



Universidad Nacional del Litoral  
Facultad de Ciencias Agrarias

Tesis presentada para optar al grado de  
Doctor en Ciencias Agrarias

**EFFECTO DE LA SALINIDAD SOBRE PLANTAS DE MELÓN  
(*Cucumis melo* L.) INJERTADAS**

Autora: Ing. Agr. Cynthia Defilipis

Director de Tesis: Dr. Carlos Alberto Bouzo

Codirector: Dr. Gabriel Céccoli

Esperanza, Santa Fe, septiembre 2023



## Índice General

Índice General .....	2
Índice de Figuras .....	5
<b>Índice de Tablas</b> .....	<b>13</b>
Lista de abreviaturas y siglas .....	16
Resumen.....	18
Abstract .....	20
1 Introducción .....	22
2 Hipótesis de trabajo .....	26
3 Objetivo general.....	26
3.1 Objetivos particulares .....	26
Capítulo 1 .....	27
1 Introducción .....	28
2 Materiales y métodos .....	30
2.1 Localización de los experimentos.....	30
2.2 Material vegetal .....	30
2.3 Tecnología de cultivo .....	31
2.4 Determinaciones sobre el cultivo.....	32
2.4.1 Masa seca .....	32
3 Resultados .....	37
3.1 Masa seca radicular .....	37
3.2 Masa seca aérea.....	40
3.2.1 Masa seca aérea vegetativa .....	40

3.2.2	Masa seca aérea vegetativa particionada.....	42
3.3	Masa seca de frutos .....	49
3.4	Área foliar.....	50
3.5	Análisis de crecimiento .....	54
4	Discusión .....	60
5	Conclusión .....	67
Capítulo 2 .....		68
Consumo de agua en plantas de melón injertadas regadas con soluciones salinas.....		68
1	Introducción .....	69
2	Materiales y métodos .....	71
3	Resultados .....	72
3.1	Consumo de agua.....	72
3.2	Coeficiente de cultivo.....	75
3.3	Conductividad eléctrica del sustrato.....	77
4	Discusión .....	79
5	Conclusión .....	82
Capítulo 3 .....		83
Concentración de calcio, potasio, sodio y cloro en la masa seca y de clorofila de las hojas de plantas de melón injertadas afectadas por condiciones salinas.....		83
1	Introducción .....	84
2	Materiales y métodos .....	87
3	Resultados .....	88
3.1	Concentración de potasio, calcio y sodio en masa seca foliar y de tallos.....	88
3.2	Relaciones $K^+/Na^+$ y $Ca^{2+}/Na^+$ en hojas y tallos.....	89

3.3	Concentración de cloro .....	89
3.4	Concentración de clorofila .....	90
4	Discusión .....	92
5	Conclusión .....	95
Capítulo 4 .....		96
Efecto de la salinidad sobre parámetros de calidad de frutos de melón de plantas injertadas.....		96
1	Introducción .....	97
2	Materiales y Métodos .....	98
3	Resultados .....	99
3.1	Masa fresca de los frutos .....	99
3.2	Parámetros de calidad de frutos .....	100
3.2.1	Sólidos solubles totales .....	100
3.2.2	Acidez titulable .....	101
3.2.3	Índice de madurez .....	102
4	Discusión .....	103
5	Conclusión .....	106
Resultados y Discusión General .....		107
Conclusiones Generales .....		121
Referencias .....		123
Anexo .....		136
136		
Agradecimientos .....		137

## Índice de Figuras

Figura 1: Detalle del plantín de melón injertado sobre pie de zapallo (centro). Plantín franco de melón (izquierda) y de franco zapallo (derecha) previo al injerto.....	31
.....	31
Figura 2: Plantines de melón recién trasplantados a envases .....	31
.....	32
Figura 3: Muestra de masa fresca de fruto de melón.....	32
Figura 4: Planta de melón en contenedor ubicada sobre tarima de madera con emisor de riego localizado instalado.....	33
.....	34
Figura 5: Vista general de uno de los experimentos en el invernadero. ....	34
.....	37
Figura 6: Evolución de la masa seca radicular, expresada en g, en función del tiempo térmico del cultivo de melón. Resultados los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m <sup>-1</sup> .....	37
.....	39
Figura 7: Valores medios de masa seca radicular de los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m <sup>-1</sup> . ....	39
Figura 8: Evolución de la masa seca aérea vegetativa, expresada en LN (g), en función del tiempo térmico del cultivo de melón. Resultados los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m <sup>-1</sup> . ....	40
Figura 9: Valores medios de masa seca aérea vegetativa de los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m <sup>-1</sup> . ....	42
Figura 10: Evolución de la masa seca foliar, expresada en g, en función de períodos quincenales de tiempo térmico del cultivo de melón. Resultados los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj)	

e injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m <sup>-1</sup> . .....	43
Figura 11: Valores medios de masa seca aérea foliar de los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m <sup>-1</sup> . .....	44
Figura 12: Evolución de la masa seca de tallos en función de períodos quincenales de tiempo térmico del cultivo de melón. Resultados los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m <sup>-1</sup> . .....	46
Figura 13: Valores medios de masa seca de tallos de los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m <sup>-1</sup> . .....	48
Figura 14: Valores de masa seca de frutos muestreados de los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m <sup>-1</sup> . .....	49
Figura 15: Evolución del área foliar en función de períodos quincenales de tiempo térmico del cultivo de melón. Resultados los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m <sup>-1</sup> e injertadas (inj) regadas con solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4) dS m <sup>-1</sup> . .....	51
Figura 16: Evolución del área foliar en función de períodos quincenales de tiempo térmico del cultivo de melón. Resultados los tratamientos evaluados en plantas injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 6 (S6) y 8 (S8) dS m <sup>-1</sup> . .....	51
Figura 17: Valores medios de área foliar de los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m <sup>-1</sup> . .....	52

Figura 18: Evolución de la tasa de área foliar (LAR) en función de períodos quincenales de tiempo térmico del cultivo de melón. Resultados los tratamientos evaluados en plantas injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 6 (S6) y 8 (S8) dS m <sup>-1</sup> .....	54
Figura 19: Evolución del área foliar específica (SLA) en función de períodos quincenales de tiempo térmico del cultivo de melón. Resultados los tratamientos evaluados en plantas injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 6 (S6) y 8 (S8) dS m <sup>-1</sup> .....	56
Tabla 17: Coeficientes del modelo de evolución del área foliar específica (SLA) en función del tiempo térmico de los tratamientos evaluados sobre plantas francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m <sup>-1</sup> .....	56
Figura 20: Evolución de la tasa de peso foliar (LWR) en función de períodos quincenales de tiempo térmico del cultivo de melón. Resultados los tratamientos evaluados en plantas injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 6 (S6) y 8 (S8) dS m <sup>-1</sup> .....	58
Figura 21: Valores medios de la tasa relativa de crecimiento (RGR) de los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m <sup>-1</sup> . .....	60
.....	60
Figura 22: Valores medios de la tasa asimilación neta (NAR) de los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m <sup>-1</sup> . .....	60
Figura 23: Detalle del corte del vástago de plantas de melón injertadas sobre pie de <i>Cucurbita maxima</i> Duch. x <i>Cucurbita moschata</i> Duch. bajo la cicatriz del injerto (izquierda) y sobre ésta (derecha). .....	63
Figura 24: Biplot del Análisis de Componentes Principales (ACP) entre los valores medios de masa seca particionada y área foliar y los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj)	

consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m <sup>-1</sup> .....	64
Figura 25: Triplot del Análisis de Regresión por Mínimos Cuadrados Parciales (PLS) entre los valores medios de masa seca particionada y área foliar (variables respuesta) y la suma de grados día SGD y el Q (cociente fototermal) (variables predictoras) de los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m <sup>-1</sup> .....	65
Figura 26: Análisis de Conglomerados (Clusters) entre los valores medios de masa seca particionada y área foliar y los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m <sup>-1</sup> .....	66
Figura 27: Consumo de agua del cultivo de melón ( <i>Cucumis melo</i> L.) expresada en mm d <sup>-1</sup> en el experimento 1 con relación al período quincenal del ciclo determinado por su tiempo térmico. Plantas sin injertar e injertadas sobre pie de <i>Cucurbita maxima</i> Duch. x <i>Cucurbita moschata</i> Duch. en función de los diferentes tratamientos, consistentes en el uso de soluciones nutritivas de diferente conductividad eléctrica. ....	72
Figura 28: Consumo medio de agua del cultivo de melón ( <i>Cucumis melo</i> L.) expresada en mm d <sup>-1</sup> en el experimento 1, plantas sin injertar e injertadas sobre pie de <i>Cucurbita maxima</i> Duch. x <i>Cucurbita moschata</i> Duch. en función de los diferentes tratamientos, consistentes en el uso de soluciones nutritivas de diferente conductividad eléctrica. ....	73
Figura 29: Consumo de agua del cultivo de melón ( <i>Cucumis melo</i> L.) expresada en mm d <sup>-1</sup> en el experimento 2 con relación al período quincenal del ciclo determinado por su tiempo térmico. Plantas sin injertar e injertadas sobre pie de <i>Cucurbita maxima</i> Duch. x <i>Cucurbita moschata</i> Duch. en función de los diferentes tratamientos, consistentes en el uso de soluciones nutritivas de diferente conductividad eléctrica. ....	74
Figura 30: Consumo medio de agua del cultivo de melón ( <i>Cucumis melo</i> L.) expresada en mm d <sup>-1</sup> en el primer experimento, plantas sin injertar e injertadas sobre pie de <i>Cucurbita maxima</i> Duch. x <i>Cucurbita moschata</i> Duch. en función de los diferentes tratamientos, consistentes en el uso de soluciones nutritivas de diferente conductividad eléctrica. ....	75

Figura 31: Coeficiente de cultivo ( $K_c$ ) del cultivo de melón ( <i>Cucumis melo</i> L.) en el experimento 1 con relación al período quincenal del ciclo determinado por su tiempo térmico. Plantas sin injertar e injertadas sobre pie de <i>Cucurbita maxima</i> Duch. x <i>Cucurbita moschata</i> Duch. en función de los diferentes tratamientos, consistentes en el uso de soluciones nutritivas de diferente conductividad eléctrica.....	76
Figura 32: Valores medios del coeficiente de cultivo ( $K_c$ ) del cultivo de melón ( <i>Cucumis melo</i> L.) en el experimento 1 con relación al período quincenal del ciclo determinado por su tiempo térmico. Plantas sin injertar e injertadas sobre pie de <i>Cucurbita maxima</i> Duch. x <i>Cucurbita moschata</i> Duch. en función de los diferentes tratamientos, consistentes en el uso de soluciones nutritivas de diferente conductividad eléctrica. ....	77
Figura 33: evolución de la conductividad eléctrica (CE) del sustrato medida en el experimento 2 y expresada en $dS\ m^{-1}$ en función de períodos quincenales de tiempo térmico de plantas sin injertar e injertadas sobre pie de <i>Cucurbita maxima</i> Duch. x <i>Cucurbita moschata</i> Duch.....	78
Figura 34: Conductividad Eléctrica (CE) media del sustrato medida en el experimento 2 y expresada en $dS\ m^{-1}$ de plantas sin injertar e injertadas sobre pie de <i>Cucurbita maxima</i> Duch. x <i>Cucurbita moschata</i> Duch.....	79
Figura 35: Triplot del Análisis de Regresión por Mínimos Cuadrados Parciales (PLS) entre los valores medios de masa seca particionada y área foliar (variables respuesta) y la suma de grados día SGD, el Q (cociente fototermal) y el consumo de agua (variables predictoras) de los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) de melón consistentes en el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) $dS\ m^{-1}$ .....	81
Figura 36: Valores medios de sodio (Na), calcio (Ca) y potasio (K) en masa seca aérea vegetativa particionada de los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) $dS\ m^{-1}$ .....	88
Figura 37: Valores medios de las relaciones entre calcio (Ca) y sodio (Na) ( $Ca^{2+}/Na^+$ ) y entre potasio (K) y sodio (Na) ( $K^+/Na^+$ ) en masa seca aérea vegetativa particionada de los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la	

solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m <sup>-1</sup> .....	89
Figura 38: Valores medios de cloro (Cl) en masa seca aérea vegetativa particionada de los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m <sup>-1</sup> .....	90
Figura 39: Evolución del contenido de clorofila relativa medido con SPAD de los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) de melón consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m <sup>-1</sup> .....	91
Figura 40: Concentración de clorofila total y sus componentes a y b de los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) de melón consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m <sup>-1</sup> .....	92
Figura 41: Triplot del Análisis de Regresión por Mínimos Cuadrados Parciales (PLS) entre los valores medios de masa seca aérea vegetativa particionada (variables respuesta) y el contenido de Na, Ca, K y las relaciones Ca <sup>2+</sup> /Na <sup>+</sup> y K <sup>+</sup> /Na <sup>+</sup> (variables predictoras) de los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) de melón consistentes en el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m <sup>-1</sup> .....	93
Figura 42: Triplots del Análisis de Regresión por Mínimos Cuadrados Parciales (PLS) entre los valores de clorofila total y sus componentes a y b (variables respuesta) y el contenido de Cl en masa seca vegetativa aérea particionada (variables predictoras) de los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) de melón consistentes en el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m <sup>-1</sup> a los 35 (a); 63 (b); 90 (c) y 109 (d) días del ciclo expresados a partir del tiempo térmico. ....	94
Figura 43: Valores medios de masa fresca de los frutos de melón de los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución	

con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m <sup>-1</sup> . .....	99
Figura 44: Valores medios del contenido de sólidos solubles totales (SSC) de la masa fresca de los frutos de melón de los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m <sup>-1</sup> . .....	101
Figura 45: Valores medios de la acidez titulable de la masa fresca de los frutos de melón de los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m <sup>-1</sup> . .....	102
Figura 46: Valores medios de la relación de madurez de los frutos de melón de los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m <sup>-1</sup> . .....	103
Figura 47: Triplot del Análisis de Regresión por Mínimos Cuadrados Parciales (PLS) entre los valores medios sólidos solubles totales expresados como °Brix, la acidez titulable y la relación de madurez de los frutos de melón (variables respuesta) y el contenido de Na, Ca, K de la masa seca aérea foliar (variables predictoras) de los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) de melón consistentes en el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m <sup>-1</sup> . .....	106
Figura 48: Guía del científico para analizar la tolerancia a la sal de las plantas. ( <i>Plant scientist's guide to dissecting salt tolerance</i> ) (Morton et al., 2019). .....	109
Figura 49: Sistema radicular de los tratamientos evaluados, a) a los 14 días del inicio de la exposición a la condición salina; b) a los 28 días posteriores al inicio de la exposición a la condición salina. Tratamientos: control (solución de riego sin modificar CE), S4 (solución de riego con CE de 4 dS m <sup>-1</sup> ), S6 (solución de riego con CE de 6 dS m <sup>-1</sup> ), S8 (solución de riego con CE de 8 dS m <sup>-1</sup> ). .....	110
Figura 50: Representación gráfica de los valores medios y máximos de consumo de agua de los tratamientos de los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) de melón consistentes en el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para	

incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m <sup>-1</sup> y de la CE del sustrato. .....	111
Figura 51: Representación gráfica de los valores medios de área foliar de los de los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) de melón consistentes en el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m <sup>-1</sup> . .....	112
Figura 52: Representación gráfica de los valores medios de masa seca particionada de los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) de melón consistentes en el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m <sup>-1</sup> . .....	113
Figura 53: Representación gráfica de los valores porcentuales medios de clorofila a y b expresados sobre la concentración de clorofila total de las hojas tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) de melón consistentes en el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m <sup>-1</sup> . .....	114
Figura 54: Representación gráfica de los valores porcentuales sobre masa seca foliar y de tallos de la concentración de los iones K <sup>+</sup> , Ca <sup>2+</sup> , Na <sup>+</sup> y Cl <sup>-</sup> y la relación entre el ion K <sup>+</sup> y el ion Ca <sup>2+</sup> con el ion Na <sup>+</sup> de los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) de melón consistentes en el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m <sup>-1</sup> . .....	116
Figura 55: Representación gráfica de los valores de masa seca particionada y masa fresca de frutos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) de melón consistentes en el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m <sup>-1</sup> . .....	117
Figura 56: Índices de tolerancia al estrés. ....	118
Figura 57: Parámetros de calidad interna de los frutos de todos los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) de melón consistentes en el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m <sup>-1</sup> . .....	120

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1:</b> Composición de la solución nutritiva utilizada para el riego de las plantas de melón de los experimentos. ....	33
<b>Tabla 2:</b> Fechas de inicio y finalización de los experimentos y duración de los ciclos del cultivo de melón. ....	34
<b>Tabla 3:</b> Índices de crecimiento evaluados sobre la masa seca de melón de los experimentos. ....	35
<b>Tabla 4:</b> Coeficientes del modelo de acumulación de masa seca radicular en función del tiempo térmico de los tratamientos evaluados francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m <sup>-1</sup> . ....	38
<b>Tabla 5:</b> Coeficientes de correlación de Pearson entre la masa seca de raíces y la suma de grados día (SGD) de los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m <sup>-1</sup> . ....	38
<b>Tabla 6:</b> Coeficientes del modelo de acumulación del LN de la masa seca aérea vegetativa en función del tiempo térmico de los tratamientos evaluados francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m <sup>-1</sup> . ....	41
<b>Tabla 7:</b> Coeficientes de correlación de Pearson entre la masa seca aérea vegetativa y la suma de grados día (SGD) de los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m <sup>-1</sup> . ....	42
<b>Tabla 8:</b> Coeficientes del modelo de acumulación de la masa seca foliar en función del tiempo térmico de los tratamientos evaluados sobre plantas francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m <sup>-1</sup> . ....	44
<b>Tabla 9:</b> Coeficientes de correlación de Pearson entre la masa seca aérea foliar y la suma de grados día (SGD) de los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el	

riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m <sup>-1</sup> .....	45
<b>Tabla 10:</b> Coeficientes del modelo de acumulación de la masa seca foliar en función del tiempo térmico de los tratamientos evaluados sobre plantas francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m <sup>-1</sup> .....	47
<b>Tabla 11:</b> Coeficientes de correlación de Pearson entre la masa seca de tallos y la suma de grados día (SGD) de los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m <sup>-1</sup> .....	48
<b>Tabla 12:</b> Coeficientes de correlación de Pearson entre la masa seca de frutos, la suma de grados día (SGD) y el cociente fototermal (Q) de los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m <sup>-1</sup> .....	49
<b>Tabla 13:</b> Coeficientes del modelo de evolución del área foliar en función del tiempo térmico de los tratamientos evaluados sobre plantas francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m <sup>-1</sup> .....	51
<b>Tabla 14:</b> Coeficientes de correlación de Pearson el área foliar y la suma de grados día (SGD) de los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m <sup>-1</sup> .....	53
<b>Tabla 15:</b> Coeficientes del modelo de evolución de la tasa de área foliar (LAR) en función del tiempo térmico de los tratamientos evaluados sobre plantas francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m <sup>-1</sup> .....	54
<b>Tabla 16:</b> Análisis de la varianza (ANAVA) de la tasa de área foliar (LAR) de los tratamientos evaluados sobre plantas francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m <sup>-1</sup> .....	55

<b>Tabla 17:</b> Coeficientes del modelo de evolución del área foliar específica (SLA) en función del tiempo térmico de los tratamientos evaluados sobre plantas francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m <sup>-1</sup> .....	56
<b>Tabla 18:</b> Análisis de la varianza (ANOVA) del área foliar específica (SLA) de los tratamientos evaluados sobre plantas francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m <sup>-1</sup> .....	57
<b>Tabla 19:</b> Coeficientes del modelo de evolución la tasa de peso foliar (LWR) en función del tiempo térmico de los tratamientos evaluados sobre plantas francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m <sup>-1</sup> .....	58
<b>Tabla 20:</b> Análisis de la varianza (ANOVA) de la tasa de peso foliar (LWR) de los tratamientos evaluados sobre plantas francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m <sup>-1</sup> .....	59
<b>Tabla 21:</b> Coeficientes de correlación de Pearson entre masa fresca de los frutos de melón de los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m <sup>-1</sup> y la suma de grados día (SGD) y el cociente fototermal (Q).....	100
<b>Tabla 22:</b> Índices de tolerancia al estrés calculados sobre parámetros de masa seca aérea total y particionada, radicular y fresca de frutos de los tratamientos.....	118

### Lista de abreviaturas y siglas

AF: área foliar	NAR: tasa de asimilación neta
ARN/RNA: ácido ribonucleico	Q: cociente fototermal
AT: acidez titulable	RGR: tasa relativa de crecimiento
Ca: calcio	ROS: especies reactivas de oxígeno
CE: conductividad eléctrica	RSi: radiación solar incidente media
Cl: cloro	S/C: índice de tolerancia salina
DGC: prueba o test de formación de grupos excluyentes	S0: tratamiento regado con solución nutritiva de 1,2 dS m <sup>-1</sup> (±0,01)
ETc: evapotranspiración del cultivo	S4: tratamiento regado con solución nutritiva de 4 dS m <sup>-1</sup> (±0,05)
ETo: evapotranspiración de referencia	S6: tratamiento regado con solución nutritiva de 6 dS m <sup>-1</sup> (±0,05)
GMP: índice de productividad geométrica	S8: tratamiento regado con solución nutritiva de 8,19 dS m <sup>-1</sup> (±0,10)
inj: parcela de plantas injertadas	SGD: sumatoria de grados día
K: potasio	sinj: parcela de plantas no injertadas o francas
Kc: coeficiente de cultivo	SLA: área foliar específica
LAR: tasa de área foliar	SSC: contenido de sólidos solubles totales
LN: logaritmo natural o neperiano	SSI: índice de susceptibilidad al estrés
LWR: razón de peso foliar	STI: índice de tolerancia al estrés
MLGyM: modelos lineales generales y mixtos	SWP: índice de rendimiento ponderado por estrés
MP: índice de productividad media	
Na: sodio	
NaCl: cloruro de sodio	

TOL: índice de tolerancia

Vm: volumen del medio

W: masa seca total

Wfoliar: masa seca foliar

$\delta_s$ : densidad aparente del sustrato

$\delta_w$ : densidad del agua

$\Delta W$ : contenido gravimétrico de agua

## Resumen

La salinización secundaria de los suelos en invernaderos como consecuencia del riego con agua de moderada a severa aptitud para su uso se incrementó en las áreas hortícolas periurbanas en Argentina en los últimos años.

Los rasgos asociados al rendimiento están inversamente relacionados con las condiciones de estrés abiótico durante el desarrollo de plantas anuales. Esta condición interfiere en la fotosíntesis, transpiración e intercambio gaseoso, disminuye el contenido de pigmentos fotosintéticos, distorsiona estructuras de órganos celulares e incide, en consecuencia, negativamente sobre el crecimiento.

El cultivo de melón muestra su mejor performance productiva expresada en volumen y calidad de frutos si la conductividad eléctrica del agua de riego no supera los 4 dS m<sup>-1</sup> al no verse afectado negativamente su desarrollo.

Entre las estrategias para mitigar las condiciones salinas del medio de cultivo se promueve la producción a partir de plantas injertadas sobre pies tolerantes a dicha condición.

El híbrido de zapallo *Cucurbita maxima* Duch. x *Cucurbita moschata* Duch. se enmarca entre los pies tolerantes para cucurbitáceas.

Se realizaron cinco experimentos a fin de evaluar el efecto del riego con soluciones nutritivas de CE y 4 dS m<sup>-1</sup> ( $\pm 0,05$ ), 6 dS m<sup>-1</sup> ( $\pm 0,05$ ) y 8,19 dS m<sup>-1</sup> ( $\pm 0,10$ ) en plantas injertadas de melón sobre el mencionado pie producidas en contenedores bajo invernadero, siendo el tratamiento control plantas francas regadas con solución de 1,2 dS m<sup>-1</sup> ( $\pm 0,01$ ) de CE.

