco de la parte aérea en la sandía injertada sobre sí misma (SA) y en la sandía no injertada. Estos resultados indican que los portainjertos de calabaza y calabacín mejoran significativamente el vigor de la sandía, manteniendo su biomasa en condiciones de salinidad (4.0 dS m⁻¹).

A los 83 DDT donde la CE es mayor que a los 63 DDT, SA y SI presentaron menos peso biomasa fresca que el resto de los tratamientos con portainjerto de calabaza y calabacín. SA, SI y *etr2b* mostraron diferencias entre tratamientos salino y no salino. Sin embargo, la respuesta de la sandía al utilizar de portainjerto el *etr2b* en el tratamiento control (no salino) genera mayor peso aéreo fresco que el resto de los materiales vegetales. El *etr2b* reduce su biomasa fresca aérea en el tratamiento salino, sin embargo, no muestra diferencia con CF y WT, lo que confirma la capacidad de este mutante de generar vigor a la planta en condiciones de control. En un estudio sobre salinidad con melón injertado sobre calabaza se observaron resultados diferentes, donde el tratamiento salino tenía menos biomasa en todos los tratamientos al utilizar una concentración máxima de NaCl de 150 mM (Altuntas et al., 2017).

Observando el comportamiento del *etr2b* y WT a los 83 DDT en la tabla 5, se muestra que el *etr2b* presenta mayor peso tanto en biomasa área fresca como seca en el tratamiento control. Lo que muestra el impacto de la mutación en *etr2b*, ligada a la insensibilidad del etileno. El *etr2b* y WT se comportan similar en condiciones salinas. Lo que puede indicar que efecto del etileno en la sensibilidad varía según el desarrollo de la planta, teniendo un mayor impacto estadios juveniles de la planta (Tao et al., 2015) o que su tolerancia no se aprecia a conductividades de 8.0 dS m⁻¹ en sandía.

Al comparar los resultados mostrados en la tabla 4, biomasa de la raíz, y la tabla 5, biomasa aérea, es notable que los tratamientos que presentan mayor biomasa radical también presentan mayor biomasa aérea, en condiciones del tratamiento control, lo que evidencia la importancia del desarrollo radical para el desarrollo aéreo de la planta. Resultados similares fueron obtenidos sobre sandía (Chouka & Jebari, 1999).

Tabla 5. Biomasa fresca y seca de la parte aérea de la planta en función del tratamiento control y salino, y el patrón empleado como portainjerto.

Material vegetal	Tratamiento	Peso fresco	Peso fresco	Peso seco	Peso seco
		aéreo 63 DDT (g planta ⁻¹)	aéreo 83 DDT (g planta ⁻¹)	aéreo 63 DDT (g planta ⁻¹)	aéreo 83 DDT (g planta ⁻¹)
CF	C	1818.77a	1207.53bc	198.03a	156.00bc
CF	S	1656.60ab	1017.05c	200.20a	135.98c
<i>etr2b</i>	C	1605.95ab	1655.60a	163.34ab	198.08a
<i>etr2b</i>	S	1574.14ab	1049.24c*	160.94ab	137.57c*
WT	C	1683.54ab	1318.09b	158.94b	176.10ab
WT	S	1501.32bc	1148.70bc	150.75bc	144.03c*
SA	C	977.86de	599.10d	114.55abc	89.40d
SA	S	503.24f*	238.66e*	71.30d	37.05e*
SI	C	1190.73cd	534.81d	127.72bc	78.02d
SI	S	641.74ef*	358.98de*	104.16cd	53.58de*

El tratamiento control tuvo una CE máxima de 2.0 dS m⁻¹ a los 63 y 83 DDT. El tratamiento salino contó con una CE máxima de 4.0 dS m⁻¹ a los 63 DDT y 8.0 dS m⁻¹ a los 83 DDT. Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas entre las plantas de sandía injertadas sobre diferentes patrones o sin injertar. El (*) indica diferencias significativas entre tratamiento salino (S) y control (C) de plantas con el mismo portainjertos o plantas sin injertar. CF, sandía cv Premium injertada sobre Camelforce; WT: sandía Premium injertada sobre *C. pepo* WT (fondo genético de la mutación); *etr2b*: sandía Premium injertada sobre el mutante insensible a etileno *etr2b*; SA: Sandía cv. Premium injertada sobre planta de sandía del mismo genotipo; SI: sandía Premium sin injertar

Floración

El número de flores femeninas por planta, un indicador del potencial productivo de un material vegetal. El etileno tiene un efecto en la determinación del sexual de las flores en las cucurbitáceas (García et al., 2020), donde las flores femeninas producen más etileno que las flores masculinas. Al utilizar otros mutantes de calabacín como portainjerto, se redujo el porcentaje de flores femeninas (Manzano et al., 2014). La mutación de *etr2b* aumento el porcentaje de flores femeninas al ser utilizado en el calabacín (García et al., 2020). Sin embargo en la fig. 2 no muestran diferencias significativas entre el tratamiento de *etr2b* y el WT, indicando así que la mutación de *etr2b* no tiene impacto sobre las flores féminas al ser utilizado como portainjerto en sandía.