La respuesta se cuantificó a partir del análisis de crecimiento, consumo de agua, acumulación de iones Na, Cl, Ca y K, clorofila relativa, total y sus componentes a y b, y calidad de los frutos dada por su ratio de madurez.

El crecimiento del cultivo se afectó negativamente cuando la CE de la solución superó los 4 dS m<sup>-1</sup>. Asimismo, se produjo una merma en el contenido de clorofila total y una disminución en el consumo de agua con el avance del ciclo, impactando sobre la acumulación de iones en masa seca aérea y su traslocación a frutos.

Los resultados obtenidos en los experimentos indican que las plantas de melón injertadas atravesaron la fase osmótica del estrés salino al expresar un grado de tolerancia dado el bajo detrimento de la actividad fotosintética y disminución de la tasa de transpiración, estimada indirectamente a través del consumo de agua.

El volumen de producción de las plantas injertadas fue mayor que el tratamiento control, pero con menor calidad de producto cuando la salinidad del agua de riego superó los 4 dS m<sup>-1</sup>.

Se concluye que las plantas de melón injertadas sobre pie de zapallo producidas en invernadero en contenedores modifican negativamente su crecimiento y calidad de los frutos en respuesta a la salinidad.

Palabras clave: estrés osmótico, pie de injerto, crecimiento, calidad de frutos

## Abstract

Secondary salinization of soils in greenhouses, because of irrigation with water of moderate to severe aptitude, has increased in horticultural peri-urbans lands in Argentina in recent years.

Yield-associated traits are inversely related to abiotic stress conditions during annual plant development. This condition affects photosynthesis, transpiration and gas exchange, decreases photosynthetic pigments content, damages cellular structures and, consequently, negatively affects growth.

Melon crop shows its best productive performance, expressed in volume and quality of fruits, if electrical (EC) conductivity of irrigation water does not exceed  $4 \text{ dS m}^{-1}$ , as its development is not negatively affected.

Among the strategies to mitigate salinity of culture medium, production of grafted plants on stems tolerant to such conditions is promoted.

Pumpkin hybrid *Cucurbita maxima* Duch. x *Cucurbita moschata* Duch. is classified among tolerant rootstocks for cucurbits.

Five experiments were carried out to evaluate the effect of irrigation of grafted melon plants, cultivated in containers under greenhouse conditions, with different EC nutrient solutions:  $4 \text{ dS m}^{-1}$  ( $\pm 0.05$ ),  $6 \text{ dS m}^{-1}$  ( $\pm 0.05$ ) and  $8.19 \text{ dS m}^{-1}$  ( $\pm 0.10$ ). Control treatment consisted if non-grafted plants irrigated with  $1.2 \text{ dS m}^{-1}$  ( $\pm 0.01$ ) EC solution.

The response was quantified from growth analysis, water consumption, Na, Cl, Ca and K ions accumulation, relative and total chlorophyll and its components *a* and *b*, and fruit quality expressed by its maturity ratio.

Crop growth was negatively affected when EC exceeded  $4 \text{ dS m}^{-1}$ . Likewise, there was a decrease in total chlorophyll content and water consumption as crop cycle progressed, impacting on accumulation of ions in aerial dry mass and translocation to fruits.

Results obtained in the experiments indicate that grafted melon plants went through the osmotic phase of saline stress, expressing a degree of tolerance with a low detriment of photosynthetic activity and transpiration rate decrease, estimated indirectly through water consumption.

Production of grafted plants was higher than control treatment, but with lower product quality when EC of irrigation water exceeded 4 dS m<sup>-1</sup>.

It is concluded that melon plants grafted on squash stems, produced in greenhouses in containers, negatively modify their growth and fruit quality in response to salinity.

Keywords: osmotic stress, rootstock, growth, fruit quality

## 1 Introducción

Los cultivos se enfrentan a diversos factores ambientales que limitan su productividad. Uno de los que mayor impacto produce sobre su potencialidad para expresar su calidad y rendimiento es la salinidad de los suelos. Entre 1100 y 2000 millones de hectáreas en el mundo presentan degradación por sales (EL Sabagh et al., 2020; FAO, 2021; Hopmans et al., 2021; Niu et al., 2022).

La salinidad asociada con climas áridos o semiáridos, considerada como salinización primaria, es consecuencia de la meteorización del material originario que al contener sales las descargan en la solución del suelo. Asimismo, se considera dentro de este tipo de salinización al proceso producido por la intrusión de agua de mar o por el depósito de sales vehiculizadas por el viento o por las precipitaciones en zonas costeras (Corwin & Scudiero, 2019; EL Sabagh et al., 2020; Giordano et al., 2021; Hopmans et al., 2021; Mustafa et al., 2019; Negacz et al., 2022).

La acumulación de sales en suelo causada por actividades antrópicas se conoce como salinización secundaria. En ambientes dominados por la producción primaria, particularmente la vegetal, el riego incrementa el contenido salino del perfil del suelo si las condiciones de drenaje no son adecuadas y/o si el agua contiene altas concentraciones de sales (*irrigation-induced salinity*). El uso excesivo de fertilizantes, el desmonte en zonas áridas y semiáridas para el posterior uso de esas tierras con cultivos anuales (*dryland salinity*), son otros factores que favorecen la salinización secundaria (Corwin & Scudiero, 2019; Cuevas et al., 2019; EL Sabagh et al., 2020; Hopmans et al., 2021; Maertens et al., 2022; Mustafa et al., 2019; Niu et al., 2022; Velmurugan et al., 2020).

Un caso particular de salinización secundaria es el producido en invernaderos. La protección de cultivos con una cubierta plástica no permite el aporte hídrico de las precipitaciones, contando sólo con el realizado por irrigación, incrementando de esta manera la salinidad del suelo mediada por altas temperaturas al limitar su lixiviación. En estas producciones la fuente de agua aprovechada usualmente es subterránea, con diferente contenido salino. La intensificación de la producción bajo cubierta requiere un mayor uso de agroquímicos respecto a producciones a campo, siendo pocos productores quienes realizan los monitoreos o controles que podrían evitar la degradación del suelo (Fan et al., 2020; Fan et al., 2021; Li et al., 2018; Liao et al., 2018; Paladino et al., 2018; Phogat et al., 2020; Taha et al., 2020)

El término salinidad hasta aquí expuesto, que refiere a la concentración de sales minerales disueltas en la solución del suelo, es extensivo además para el agua. Los principales solutos que componen estas sales son los cationes sodio, calcio, magnesio y potasio, y los aniones cloro, sulfato, carbonato, bicarbonato y nitrato (Corwin & Scudiero, 2019; Safdar et al., 2019; Yasuor et al., 2020).

Existen plantas que son genéticamente resistentes a condiciones salinas, en tanto otras presentan algún nivel de tolerancia. Estudios sobre estas han determinado que la tolerancia a la salinidad es poligénica, es decir, son varios los genes involucrados para dotar al vegetal de estrategias para afrontar estas condiciones. Es la multiplicidad de genes asociados a este carácter la que enlentece el progreso en el mejoramiento de plantas que posibilitaría su producción cuando, sobre las condiciones adversas, prevalece la presencia de sales en el medio en que se desarrollan, resultando necesario ampliar la investigación en el campo de la genómica (Arif et al., 2020; Hernández, 2019; Raza et al., 2022; Wani et al., 2020; Zhao et al., 2020).

Como estrategia para mitigar el efecto de las condiciones de estrés salino sobre los cultivos y así mantener estabilidad productiva en zonas donde el riesgo salino es alto, más allá de los avances desde el campo de la genética, se indaga sobre otras posibilidades que incluyen la tecnología del riego, la calidad de agua de diferentes fuentes y el uso de plantas injertadas sobre pies resistentes o tolerantes al mencionado estrés, entre otras.

Los sistemas de riego se clasifican en gravitacionales y presurizados. Los primeros, representados por riego por surcos, melgas, o inundación, utilizan la topografía del terreno para distribuir el agua en los cultivos; en tanto que los segundos, por aspersión o localizados, requieren de un sistema de tuberías y un emisor para cumplir dicha función (Zaman et al., 2018).

A su vez, dada la espacialidad en la entrega del agua, el perfil del suelo humedecido difiere entre ellos. Los riegos gravitacionales y los presurizados que hacen el aporte de agua por emisores que mojan toda la superficie del lote en que está implantado el cultivo, muestran un espectro similar en profundidad, dependiendo la extensión en ese sentido del volumen de agua aplicado. Las sales del agua que no son consumidas por el cultivo se depositan en el límite entre la zona húmeda y seca no afectando la zona de desarrollo radicular en tanto no exista ascenso hídrico de estratos saturados profundos o drenaje deficiente. En riegos localizados, donde las zonas húmedas y secas del perfil se delimitan según la distribución de los emisores y tienen una menor profundidad respecto a otros

riegos, la alternancia de los ciclos de riego provoca el ascenso por evaporación de las sales depositadas en límite definido en los métodos previamente mencionados, (Bortolini et al., 2018; Corwin & Grattan, 2018; Pulido-Bosch et al., 2018; Yasuor et al., 2020; Zaman et al., 2018).

En ambas situaciones, el manejo del volumen de agua entregado para satisfacer la demanda hídrica del cultivo debe incrementarse en una proporción determinada que permita así la lixiviación para mantener las sales fuera de la zona de desarrollo de las raíces y establecer los ciclos de riego con una frecuencia adecuada (Corwin & Grattan, 2018; Li et al., 2018; Minhas et al., 2020; Safdar et al., 2019; Yasuor et al., 2020; Zaman et al., 2018).

La calidad de agua de riego se caracteriza según sus efectos sobre el crecimiento del cultivo y el rendimiento. Entre los problemas asociados al uso de agua de riego de aptitud moderada se destacan la salinidad, la sodicidad y, en caso de ser aplicada a cultivos susceptibles, la toxicidad frente a determinados iones, siendo aún más relevantes en escenarios donde el aporte hídrico de las precipitaciones es escaso o nulo (Malakar et al., 2019; Yasuor et al., 2020; Zaman et al., 2018).

Las sales disueltas en el agua, en caso de no ser lixiviadas, se acumulan en la zona del suelo donde se desarrollan las raíces incrementando en valor absoluto el potencial osmótico de la solución del suelo disminuyendo la absorción de agua por el cultivo, situación conocida como “sequía fisiológica”. El contenido de sólidos disueltos como parámetro salino, usualmente se expresa a través de la conductividad eléctrica (CE). Aguas con CE superior a  $3 \text{ dS m}^{-1}$  presentan una severa restricción a su uso, siendo aptas solo para el riego de cultivos tolerantes a la salinidad en suelos con drenaje correcto y óptimas condiciones de manejo del sistema (Malakar et al., 2019; Yasuor et al., 2020; Zaman et al., 2018).

La sodicidad, entendida como un exceso en la concentración de sodio, puede provocar alteraciones negativas en la estructura del suelo con una reducción en la tasa de infiltración. Se expresa como relación de adsorción de sodio (RAS), que relaciona este ion con las concentraciones de calcio y magnesio. Para evaluar el impacto de este parámetro, se contrasta con el contenido salino, que mitiga su efecto en el suelo (Malakar et al., 2019; Yasuor et al., 2020; Zaman et al., 2018).

El uso de plantas injertadas data de principios del siglo XX en Japón y Corea como respuesta a mantener caracteres asociados a la calidad organoléptica de cucurbitáceas y a un desempeño

productivo favorable de estas plantas tanto en condiciones de estrés biótico y abiótico. La técnica consiste en la combinación de un vástago de interés productivo, con un sistema radicular llamado “pie o patrón” de plantas de igual o diferente especie, dependiendo su elección del objetivo productivo antes mencionado. Resulta necesario, para obtener un resultado favorable con la unión de ambos cuando el injerto es en plantines, que el diámetro de sus tallos sea semejante (Jayanth & Bhat, 2020; Kumar, Sharma, et al., 2018; Niu et al., 2022; Singh, 2021).

Los métodos más utilizados en plantas hortícolas son el injerto de “empalme o aproximación”, el de “lengüeta”, el de “hendidura” (Kutty, 2020; Singh, 2021), obedeciendo su selección en primer término al cultivo, y luego según la disponibilidad de mano de obra e infraestructura para realizar el proceso (Kyriacou et al., 2020; Singh, 2021).