La salinidad solo afectó al porcentaje de flores femeninas de SI, material sin injertar, aumentando el porcentaje de flores femeninas en plantas bajo el tratamiento salino. El resto materiales injertados (CF, *etr2b*, WT y SA), no mostraron diferencia en el porcentaje de flores femeninas entre el tratamiento control y el salino fig. 2. Lo que indica que el injerto puede afectar el más el porcentaje de flores femeninas en medios salinos, que el portainjerto utilizado.

En Investigaciones hechas sobre el mutante *etr2b* muestra que este tiene la capacidad de modificar la determinación sexual en calabacín, en las cuales se producía un mayor índice de andromonoecia, es decir produce un mayor número de flores femeninas con estambres. (García et al., 2020). En investigaciones previas muestran que al utilizar mutantes insensibles a la salinidad como portainjertos, mutación relacionada a los receptores de etileno (ERS-1 y ERS-2), pueden causar cambios en la expresión sexual de la sandía, reduciendo el índice de andromonoecia de las flores femeninas (Fernández, 2019). Sin embargo los resultados que observan en la fig. 2 no muestran diferencias significativas en el índice de andromonoecia, de las flores femeninas de sandía, al utilizar *etr2b* y WT, como portainjerto en sandía. Esto indica que la mutación de *etr2b* ligada a los receptores ETR-2, que causa la insensibilidad al etileno no tiene efecto sobre el índice de andromonoecia de las flores femeninas de la sandía. Mostrando que la mutación ligada a la insensibilidad del etileno puede afectar el índice de andromonoecia de la planta de sandía injertada, según los receptores de etileno que estas mutaciones afecten. No se observó diferencia en el índice de andromonoecia, entre el tratamiento control y salino, mostrando que la salinidad no modifica el comportamiento de las flores femeninas.

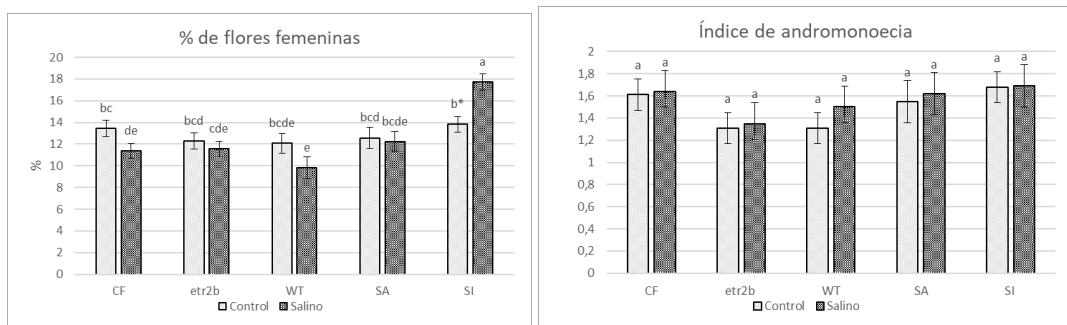


Figura 2. Porcentaje de flores femeninas y índice de andromonoecia. Tratamiento control (CE máxima 2.0 dS m⁻¹ y salino (CE máxima 8.0 dS m⁻¹). Letras diferentes indican diferencias significativas por efecto del portainjerto (CF: Camelforce, híbrido interespecífico; WT: Wild type, fondo genético; *etr2b*: planta con mutación; SA: Sandía cv. Premium; SI: Sin injertar) y salinidad. El (*) indica diferencias significativas entre tratamiento salino y control de las plantas con el mismo portainjerto o plantas sin injertar.

Cuaje

El cuaje del fruto es el paso inicial en la reproducción sexual de las plantas con flores (An et al., 2020). Se ha evidenciado que las hormonas que están ligadas al proceso de cuaje del fruto son las auxinas y las giberelinas, ya que están ligadas a la división y expansión celular durante el cuajado. (De Jong et al., 2009). Sin embargo el etileno participa activamente en el cuajado del fruto, pero su rol en este proceso no está claro (An et al., 2020). En la fig. 3, *etr2b* y WT no muestran diferencias significativas en el porcentaje de cuajado, lo que indica que la mutación ligada a la sensibilidad al etileno no tiene efecto sobre el cuaje de la sandía. Al analizar los resultados de la salinidad, no se observó ningún impacto sobre el cuaje de los frutos de sandía en ninguno de los materiales vegetales utilizados.

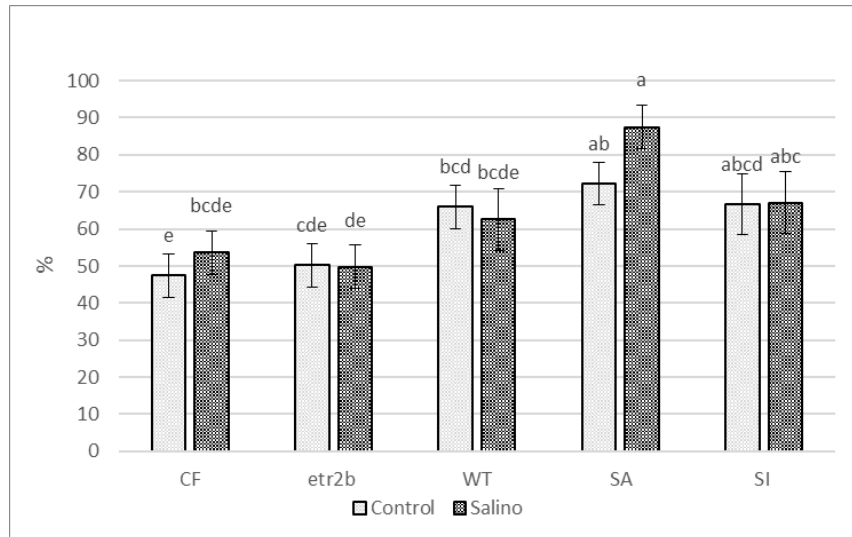


Figura 3. Porcentaje de cuaje. Tratamiento control (CE máxima 2.0 dS m⁻¹) y salino (CE máxima 8.0 dS m⁻¹). Letras diferentes indican diferencias significativas por efecto del portainjerto (CF: Camelforce, híbrido interespecífico; WT: Wild type, fondo genético; *etr2b*: planta con mutación; SA: Sandía cv. Premium; SI: Sin injertar) y salinidad. El (*) indica diferencias significativas entre tratamiento salino y control de las plantas con el mismo portainjerto o plantas sin injertar.

Calidad de los frutos

El peso del fruto es una característica agrónomicamente importante, ya que de este podría depender los rendimientos de la producción. En la figura 4 se muestra como la salinidad afecta negativamente al peso de los frutos en todos los materiales vegetales empleados como portainjerto. El tratamiento que utilizó como portainjerto el genotipo CF mostró mayor peso de fruto para el tratamiento salino, mostrando diferencias significativas con el resto. La reducción del peso de los frutos podría ser principalmente por el cambio de CE provocado por el NaCl, ya que los frutos fueron menos pesados en el tratamiento salino, al compararlo con el tratamiento control. La acumulación de Na⁺ y Cl⁻ provoca un estrés iónico que no solo afecta la homeostasis de Na⁺ y Cl⁻, sino también la de K⁺ y Ca²⁺ (Hasegawa et al., 2000; Rodríguez-Navarro, 2000).

La reducción del peso por efecto de la salinidad coincide con otros estudios realizados en invernadero en sandía (Guiseppe et al., 2006), calabaza (Rouphael et al., 2006), melón (Amor et al., 1999), donde se reduce el peso del fruto. Estos autores indican que la variación del peso del fruto resulta por la reducción de su tamaño del fruto, concordando así con los resultados mostrados en la tabla 6, donde se puede observar la reducción en el diámetro transversal y longitudinal del fruto, siendo el diámetro longitudinal más afectado por la salinidad. La variación en diámetro transversal y longitudinal de la sandía afectan a la forma del fruto. La fig. 5 se observan los resultados de la forma de los frutos, donde el cero representa un fruto totalmente uniforme. Se obtuvieron frutos más redondos en los tratamientos salinos de CF y SI, mientras que *etr2b* y WT la salinidad no afectó la forma del fruto.