Entre las ventajas del uso de plantas injertadas se destacan la tolerancia a enfermedades transmitidas por patógenos del suelo y foliares, salinidad, temperaturas extremas y sequía (Jayanth & Bhat, 2020; Kumar, Sharma, et al., 2018; Niu et al., 2022; Roupheal, Kyriacou, et al., 2018). Esta mayor aptitud está dada entre otros por un sistema radicular más vigoroso, con la consecuente mejora en la absorción de agua y nutrientes, mecanismos de defensa antioxidantes fortalecidos, agilización en el transporte de biomoléculas (Kumar, Bharti, et al., 2018; Niu et al., 2022; Roupheal, Kyriacou, et al., 2018).

El zapallo híbrido tetsukabuto, *Cucurbita maxima* Duch. x *Cucurbita moschata* Duch., utilizado como patrón para vástagos de cucurbitáceas, entre ellas el melón, *Cucumis melo* L., confiere tolerancia a este cultivo cuando es realizado en condiciones salinas (Kumar, Sharma, et al., 2018; Kutty, 2020; Niu et al., 2022; Pico et al., 2017; Ulas et al., 2020; Ulas et al., 2019).

En cucurbitáceas la técnica mayormente difundida para realizar el injerto es la de aproximación, dada la baja humedad necesaria luego de realizada la operación (Adigüzel et al., 2022). La misma consiste en la siembra de las semillas del pie una semana antes que las de la copa, para luego que ambas plántulas hayan formado las primeras hojas verdaderas, cortar los hipocótilos con un ángulo de 35 a 45°, desechar el sistema aéreo del pie y el radicular de la copa, y unir las estructuras con un clip de injerto (Adigüzel et al., 2022; Davis et al., 2008). Estas tareas demandan alta mano de obra, por lo que actualmente se están desarrollando maquinarias (*graft robot*) para realizar esta labor (Jiang et al., 2022; Pardo-Alonso et al., 2019).

La división de estadísticas de la FAO (*Food and Agriculture Organization of the United Nations*) informó una superficie cosechada de melón en 2021 a nivel mundial de 1077369,00 ha, de las cuales 5044,00 ha corresponden a Argentina. La producción global fue de 28617598,39 t totales en tanto que nuestro país produjo 80849 t (FAO, 2023). En el último Censo Nacional Agropecuario en Argentina se censaron 4088,30 ha de superficie implantada con esta especie, distinguiendo 19,80 ha bajo cubierta (INDEC, 2022).

Con el presente estudio se espera luego del análisis de los datos obtenidos en experimentos con plantas de melón injertadas sobre zapallo y plantas sin injertar producidas en contenedores bajo condiciones salinas, ampliar el conocimiento respecto al crecimiento de este cultivo y del impacto de dichas condiciones sobre su consumo de agua, para evaluar su aptitud a fin de ser incluido en rotaciones hortícolas en invernaderos.

## **2 Hipótesis de trabajo**

Las plantas de melón (*Cucumis melo* L.) injertadas modifican su crecimiento y calidad de los frutos en respuesta a la salinidad.

## **3 Objetivo general**

Determinar el efecto producido por el injerto sobre el crecimiento y calidad interna de los frutos de melón producidos en condiciones salinas.

### **3.1 Objetivos particulares**

Conocer la dinámica de crecimiento de las plantas injertadas en condiciones salinas.

Determinar el consumo de agua en plantas de melón injertadas regadas con soluciones salinas.

Conocer la concentración final de calcio, potasio, sodio y cloro en la masa seca de plantas injertadas y la concentración de clorofila de las hojas afectadas por condiciones salinas.

Establecer el efecto de la salinidad sobre la concentración de sólidos solubles totales y acidez titulable en los frutos de melón de plantas injertadas

**CAPÍTULO 1**  
**ANÁLISIS DE CRECIMIENTO EN CONDICIONES SALINAS DE PLANTAS DE MELÓN**  
**INJERTADAS**

## 1 Introducción

La tolerancia salina en especies anuales usualmente se evalúan en términos de la tasa de reducción de biomasa, la cual depende del tiempo de exposición a estas condiciones (Munns, 2002; Yadav et al., 2019), correlacionada con su rendimiento (Munns, 2002).

Especies tolerantes a la salinidad expuestas a bajas concentraciones de cloruro de sodio (NaCl), reducen levemente su masa seca. Ante igual concentración, plantas que presentan una moderada tolerancia a estas condiciones, merman su biomasa a valores cercanos al 50%, en tanto que las susceptibles, mueren. Hojas y raíces muestran rápidos cambios negativos en su tasa de crecimiento, mediados por las modificaciones en las relaciones hídricas intracelulares (Munns, 2002).

Si la condición estresante acompaña el desarrollo del ciclo del cultivo, la reducción del crecimiento se manifiesta además en tallos y estructuras reproductivas (Munns, 2002).

El crecimiento es un aumento irreversible en el tamaño de la planta acompañado de un cambio cuantitativo en la biomasa (Price & Munns, 2017; Verbraeken et al., 2021) como resultado de las interacciones fuente-destino (Verbraeken et al., 2021). En tanto que el desarrollo, implica un cambio cualitativo adicional en la forma de la planta o cambio de fase de crecimiento vegetativo a reproductivo (Price & Munns, 2017).

Munns (2002) refiere dos fases de crecimiento como respuesta a la salinidad. Durante la primera, la reducción del crecimiento resulta aparentemente rápida, dada la concentración de sales en la rizosfera. Esta fase osmótica se la considera análoga a un estrés hídrico, siendo posiblemente mediada por señales hormonales desde las raíces. En esta fase, se reduce la velocidad de expansión de hojas en crecimiento, la emergencia de nuevas y yemas laterales (Munns & Tester, 2008; Van Zelm et al., 2020).

La segunda etapa o fase iónica, que requiere mayor tiempo para expresarse, es la debida a daños internos por la alta concentración de sales en las hojas que están transpirando, lo que limita la compartimentalización de estas en las vacuolas de sus células (Munns, 2002). Esta acumulación salina inhibe el crecimiento de hojas jóvenes al mermar el aporte de fotoasimilados a sus células en crecimiento (Munns, 2002). La toxicidad de las sales en hojas viejas provocan su muerte con la consecuente reducción del aparato fotosintético (Munns & Tester, 2008; Van Zelm et al., 2020).

En particular en melón, el estrés salino disminuye la producción de frutos (Ulas et al., 2019; Uyeda et al., 2021; Xiong et al., 2018), reduce área fotosintéticamente activa por clorosis y necrosis de hojas, disminuye la masa seca del tallo (Funga et al., 2022; Ibrarullah et al., 2019; Mirtalebi & Banihashemi, 2019; Modarelli et al., 2020; Ulas et al., 2019; Xiong et al., 2018), la raíz (Ibrarullah et al., 2019; Kuşvuran et al., 2021; Modarelli et al., 2020; Nguyen et al., 2019; Van Zelm et al., 2020) y el peso de los frutos (Da Silva Dias et al., 2018; Porto Filho et al., 2021; Uyeda et al., 2021; Xiong et al., 2018). La reducción observada de la masa seca y área foliar en plantas de melón injertadas sobre pies tolerantes es menor a la determinada en plantas no injertadas (Adarsh et al., 2020; Fu et al., 2018; Kuşvuran et al., 2021; Modarelli et al., 2020; Ulas et al., 2019).

El análisis de crecimiento de las plantas, que data de principios del siglo XX (Blackman, 1919), representa una respuesta cuantitativa a las interacciones entre su genotipo y el ambiente (Price & Munns, 2017; Verbraeken et al., 2021). Los cultivos cumplen sus ciclos de crecimiento y desarrollo durante un período en el que interactúan con condiciones ambientales que podrían limitar la expresión de su potencial, situación en la que juegan un rol fundamental las características adaptativas que le infieren al vegetal la plasticidad para contrarrestar o menguar tales restricciones y continuar con su crecimiento (Powell & Lenhard, 2012; Price & Munns, 2017). Estas características son las que se evidencian a través del análisis de crecimiento en condiciones contrastantes (Price & Munns, 2017).

Los modelos de crecimiento se desarrollaron a partir de poblaciones de células individuales, siendo adaptados a organismos pluricelulares como las plantas. Su resultado es una expresión matemática que relaciona el peso de la masa seca, la duración de su ciclo y/o el área foliar, obteniéndose a través de sus valores un significado funcional (Price & Munns, 2017).

En este trabajo se espera conocer la dinámica de crecimiento de las plantas de melón injertadas en condiciones salinas, para establecer posibles diferencias respecto a plantas francas regadas con solución nutritiva que no las expongan a tal situación.

## 2 Materiales y métodos

### 2.1 Localización de los experimentos

Los experimentos se realizaron en un invernadero doble capilla de estructura metálica marca IRIE de 14 m de ancho por 32 m de largo, situado en el Campo Experimental de la Universidad Nacional de Luján (34°35'12" S - 59°04'52" O; 28 msnm), con orientación NE-SO.

La estructura está cubierta con polietileno LDT de 150  $\mu$  y posee ventilación cenital, frontal, trasera y lateral de apertura manual.

Los datos meteorológicos dentro del invernadero se midieron mediante una estación meteorológica automática VANTAGE PRO-2 (DAVIS Instruments, USA), con sensores de temperatura, humedad relativa, velocidad del viento y radiación solar, variables que fueron medidas y almacenadas con un paso de 30 minutos.

### 2.2 Material vegetal

Los plantines de melón (*Cucumis melo* L.) sin injertar e injertados fueron provistos por la empresa Baby Plant S.R.L. (Olmos, La Plata, Buenos Aires) (Figura 1).

La producción de plantines utilizados como francos y vástagos se realizó a partir de semillas de melón híbrido del tipo "honeydew" (Dream Dew F1, Harris, Estados Unidos). El pie de injerto se obtuvo a partir de semillas de zapallo del tipo "tetsukabuto", *Cucurbita maxima* Duch. x *Cucurbita moschata* Duch. (Ferro RZ F1, Rijk Zwaan, Países Bajos).

La siembra de las semillas de melón en el vivero se realizó 7 días antes que las del zapallo, para obtener diámetros de tallos semejantes que permitieran la injertación por el método de aproximación (Baby Plant S.R.L., comunicación personal).

Ambos tipos de plantines se trasplantaron con tres a cuatro hojas verdaderas completamente desplegadas, estadios 102 a 103 codificación BCCH (Meier, 2018)



**Figura 1: Detalle del plantín de melón injertado sobre pie de zapallo (centro). Plantín franco de melón (izquierda) y de franco zapallo (derecha) previo al injerto.**

### **2.3 Tecnología de cultivo**

Los plantines se trasplantaron a un sustrato en envases de 5 litros de capacidad (Figura 2). Este medio de cultivo se formuló mezclando sustrato comercial (Klassman Dynamics TS2) y perlita agrícola (Perlome) en una proporción 1:2.



**Figura 2: Plantines de melón recién trasplantados a envases**

A los diez días posteriores al trasplante, se quitaron los cotiledones y se despuntaron las plantas, para conseguir su poda de formación a dos guías. Se instaló en el invernadero una malla plástica espaldera para facilitar la sujeción vertical de las plantas.

## 2.4 Determinaciones sobre el cultivo

### 2.4.1 Masa seca

Durante el ciclo de cultivo se realizaron, con una frecuencia entre 14 y 21 días, extracciones de dos plantas al azar por parcela y tratamiento para cuantificar variables de crecimiento.

En los dos primeros experimentos, se obtuvo la masa seca aérea y radicular, el área foliar, la cantidad y el peso fresco de los frutos por planta. En los siguientes, la masa seca aérea particionada entre tallos y hojas, el área foliar y la cantidad y peso fresco de los frutos. Sobre los frutos se tomaron entre dos y tres muestras, según el tamaño de estos, con un muestreador cilíndrico (Figura 3) para obtener su masa seca. Los frutos pequeños luego de pesados se secaron enteros.



Figura 3: Muestra de masa fresca de fruto de melón.