En un estudio previo con injertos de sandía se relacionaba la reducción del peso de la sandía con la reducción de biomasa aérea de la planta (Colla et al., 2006), no concordando con los resultados mostrados en este estudio, ya que la sandía sin injertar redujo significativamente su biomasa aérea y esta no mostró diferencias significativas con materiales vegetativos que mostraron más biomasa aérea. Sin embargo, hay que tomar en cuenta que en manejo del cultivo solo se dejó un fruto por tallo. No se observó diferencia entre

etr2b y WT, lo que la mutación de *etr2b* no tiene efecto sobre el peso del fruto en ninguno de los dos tratamientos aplicados.

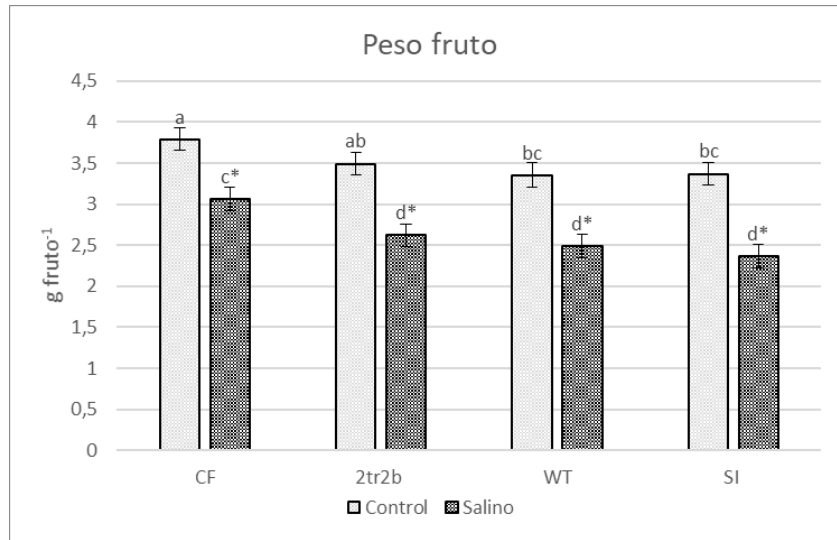


Figura 4. Peso del fruto. Tratamiento control (CE máxima 2.0 dS m⁻¹ y salino (CE máxima 8.0 dS m⁻¹). Letras diferentes indican diferencias significativas por efecto del portainjerto (CF: Camelforce, híbrido interespecífico; WT: Wild type, fondo genético; *etr2b*: planta con mutación; SA: Sandía cv. Premium; SI: Sin injertar) y salinidad. El (*) indica diferencias significativas entre tratamiento salino y control de las plantas con el mismo portainjerto o plantas sin injertar.

Tabla 6. Diámetro longitudinal y diámetro transversal de los frutos.

Material vegetal	Tratamiento	Diámetro Transversal (cm)	Diámetro longitudinal (cm)
CF	Control	56.81a	63.63a
CF	Salino	54.95ab	58.94b*
<i>etr2b</i>	Control	56.14a	61.44ab
<i>etr2b</i>	Salino	51.41cd*	55.41c*
WT	Control	55.63ab	60.21b
WT	Salino	50.21d*	53.27c*
SI	Control	55.69ab	61.04b
SI	Salino	53,31bc	50.29d*

La cosecha de los frutos se realizó a los 85 DDT. El tratamiento salino contó con una 8.0 dS m⁻¹. Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas entre las plantas de sandía injertadas sobre diferentes patrones o sin injertar. El (*) indica diferencias significativas entre tratamiento salino (S) y control (C) de plantas con el mismo portainjertos o plantas sin injertar. CF, sandía cv Premium injertada sobre Camelforce; WT: sandía Premium injertada sobre *C. pepo* WT (fondo genético de la mutación); *etr2b*: sandía Premium injertada sobre el mutante insensible a etileno *etr2b*; SA: Sandía cv. Premium injertada sobre planta de sandía del mismo genotipo; SI: sandía Premium sin injertar).

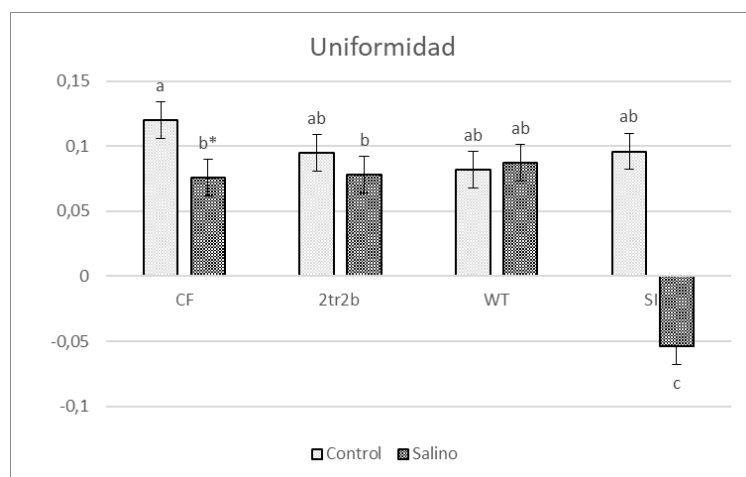


Figura 5. Forma del fruto. Tratamiento control (CE máxima 2.0 dSm⁻¹ y salino (CE máxima 8.0 dSm⁻¹). Letras diferentes indican diferencias significativas por efecto del portainjerto (CF: Camelforce, híbrido interespecífico; WT: Wild type, fondo genético; *etr2b*: planta con mutación; SA: Sandía cv. Premium; SI: Sin injertar) y salinidad. El (*) indica diferencias significativas entre tratamiento salino y control de las plantas con el mismo portainjerto o plantas sin injertar.

El total de sólidos solubles es un parámetro empleado para valorar la calidad del fruto en función del dulzor. El efecto que tiene el injerto sobre total de sólidos disponibles es parámetro que puede generar discusión entre los autores, ya que algunas investigaciones reflejan variaciones entre plantas injertadas y no injertadas, mientras que otros estudios demuestran que el injerto sí puede tener efecto sobre el total de sólidos solubles (Petropoulos et al., 2012). Los resultados representados en la figura 6, los materiales vegetales no mostraron diferencia significativa entre el tratamiento control y el tratamiento salino. Sin embargo, se puede observar que todos los frutos provenientes de plantas injertadas tienen una mayor cantidad de sólidos solubles que los que los provenientes de la sandía sin injertar. Lo que quiere decir que injerto puede incrementar el contenido en sólidos solubles en los frutos de sandía. Sin embargo en una investigación previa no se mostró diferencia en total de sólidos solubles al utilizar plantas injertadas y no injertadas (Guiseppe Colla et al., 2006).

Para el grosor de la corteza los tratamientos en la fig. 6 se puede observar que WT y SI son los dos genotipos que mostraron diferencias significativas entre el tratamiento salino y no salino, estos resultados concuerdan con una investigación previa en sandía (Guiseppe Colla et al., 2006) y difieren en melón, que a mayor salinidad muestra mayor grosor en corteza. (Navarro et al., 2015). El resto de los tratamientos CF y *etr2b* también tienen la tendencia de

Aunque no se observen diferencias significativas entre los tratamientos control y salino aplicado a cada portainjerto, se observa la tendencia al aumento de sólidos solubles totales al utilizar los portainjertos de WT, *etr2b* y SI, mientras que para CF la tendencia en medios salinos es reducir los sólidos solubles totales.

Al comparar los resultados de calidad de los entre WT y *etr2b*, solo se observaron diferencias significativas en el ancho de la corteza en el tratamiento control, siendo la corteza de *etr2b* más delgada que la del WT en las condiciones del tratamiento control. Para el resto de las características evaluadas en calidad de fruto no se observaron diferencias significativas entre WT y *etr2b*, lo que podría indicar que la mutación del portainjerto tiene un efecto reducido en la calidad del fruto y esto podría darse a que la planta de forma natural reduce la concentración de etileno luego de la polinización (Pandolfini, 2009), evidenciando que la respuesta de la planta al etileno varía según el estado de desarrollo de la misma (Tao et al., 2015).