El riego se realizó con solución nutritiva, formulada según las recomendaciones de Cadahia López (2000) (Tabla 1) para melón cultivado en sustrato, utilizando un microaspersor ajustable con estaca IRRITEC modelo 7.3-05 por envase (Figura 4).



**Figura 4: Planta de melón en contenedor ubicada sobre tarima de madera con emisor de riego localizado instalado.**

**Tabla 1: Composición de la solución nutritiva utilizada para el riego de las plantas de melón de los experimentos.**

Etapa fenológica	Concentración de macronutrientes (meq l <sup>-1</sup> )				
	Nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	Amonio (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	Fosfato (H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> )	Potasio (K <sup>+</sup> )	Calcio (Ca <sub>2</sub> <sup>+</sup> )
vegetativa	6,5	0,7	1,2	4,0	3,5
reproductiva	11,5	1,3	1,2	7	6,5
Adición de complejo de microelementos en etapa vegetativa (producto comercial Fetrilon® Combi 2, 0,5 g l <sup>-1</sup> )					

Con el agregado de cloruro de sodio (NaCl), se modificó la conductividad eléctrica (CE) de la solución nutritiva, alcanzando la misma 1,2 dS m<sup>-1</sup> (±0,01) para el tratamiento control (S0); y 4 dS m<sup>-1</sup> (±0,05),

6 dS m<sup>-1</sup> (±0,05) y 8,19 dS m<sup>-1</sup> (±0,10) para los siguientes tratamientos, identificados como S4, S6 y S8 respectivamente. Los tratamientos, consistentes en aplicación de una lámina diaria de riego de 6,8 mm, comenzaron inmediatamente luego de la poda.

Los contenedores separados entre sí a 0,50 m se ubicaron sobre estructuras de madera (Figura 5) en tres bloques con un arreglo espacial de parcelas divididas. Las parcelas fueron plantas injertadas y sin injertar, conteniendo cada una, 12 plantas por tratamiento.



**Figura 5: Vista general de uno de los experimentos en el invernadero.**

Con igual tecnología se realizaron seis experimentos entre diciembre de 2016 y marzo de 2020 (Tabla 2), realizando las mismas evaluaciones en todos los experimentos.

**Tabla 2: Fechas de inicio y finalización de los experimentos y duración de los ciclos del cultivo de melón.**

Experimento	Trasplante	Finalización experimento	Duración del ciclo evaluado
1	15-12-2016	23-02-2017	70 días
2	07-11-2017	16-01-2018	70 días

3	02-02-2018	26-04-2018	83 días
4	08-12-2018	01-03-2019	83 días
5	04-01-2020	13-03-2020	69 días

Las estructuras vegetales previamente pesadas, se llevaron a estufa de secado DGH-9920A (PEET LAB, USA) a 60°C hasta obtener peso constante. Los pesos se midieron con una balanza analítica AJ-2200E (SHINKO DENSHI Co. Ltd., Japón). El área foliar se obtuvo con el escáner CI-202 PORTABLE LEAF AREA METER (CID Inc., USA).

A fin de establecer asociaciones de las variables entre los experimentos se calculó, para cada uno de ellos, la sumatoria de grados día (SGD), el tiempo térmico y el cociente fototermal (Q):

$$SGD (\text{°Cd}^{-1}) = \sum_i^n \text{Temperatura media diaria (°C)} - \text{Temperatura base (°C)}$$

$$\text{Tiempo térmico (d)} = \frac{SGD (\text{°Cd}^{-1})}{\text{Temperatura base (°C)}}$$

$$Q (MJ m^{-2} \text{°C}^{-1}) = \frac{\sum_i^n RSi (MJ m^{-2} d^{-1})}{\sum_i^n \text{Temperatura media diaria (°Cd}^{-1}) - \text{Temperatura base (°C)}}$$

(Bouzo et al., 2015)

siendo,

*Temperatura media* = (temperatura diaria máxima + temperatura diaria mínima)/2;

*Temperatura base* = 10 °C;

*i* = día 0 (trasplante);

*n* = día de finalización del ciclo evaluado;

*RSi* = radiación solar incidente media diaria.

Los resultados obtenidos de las determinaciones mencionadas se integraron en un análisis de crecimiento clásico según los indicadores expuestos en la tabla 3.

**Tabla 3: Índices de crecimiento evaluados sobre la masa seca de melón de los experimentos.**

Índice de crecimiento	fórmula	unidades	Definición funcional
-----------------------	---------	----------	----------------------

Tasa relativa de crecimiento	$RGR = \frac{(\ln W_2 - \ln W_1)}{(t_2 - t_1)}$	$\text{g d}^{-1}$	Tasa de incremento de masa seca por unidad de masa seca presente: eficiencia de crecimiento con respecto a la biomasa
Tasa de asimilación neta	$NAR = \frac{(W_2 - W_1)}{(AF_2 - AF_1)} \frac{(\ln AF_2 - \ln AF_1)}{(t_2 - t_1)}$	$\text{g m}^{-2} \text{d}^{-1}$	Tasa de incremento de masa seca por unidad de área foliar: eficiencia de las hojas en generación de biomasa
Tasa de área foliar	$LAR = \frac{AF}{W}$	$\text{m}^2 \text{g}^{-1}$	Tasa de área foliar respecto a masa seca total: medida del área fotosintética en relación con la masa respiratoria
Área foliar específica	$SLA = \frac{AF}{W_{foliar}}$	$\text{m}^2 \text{g}^{-1}$	Tasa de área foliar con relación a la masa seca de las hojas: medida del grosor de las hojas en relación con su área)
Tasa de peso foliar	$LWR = \frac{W_{foliar}}{W}$	adimensional	Tasa de masa seca foliar con relación a la masa seca de la planta: medida de la asignación de biomasa a las hojas

(Price & Munns, 2017)

Referencias:

W: masa seca total expresada en gramos (g)

AF: área foliar expresada en unidad de superficie (m<sup>2</sup>)

Wfoliar: masa seca foliar expresada en gramos (g)

A partir de las determinaciones realizadas y la tecnología descrita mencionadas en este trabajo los valores obtenidos se analizaron con el software Infostat (Di Rienzo et al., 2020) con el procedimiento Modelos Lineales Generales y Mixtos (MLGyM). Las medias de los tratamientos se compararon con la prueba de formación de grupos excluyentes (DGC) con un nivel de significación < a 0,05. Para establecer una relación entre variables, se recurrió al análisis de regresión no lineal y al coeficiente de correlación de Pearson (p < 0,05).

Finalmente se realizaron análisis multivariados con el mencionado software: análisis de componentes principales, regresión por mínimos cuadrados parciales (PLS) y análisis de conglomerados (*clusters*).

### 3 Resultados

#### 3.1 Masa seca radicular

Los resultados derivados del análisis de biomasa radicular evidencian que la acumulación durante el ciclo del cultivo de melón en función del tiempo térmico fue superior en el tratamiento control *sinj S0*, representado por las plantas sin injertar y riego sin modificación la CE de la solución nutritiva (Figura 6).

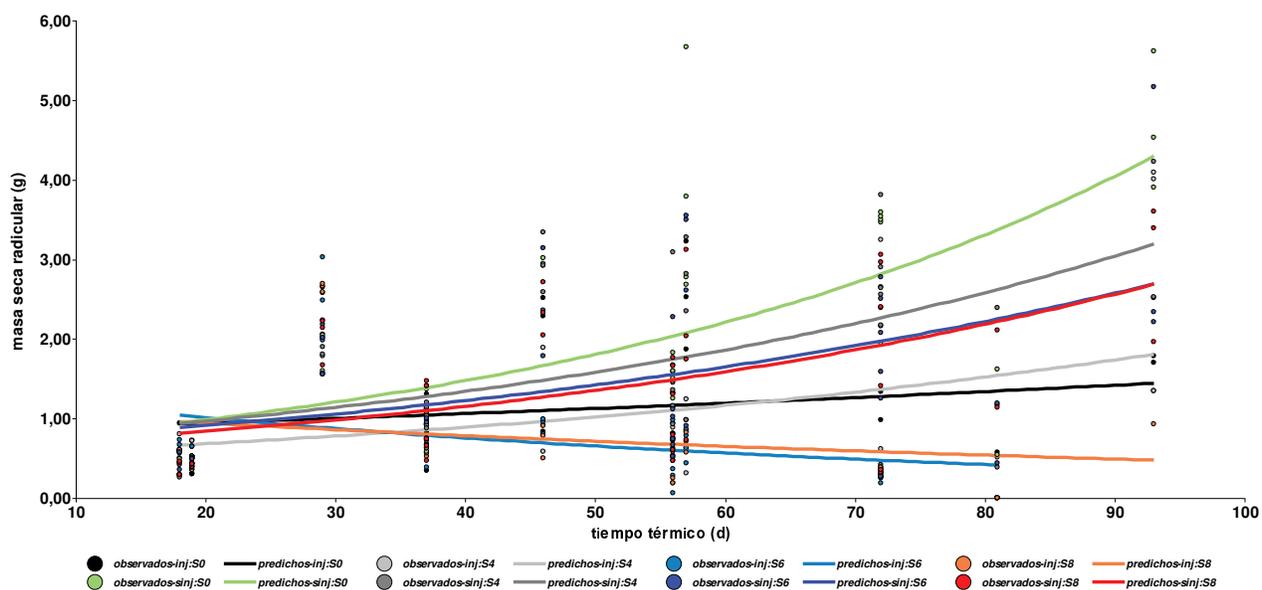


Figura 6: Evolución de la masa seca radicular, expresada en g, en función del tiempo térmico del cultivo de melón. Resultados los tratamientos evaluados en plantas francas (*sinj*) e injertadas (*inj*) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8)  $\text{dS m}^{-1}$ .

El patrón de acumulación de masa seca de las raíces fue similar en las plantas sin injertar, incrementando su valor con el avance del ciclo. Los mayores resultados se obtuvieron al regar con soluciones de hasta 4 dS m<sup>-1</sup> (Figura 6).

Los valores observados se ajustaron según el siguiente modelo exponencial, y cuyos coeficientes para cada tratamiento se presentan en la Tabla 4:

$$\text{masa seca radicular} = \alpha * \exp(\beta * \text{tiempo térmico})$$

**Tabla 4: Coeficientes del modelo de acumulación de masa seca radicular en función del tiempo térmico de los tratamientos evaluados francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m<sup>-1</sup>.**

Parcela tratamiento	$\alpha$	$\beta$
Control (sinj S0)	0,6587	0,0202
sinj S4	0,6973	0,0164
sinj S6	0,6764	0,0148
sinj S8	0,6084	0,0160
inj S0	0,8431	0,0058
inj S4	0,5226	0,0133
inj S6	1,3501	-0,0145
inj S8	1,1375	-0,0093

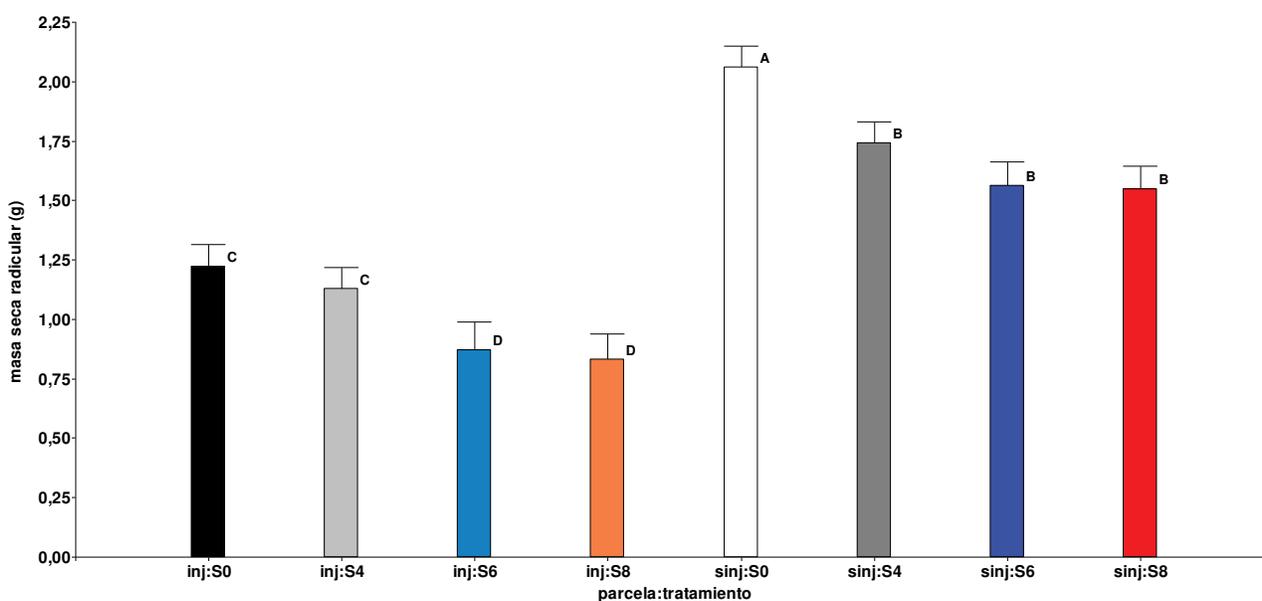
Esta acumulación en las plantas injertadas regadas con la solución análoga al control (*inj S0*), de baja salinidad (*inj S4*) mostraron similar comportamiento al observado en las parcelas de plantas francas, con menor valor. En la parcela de plantas injertadas tratadas con solución salina de media y alta CE, la masa seca de las raíces decreció con el avance de ciclo.