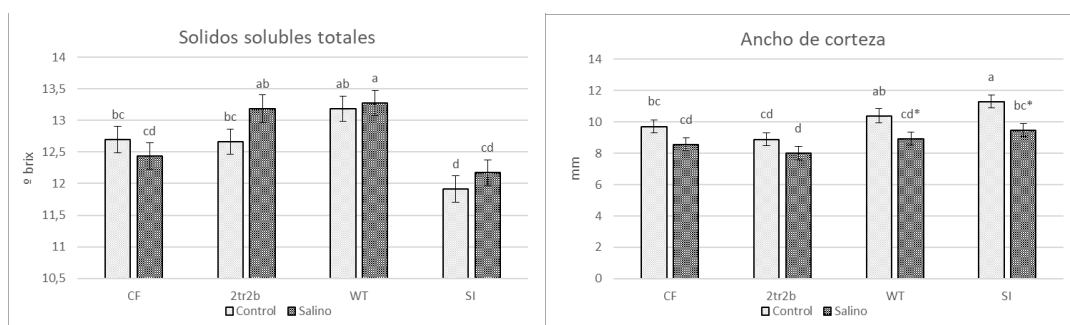


Figura 6. Solidos solubles totales y ancho de corteza. Tratamiento control (CE máxima 2.0 dS m⁻¹ y salino (CE máxima 8.0 dS m⁻¹). Letras diferentes indican diferencias significativas por efecto del portainjerto (CF: Camelforce, híbrido interespecífico; WT: Wild type, fondo genético; *etr2b*: planta con mutación; SA: Sandía cv. Premium; SI: Sin injertar) y salinidad. El (*) indica diferencias significativas entre tratamiento salino y control de las plantas con el mismo portainjerto o plantas sin injertar.

CONCLUSIONES

- El mutante insensible a etileno *etr2b* tiene una biomasa de raíz mayor que el WT, lo indica que el gen *CpETR2B* es un regulador del desarrollo radical.
- La mutación en *etr2b* tiene la capacidad de modificar la biomasa aérea de la sandía, generando mayor biomasa fresca y seca en la parte aérea de la planta, con respecto al WT, en el tratamiento control a los 83 DDT. Sin embargo en el tratamiento salino *etr2b* se comportó igual que WT.
- El portainjerto con la mutación *etr2b* no mostró ningún efecto, en ninguno de los tratamientos, sobre el porcentaje de flores femeninas y el índice de andromonoecia en la planta, ni en el cuaje y la calidad del fruto. Esto se podría relacionar a la pérdida del efecto causado por el etileno en el desarrollo de la planta.
- La salinidad reduce el tamaño del fruto, afectando principalmente en el diámetro longitudinal del fruto, causando también la reducción del peso del fruto. Mientras que los portainjertos CF, *etr2b* y WT aumentaron el total de solidos solubles en el fruto tanto en el tratamiento control, como en el tratamiento salino.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aguado, E., García, A., Manzano, S., Valenzuela, J. L., Cuevas, J., Pinillos, V., & Jamilena, M. (2018). The sex-determining gene *CitACS4* is a pleiotropic regulator of flower and fruit development in watermelon (*Citrullus lanatus*). *Plant Reproduction* 2018 31:4, 31(4), 411–426. <https://doi.org/10.1007/S00497-018-0346-1>
- Altuntas, O., Dasgan, H. Y., Bot, P. J., Yarsi, G., Sivaci, A., & Yildiz Dasgan, H. (2017). *Effects of salinity stress on plant growth and mineral composition of grafted and ungrafted galia C8 melon cultivar*. 49(3), 819–822. <https://www.researchgate.net/publication/318055832>
- Amor, F. M. del, Martínez, V., & Cerdá, A. (1999). Salinity Duration and Concentration Affect Fruit Yield and Quality, and Growth and Mineral Composition of Melon Plants Grown in Perlite. *HortScience*, 34(7), 1234–1237. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.34.7.1234>