La masa seca radicular de las plantas no injertadas se correlacionó positivamente con la sumatoria de grados día (SGD) con un valor de moderado a fuerte, relacionado inversamente con el incremento de la condición salina. La parcela de plantas injertadas regadas con solución de CE media, inj S6, mostró una correlación negativa y media con la SGD, en tanto que los restantes tratamientos de la parcela no evidenciaron asociación (tabla 5).

**Tabla 5: Coeficientes de correlación de Pearson entre la masa seca de raíces y la suma de grados día (SGD) de los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el**

riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m<sup>-1</sup>.

Variable(1)	Variable(2)	n
Masa seca radicular	SGD	42
tratamiento	Pearson	p-valor
sinj S0	0,72	<0,0001
sinj S4	0,66	<0,0001
sinj S6	0,51	0,0006
sinj S8	0,57	0,0001
inj S0	0,22	0,1657
inj S4	0,27	0,0865
inj S6	-0,44	0,0048
inj S8	-0,28	0,0839



**Figura 7: Valores medios de masa seca radicular de los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m<sup>-1</sup>.**

(n: 240. Test de comparación de medias DGC. Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p>0,05))

Dada la prueba de comparación de medias realizada, se puede observar que la masa seca de raíces de plantas no injertadas supera la de las plantas injertadas (Figura 7).

El tratamiento control se diferencia por su mayor valor. Los restantes tratamientos sobre la parcela de plantas francas, con menor valor medio, conforman un grupo. Entre las plantas injertadas, comparten similitud los tratamientos *inj S0* e *inj S4*, con mayor media que los regados con solución de media y alta CE (Figura 7).

### 3.2 Masa seca aérea

#### 3.2.1 Masa seca aérea vegetativa

La dinámica de acumulación de masa seca aérea de las plantas del tratamiento control, superó a los restantes tratamientos de ambas parcelas (Figura 8). El patrón que asocia esta variable, transformada según su logaritmo natural o neperiano con el tiempo térmico responde al modelo conformado por tres tramos:

$$\begin{aligned} \text{LN masa seca aérea vegetativa (g)} &= \alpha + (\beta_1 * \text{tiempo térmico}) * (\text{tiempo térmico} \\ &\leq g) + ((\beta_1 * g) + (\text{tiempo térmico} - g) * \beta_2) * (\text{tiempo térmico} \\ &> g) * (\text{tiempo térmico} \\ &\leq h) + ((\beta_1 * g) + (h - g) * \beta_2 + \beta_3 * (\text{tiempo térmico} - h) \\ &* (\text{tiempo térmico} > h) \end{aligned}$$

Los coeficientes del modelo se muestran en la Tabla 6.

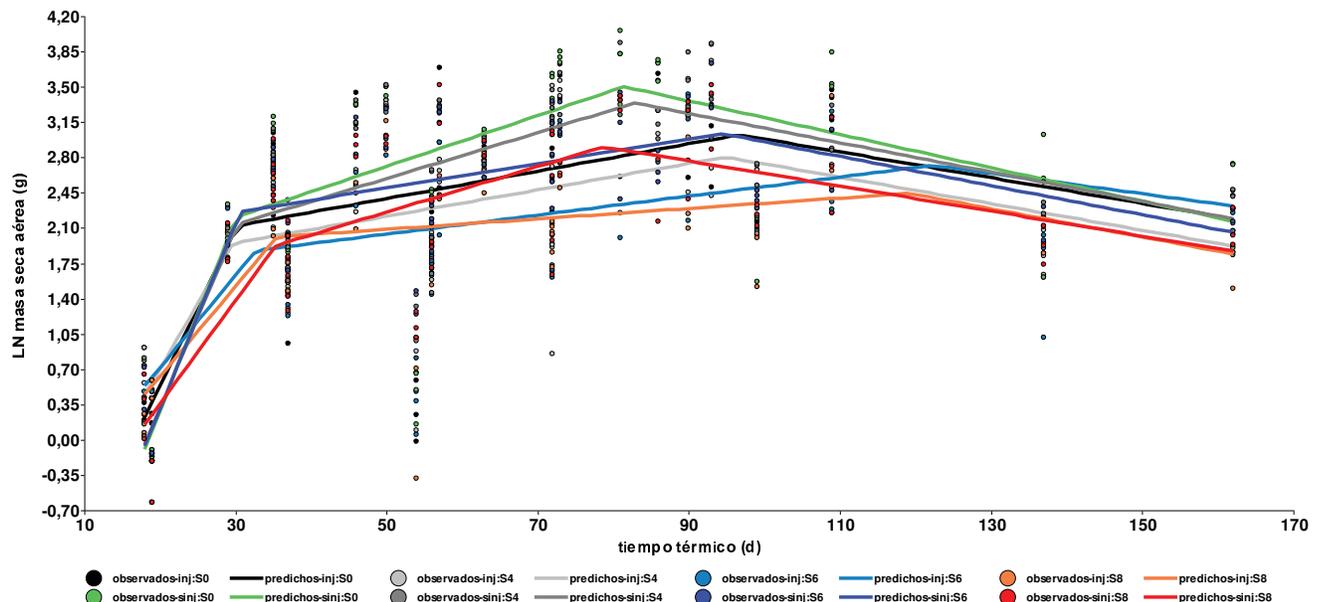


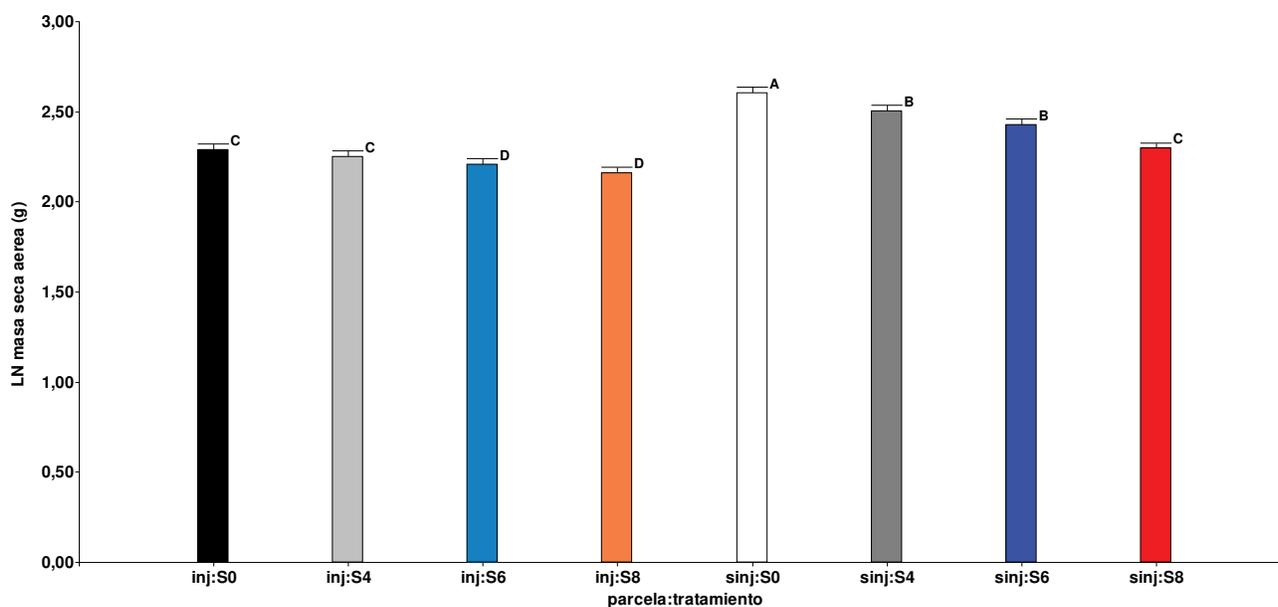
Figura 8: Evolución de la masa seca aérea vegetativa, expresada en LN (g), en función del tiempo térmico del cultivo de melón. Resultados los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e

injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m<sup>-1</sup>.

Tabla 6: Coeficientes del modelo de acumulación del LN de la masa seca aérea vegetativa en función del tiempo térmico de los tratamientos evaluados francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m<sup>-1</sup>.

Parcela tratamiento	$\alpha$	$\beta_1$	$\beta_2$	$B_3$	g	h
Control (sinj S0)	-3,52	0,19	0,03	-0,02	30,10	81,41
sinj S4	-3,26	0,18	0,02	-0,01	30,24	82,86
sinj S6	-3,35	0,18	0,01	-0,01	30,69	94,38
sinj S8	-1,68	0,10	0,02	-0,01	35,38	78,68
inj S0	-2,58	0,16	0,01	-0,01	30,22	96,63
inj S4	-1,87	0,13	0,01	-0,01	29,68	94,84
inj S6	-1,11	0,09	0,01	-0,01	32,72	122,22
inj S8	-1,15	0,09	0,01	-0,01	35,54	119,08

Los valores medios de masa seca aérea vegetativa observada tuvieron diferencias entre las parcelas de plantas francas e injertadas al mostrar las primeras mayor acumulación. En ambas parcelas la biomasa decreció con el incremento de sales aportadas por el riego, siendo superiores los valores en el tratamiento control (Figura 9).



**Figura 9: Valores medios de masa seca aérea vegetativa de los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m<sup>-1</sup>.**

*(n: 624. Test de comparación de medias DGC. Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p>0,05))*

Se estableció una alta correlación positiva entre esta variable y la SGD en las parcelas de plantas no injertadas, decreciendo con el incremento de sales con que fueron regadas, hasta llegar a una correlación media en la parcela correspondiente al tratamiento *sinj S8*. Las plantas injertadas no lograron correlación con la SGD, excepto en el tratamiento regado con solución de conductividad media (*inj S6*), en que dicha relación fue media y negativa (Tabla 7).