- An, J., Althiab Almasaud, R., Bouzayen, M., Zouine, M., & Chervin, C. (2020). Auxin and ethylene regulation of fruit set. *Plant Science*, 292, 110381. <https://doi.org/10.1016/J.PLANTSCI.2019.110381>
- Asgher, M., Per, T. S., Verma, S., Pandith, S. A., Masood, A., & Khan, N. A. (2018). Ethylene Supplementation Increases PSII Efficiency and Alleviates Chromium-Inhibited Photosynthesis Through Increased Nitrogen and Sulfur Assimilation in Mustard. *Journal of Plant Growth Regulation* 2018 37:4, 37(4), 1300–1317. <https://doi.org/10.1007/S00344-018-9858-Z>
- Cajamar. (2019). *Análisis de la campaña hortofrutícola - Infogram*. <https://infogram.com/analisis-de-la-campana-hortofruticola-1hd12y9wyv3x6km>
- Carvajal, C. C. (2019). *REVISTA MEDICINA LEGAL DE COSTA RICA ESPECIES REACTIVAS DEL OXÍGENO: FORMACIÓN, FUNCION Y ESTRÉS OXIDATIVO REACTIVE OXYGEN SPECIES: TRAINING, FUNCTION AND OXIDATIVE STRESS*. 36(1).
- Cebrián, G., Iglesias-Moya, J., García, A., Martínez, J., Romero, J., Regalado, J. J., Martínez, C., Valenzuela, J. L., & Jamilena, M. (2021). Involvement of ethylene receptors in the salt tolerance response of Cucurbita pepo. *Horticulture Research*, 8(1). <https://doi.org/10.1038/S41438-021-00508-Z>
- Cherian, S., Reddy, M. P., & Ferreira, R. B. (2006). Transgenic plants with improved dehydration-stress tolerance: Progress and future prospects. <http://Bp.Ueb.Cas.Cz/Doi/10.1007/S10535-006-0141-y.Html>, 50(4), 481–495. <https://doi.org/10.1007/S10535-006-0141-Y>
- Chouka, A. S., & Jebari, H. (1999). Effect of grafting on watermelon vegetative and root development, production and fruit quality. *Acta Horticulturae*, 492, 85–93. <https://doi.org/10.17660/ACTAHORTIC.1999.492.10>
- Colla, Giuseppe, Roupahel, Y., Rea, E., & Cardarelli, M. (2012). Grafting cucumber plants enhance tolerance to sodium chloride and sulfate salinization. *Scientia Horticulturae*, 135, 177–185. <https://doi.org/10.1016/J.SCIENTA.2011.11.023>
- Colla, Guisepppe, Roupahel, Y., Cardarelli, M., & Rea, E. (2006). Effect of Salinity on Yield, Fruit Quality, Leaf Gas Exchange, and Mineral Composition of Grafted Watermelon Plants. *HortScience*, 41(3), 622–627. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.41.3.622>
- CORDIS. (2013). *Final Report Summary - SFAP2 (Structural and functional analysis of photosystem 2 from Nicotiana tabacum) | Report Summary | SFAP2 | FP7 | CORDIS | European Commission*. <https://cordis.europa.eu/project/id/247789/reporting>
- Cuartero, J., Bolarín, M. C., Moreno, V., & Pineda, B. (2008). TOLERANCIA A LA SALINIDAD. In Carmen María Ávila Gómez, Sergio Gustavo Atienza Peñas, María Teresa Moreno Yangüela, & José Ignacio Cubero Salmerón (Eds.), *La adaptación al ambiente y los estreses abióticos en la mejora vegetal* (pp. 231–262). © JUNTA DE ANDALUCÍA. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera Consejería de Agricultura y Pesca. https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/la_adaptación_baja.pdf
- Dasgan, H. Y., Aktas, H., Abak, K., & Cakmak, I. (2002). Determination of screening techniques to salinity tolerance in tomatoes and investigation of genotype responses. *Plant Science*, 163(4), 695–703. [https://doi.org/10.1016/S0168-9452\(02\)00091-2](https://doi.org/10.1016/S0168-9452(02)00091-2)
- de Jong, M., Wolters-Arts, M., Feron, R., Mariani, C., & Vriezen, W. (2009). The Solanum lycopersicum auxin response factor 7 (SlARF7) regulates auxin signaling during tomato fruit set and development. *The Plant Journal: For Cell and Molecular Biology*, 57(1), 160–170. <https://doi.org/10.1111/J.1365-313X.2008.03671.X>
- Fernández Mengibar, E. (2019). *Evaluación fenotípica y fisiológica del injerto de sandía sobre mutantes insensibles a etileno de Cucurbita pepo*. <http://repositorio.ual.es/handle/10835/8173>
- García, A., Aguado, E., Cebrián, G., Iglesias, J., Romero, J., Martínez, C., Garrido, D., Rebolloso, M. del M., Valenzuela, J. L., & Jamilena, M. (2020). Effect of Ethylene-Insensitive Mutation etr2b on Postharvest Chilling Injury in Zucchini Fruit. *Agriculture* 2020, Vol. 10, Page 532, 10(11), 532. <https://doi.org/10.3390/AGRICULTURE10110532>
- García, A., Aguado, E., Martínez, C., Loska, D., Beltrán, S., Valenzuela, J. L., Garrido, D., & Jamilena, M. (2020). The ethylene receptors CpETR1A and CpETR2B cooperate in the control of sex determination in Cucurbita pepo. *Journal of Experimental Botany*, 71(1), 154. <https://doi.org/10.1093/JXB/ERZ417>
- Gutiérrez, J. (2018). *Halófitas como alternativa en la fitorremediación, producción agrícola y otros usos*. Universidad

de Jaen.