**Tabla 7: Coeficientes de correlación de Pearson entre la masa seca aérea vegetativa y la suma de grados día (SGD) de los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m<sup>-1</sup>.**

<i>Variable(1)</i>	<i>Variable(2)</i>	<i>n</i>
<i>Masa seca aérea</i>	<i>SGD</i>	<i>51</i>
	<i>Pearson</i>	<i>p-valor</i>
<i>sinj S0</i>	0,8945	0,0001
<i>sinj S4</i>	0,8724	0,0002
<i>sinj S6</i>	0,8501	0,0005
<i>sinj S8</i>	0,6505	0,0220
<i>inj S0</i>	0,5317	0,0752
<i>inj S4</i>	0,3749	0,2298
<i>inj S6</i>	-0,5859	0,0453
<i>inj S8</i>	-0,3325	0,2909

### **3.2.2 Masa seca aérea vegetativa particionada**

#### **3.2.2.1 Masa seca foliar**

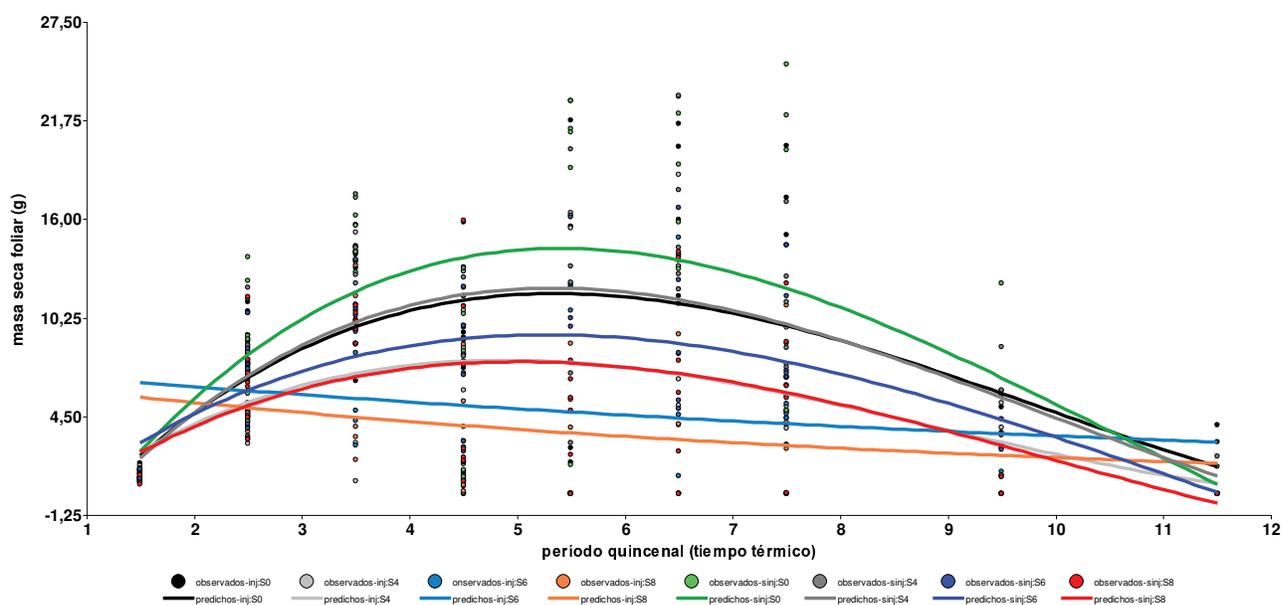
La masa seca foliar de los experimentos 2, 3 4 y 5 fue superior en el tratamiento control, decreciendo con el aumento de salinidad (Figura 10).

Las curvas de esta variable en función del tiempo térmico expresado en períodos quincenales, se ajustó a un modelo de tres tramos para las parcelas de plantas francas y las regadas con solución de hasta 4 dS m<sup>-1</sup>, en tanto que las correspondientes a los restantes tratamientos (*inj S6* e *inj S8*), respondieron a un modelo exponencial: (Figura 10, Tabla 8).

*masa seca foliar (g)*

$$= \alpha + (\beta_1 * \text{período quincenal}) * (\text{período quincenal} \leq g) + (\beta_1 * g) * (\text{período quincenal} > g) * (\text{período quincenal} \leq h) + ((\beta_1 * g) + \beta_2 * (\text{período quincenal} - h)) * (\text{período quincenal} > h) \quad (\text{tratamientos sinj, inj S0 e inj S4})$$

$$\text{masa seca foliar (g)} = \alpha * \exp(\beta_1 * \text{período quincenal}) \quad (\text{tratamientos inj S6 e inj S8})$$

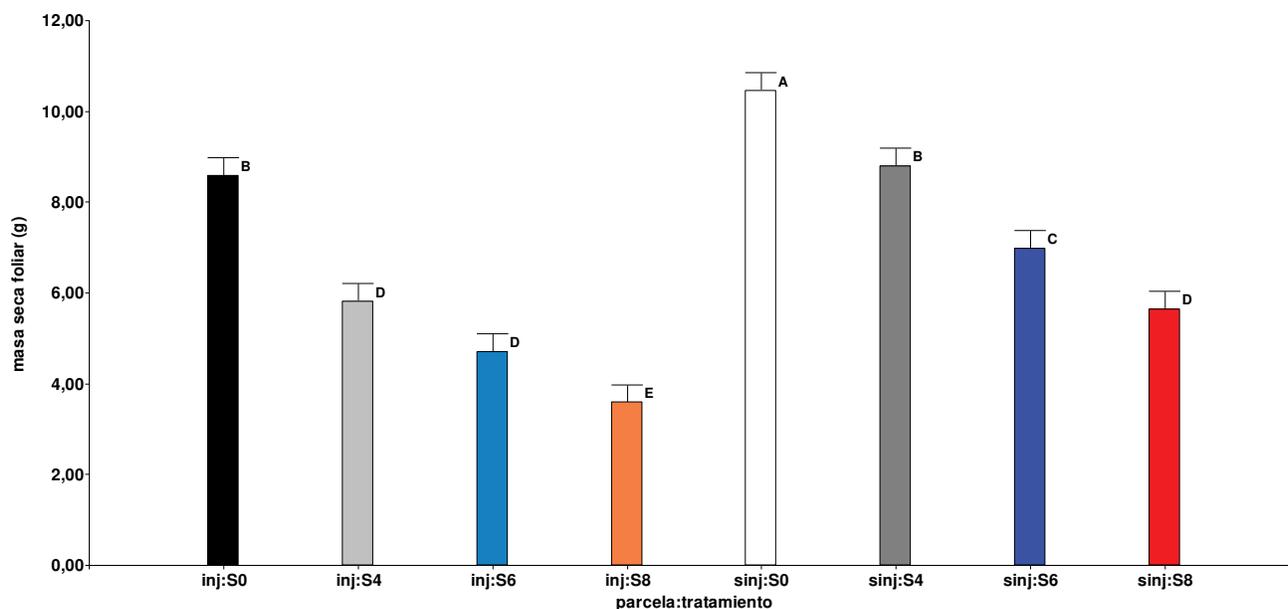


**Figura 10: Evolución de la masa seca foliar, expresada en g, en función de períodos quincenales de tiempo térmico del cultivo de melón. Resultados los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m<sup>-1</sup>.**

**Tabla 8: Coeficientes del modelo de acumulación de la masa seca foliar en función del tiempo térmico de los tratamientos evaluados sobre plantas francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m<sup>-1</sup>.**

Parcela tratamiento	$\alpha$	$\beta_1$	$\beta_2$	g	h
Control (sinj S0)	-6,55	7,53	-3,19	2,61	7,00
sinj S4	-4,88	5,99	-2,41	2,66	6,74
sinj S6	-5,01	6,12	-2,13	2,20	7,02
sinj S8	-4,55	5,36	-1,72	2,15	6,51
inj S0	-4,72	5,89	-2,28	2,63	6,86
inj S4	-3,52	4,84	-1,39	2,23	6,00
inj S6	6,99	-0,08			
inj S8	6,31	-0,12			

En ambas parcelas, el valor medio de masa seca foliar decreció con el aumento de la salinidad en la solución de riego, correspondiendo el mayor valor al tratamiento control. El tratamiento sobre plantas injertadas regadas con solución sin adición de NaCl alcanzó un valor medio similar al tratamiento *sinj S4* (Figura 11).



**Figura 11: Valores medios de masa seca aérea foliar de los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con**

el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m<sup>-1</sup>.

(n: 408. Test de comparación de medias DGC. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ))

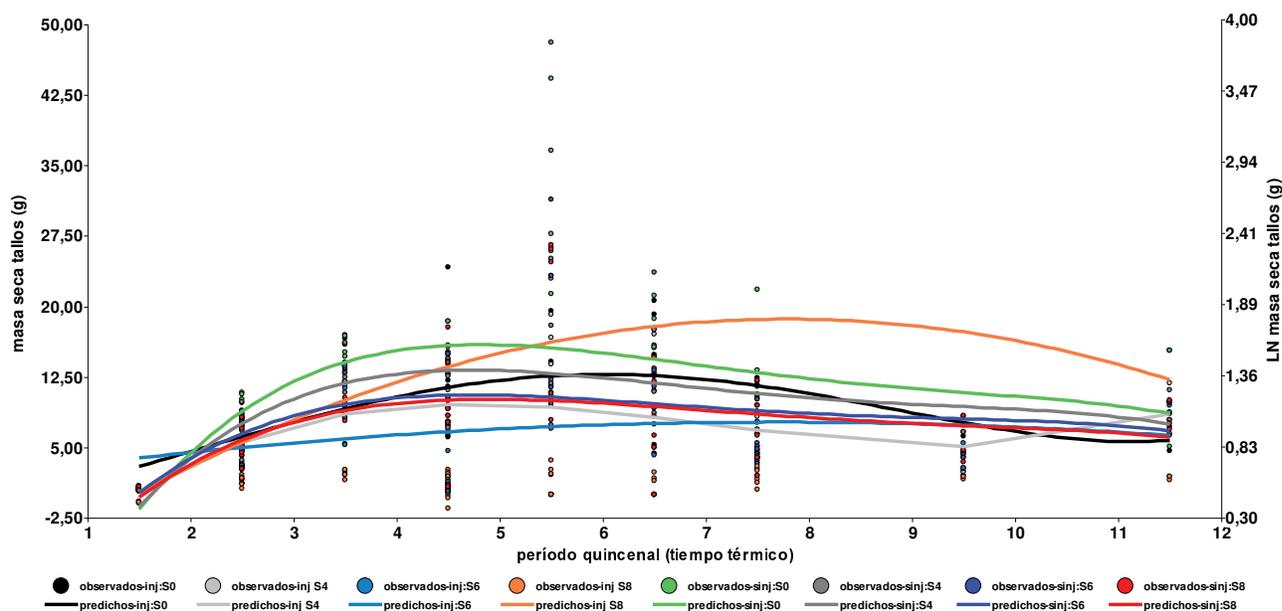
La masa seca foliar mostró una débil correlación negativa con la SGD para el tratamiento sobre parcelas de plantas injertadas regado con mayor CE (*inj S8*). Para el resto de los tratamientos, si bien la correlación entre ambas variables no fue significativa, el coeficiente fue negativo cuando la salinidad de la solución superó 1,2 dS m<sup>-1</sup> ( $\pm 0,01$ ) (Tabla 9).

**Tabla 9: Coeficientes de correlación de Pearson entre la masa seca aérea foliar y la suma de grados día (SGD) de los tratamientos evaluados en plantas francas (*sinj*) e injertadas (*inj*) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m<sup>-1</sup>.**

<i>Variable(1)</i>	<i>Variable(2)</i>	<i>n</i>
<i>MS foliar</i>	<i>SGD</i>	<i>51</i>
	<i>Pearson</i>	<i>p-valor</i>
<i>sinj S0</i>	0,0003	0,9984
<i>sinj S4</i>	-0,0200	0,8656
<i>sinj S6</i>	-0,1300	0,3482
<i>sinj S8</i>	-0,2400	0,0864
<i>inj S0</i>	0,0541	0,7063
<i>inj S4</i>	-0,0981	0,4935
<i>inj S6</i>	-0,2316	0,1020
<i>inj S8</i>	-0,3390	0,0149

### 3.2.2.2 Masa seca de tallos

La dinámica de acumulación de biomasa en tallos mostró un comportamiento similar en todos los tratamientos, influenciada negativamente con el incremento de las sales en la solución de riego en plantas de ambas parcelas (figura 12).



**Figura 12: Evolución de la masa seca de tallos en función de períodos quincenales de tiempo térmico del cultivo de melón. Resultados los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m<sup>-1</sup>.**

El tratamiento control, al igual que los tratamientos de las parcelas de plantas no injertadas y los valores obtenidos de *inj S8* transformados mediante su logaritmo se ajustaron a un modelo de dos tramos. El ajuste del tratamiento *inj S4* respondió al modelo:  $\alpha * (\text{período quincenal}^3) + \beta_1 * (\text{período quincenal}^2) + \gamma * \text{período quincenal} + g$ . Los valores obtenidos del tratamiento *inj S6* se adecúan a un modelo de dos tramos con *plateau*:  $\alpha + (\beta_1 * \text{período quincenal}) * (\text{período quincenal} < \gamma) + (\beta_1 * \gamma + \beta_2 * (\text{período quincenal} - \gamma)) * (\text{período quincenal} \geq \gamma)$  (Tabla 10).