- Hasegawa, P., Bressan, R., Zhu, J., & Bohnert, H. (2000). PLANT CELLULAR AND MOLECULAR RESPONSES TO HIGH SALINITY. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 51, 463–499. <https://doi.org/10.1146/ANNUREV.ARPLANT.51.1.463>
- Hernández, J. A., Ferrer, M. A., Jiménez, A., Barceló, A. R., & Sevilla, F. (2001). *Antioxidant Systems and O₂ /H₂O₂ Production in the Apoplast of Pea Leaves. Its Relation with Salt-Induced Necrotic Lesions in Minor Veins 1*. <https://doi.org/10.1104/pp.010188>
- Hernandez, Z., Sahagún, J., Espinosa, P., Colinas, M. T., & Rodríguez, J. E. (2014). Efecto del patrón en el rendimiento y tamaño de fruto en pepino injertado. *SciELO*, 37. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802014000100007
- Lamz Piedra, María González Cepero, A. C., & Lamz Piedra, A. (2013). *Revisión bibliográfica LA SALINIDAD COMO PROBLEMA EN LA AGRICULTURA: LA MEJORA VEGETAL UNA SOLUCIÓN INMEDIATA* Review Salinity as a problem in agriculture: plant breeding an immediate solution. <http://ediciones.inca.edu.cu>
- Manzano, S., Martínez, C., García, J. M., Megías, Z., & Jamilena, M. (2014). Involvement of ethylene in sex expression and female flower development in watermelon (*Citrullus lanatus*). *Plant Physiology and Biochemistry*, 85, 96–104. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2014.11.004>
- Muneer, S., Ko, C. H., Wei, H., Chen, Y., & Jeong, B. R. (2016). Physiological and Proteomic Investigations to Study the Response of Tomato Graft Unions under Temperature Stress. *PLOS ONE*, 11(6), e0157439. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0157439>
- Navarro, J. M., Botella, M. A., & Martinez, V. (2015). Yield and fruit quality of melon plants grown under saline conditions in relation to phosphate and calcium nutrition. <Http://Dx.Doi.Org/10.1080/14620316.1999.11511155>, 74(5), 573–578. <https://doi.org/10.1080/14620316.1999.11511155>
- Pandolfini, T. (2009). Seedless Fruit Production by Hormonal Regulation of Fruit Set. *Nutrients 2009, Vol. 1, Pages 168-177*, 1(2), 168–177. <https://doi.org/10.3390/NU1020168>
- Petropoulos, S. A., Khah, E. M., & Passam, H. C. (2012). Evaluation of rootstocks for watermelon grafting with reference to plant development, yield and fruit quality. *International Journal of Plant Production*, 6(4), 481–492. <http://ijpp.gau.ac.ir/guasnr>
- Relaño, A. (1983, July 17). Campos de sal por abuso de agua. *El País*. https://elpais.com/diario/1983/07/17/economia/427240812_850215.html
- Rodríguez-Navarro, A. (2000). Potassium transport in fungi and plants. *Biochimica et Biophysica Acta - Reviews on Biomembranes*, 1469(1), 1–30. [https://doi.org/10.1016/S0304-4157\(99\)00013-1](https://doi.org/10.1016/S0304-4157(99)00013-1)
- Rouphael, Y., Cardarelli, M., Rea, E., Battistelli, A., & Colla, G. (2006). Comparison of the subirrigation and drip-irrigation systems for greenhouse zucchini squash production using saline and non-saline nutrient solutions. *Agricultural Water Management*, 82(1–2), 99–117. <https://doi.org/10.1016/J.AGWAT.2005.07.018>
- Sonneveld, C., & Straver, N. (1994). *Nutrient solutions for vegetables and flower grown in water o substrates* (10th ed.). Proefstation voor tuinbouw onder glas te Naaldwijk. n.º 8.
- Tao, J.-J., Chen, H.-W., Ma, B., Zhang, W.-K., Chen, S.-Y., & Zhang, J.-S. (2015). The Role of Ethylene in Plants Under Salinity Stress. *Frontiers in Plant Science*, 0(NOVEMBER), 1059. <https://doi.org/10.3389/FPLS.2015.01059>
- Tsaballa, A., Xanthopoulou, A., Madesis, P., Tsaftaris, A., & Nianiou-Obeidat, I. (2021). Vegetable Grafting From a Molecular Point of View: The Involvement of Epigenetics in Rootstock-Scion Interactions. *Frontiers in Plant Science*, 0, 2129. <https://doi.org/10.3389/FPLS.2020.621999>
- Yan, Y., Wang, S., Wei, M., Gong, B., & Shi, Q. (2018). Effect of Different Rootstocks on the Salt Stress Tolerance in Watermelon Seedlings. *Horticultural Plant Journal*, 4(6), 239–249. <https://doi.org/10.1016/J.HPJ.2018.08.003>