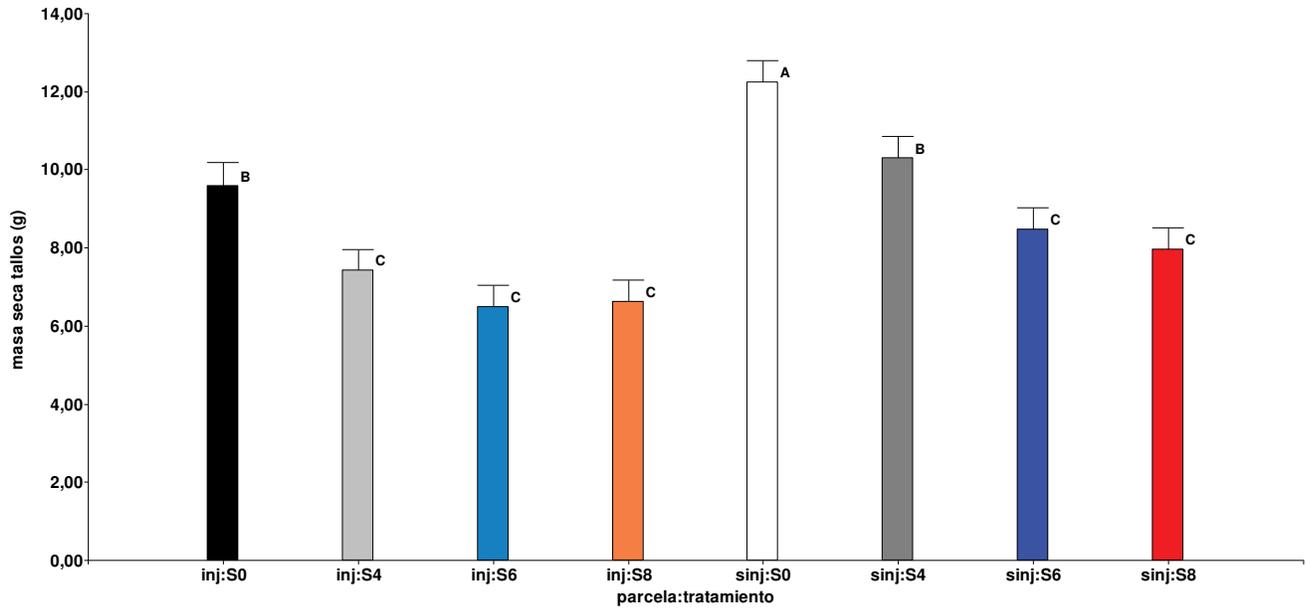
**masa seca de tallos (g)**

$$= \alpha + (\beta_1 * \text{período quincenal}) * (\text{período quincenal} < \gamma) + (\beta_1 * \gamma + \beta_2 * (\text{período quincenal} - \gamma)) * (\text{período quincenal} \geq \gamma)$$

**Tabla 10: Coeficientes del modelo de acumulación de la masa seca foliar en función del tiempo térmico de los tratamientos evaluados sobre plantas francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m<sup>-1</sup>.**

Parcela tratamiento	$\alpha$	$\beta_1$	$\gamma$	$\beta_2$	$g$
Control (sinj S0)	-7,06	7,31	3,28	-1,06	
sinj S4	-6,34	6,44	3,14	-0,78	
sinj S6	-3,54	4,66	3,12	-0,51	
sinj S8	-3,45	4,24	3,33	-0,59	
inj S0	0,70	2,66	5,00	-1,52	
inj S4	0,09	-1,72	9,89		-8,02
inj S6	-4,96	5,42	2,23		
inj S8	-3,15	2,28	2,07	0,01	

El valor medio de la masa seca de los tallos fue superior en el tratamiento control. Este valor decreció con el incremento de la salinidad del agua de riego. El tratamiento de la parcela de plantas injertadas regado sin adición de sales conformó un grupo por su similitud con el regado con solución de CE baja de plantas francas (Figura 13).



**Figura 13:** Valores medios de masa seca de tallos de los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m<sup>-1</sup>.

(n: 408. Test de comparación de medias DGC. Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p>0,05))

No se halló correlación entre esta variable y la SGD (Tabla 11).

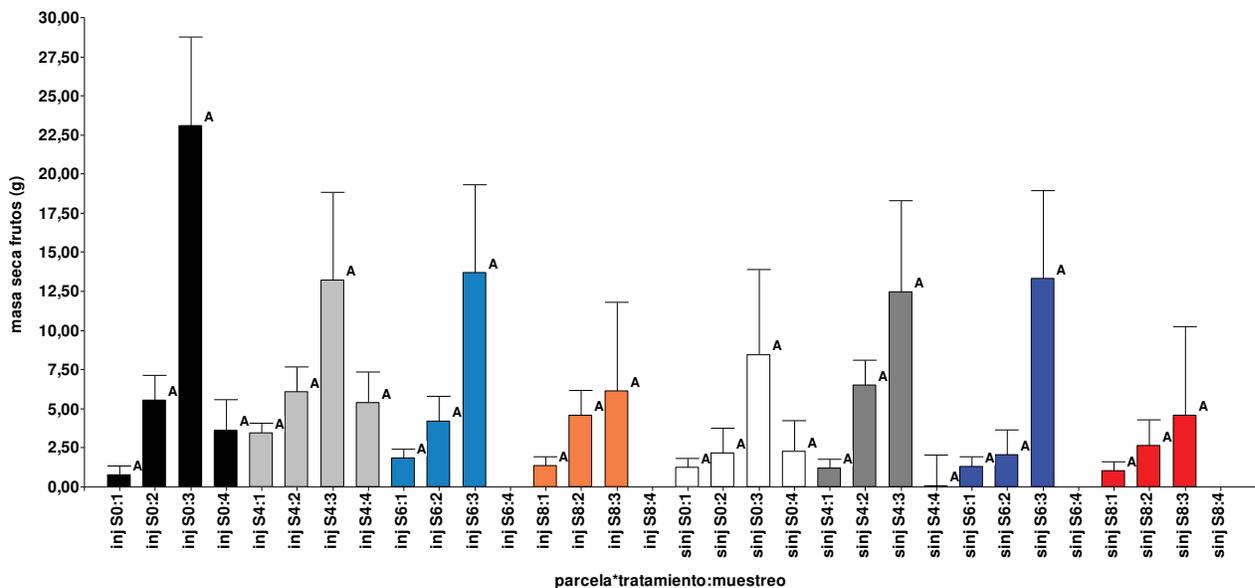
**Tabla 11:** Coeficientes de correlación de Pearson entre la masa seca de tallos y la suma de grados día (SGD) de los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m<sup>-1</sup>.

Variable(1)	Variable(2)	n
MS tallos	SGD	51
	Pearson	p-valor
sinj S0	0,1200	0,3896
sinj S4	0,0900	0,5193
sinj S6	-0,1600	0,2712
sinj S8	0,1400	0,3443
inj S0	-0,0403	0,7789
inj S4	-0,2146	0,1305
inj S6	-0,2750	0,0508

<i>inj S8</i>	-0,1598	0,2626
---------------	---------	--------

### 3.3 Masa seca de frutos

La acumulación de masa seca en los frutos presentó una alta disparidad entre los tratamientos. En la última recolección, las plantas de los tratamientos regados con solución de salinidad media y alta de ambas parcelas no presentaron frutos por falta de establecimiento de estos (Figura 14).



**Figura 14:** Valores de masa seca de frutos muestreados de los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m<sup>-1</sup>.

(n: 384. Test de comparación de medias DGC. Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p>0,05))

Esta variable sólo se correlacionó con la SGD, excepto con las plantas injertadas regadas con solución de salinidad media (*inj S6*). La relación entre la masa seca de los frutos resultó positiva y media (Tabla 12).

**Tabla 12:** Coeficientes de correlación de Pearson entre la masa seca de frutos, la suma de grados día (SGD) y el cociente fototermal (Q) de los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m<sup>-1</sup>.

Variable(1)	Variable(2)	n	Variable(3)	n
MS frutos	SGD	48	Q	48
	Pearson	p-valor	Pearson	p-valor
inj S0	0,5468	<0,0001	-0,0672	0,6462
inj S4	0,5581	<0,0001	0,1633	0,2728
inj S6	0,3639	0,0110	0,1298	0,3791
inj S8	0,5217	0,0001	-0,0719	0,6273
inj S0	0,3430	0,0170	0,2327	0,1114
inj S4	0,2820	0,0521	0,2902	0,0454
inj S6	0,0955	0,5184	0,2699	0,0635
inj S8	0,5704	<0,0001	-0,1334	0,3660

### 3.4 Área foliar

La dinámica de establecimiento de las hojas tuvo un comportamiento similar entre los tratamientos de la parcela de plantas sin injertar y los tratamientos inj S0 e inj S4. Las plantas francas, destacándose el tratamiento control, mostraron mayor valor (Figura 15), ajustándose a un modelo de curva de dos tramos:  $\alpha + (\beta_1 * \text{período quincenal}) * (\text{período quincenal} < \gamma) + (\beta_1 * \gamma + \beta_2 * (\text{período quincenal} - \gamma)) * (\text{período quincenal} \geq \gamma)$  (tabla 13).

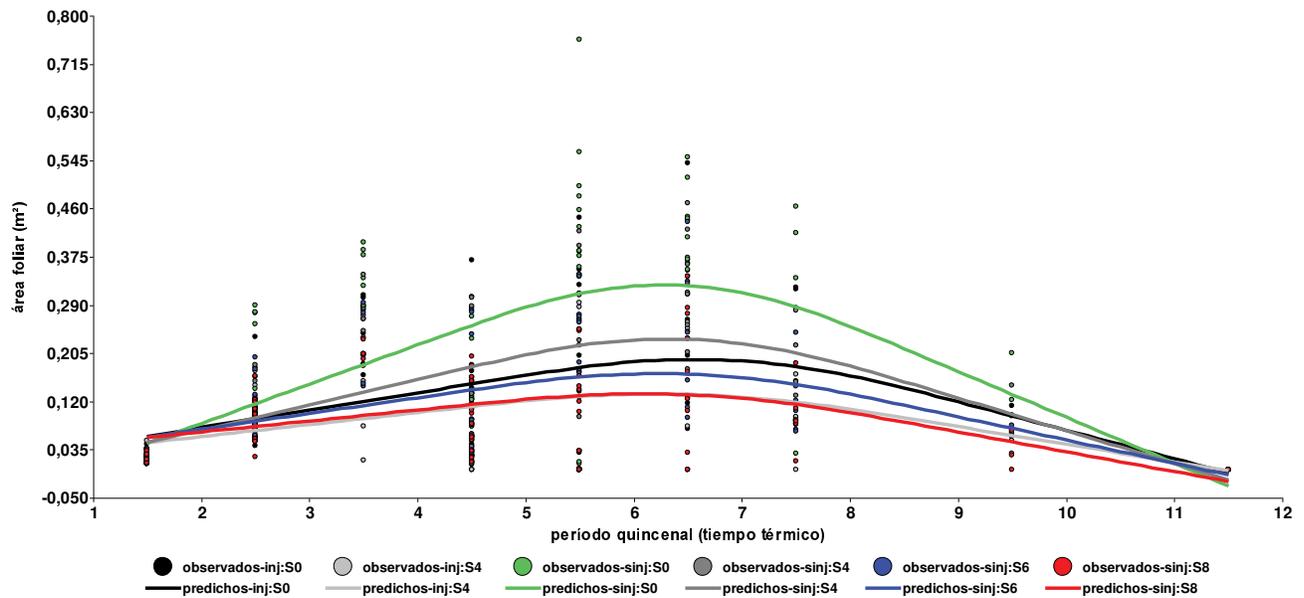


Figura 15: Evolución del área foliar en función de períodos quincenales de tiempo térmico del cultivo de melón. Resultados los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m<sup>-1</sup> e injertadas (inj) regadas con solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4) dS m<sup>-1</sup>.

Los tratamientos de plantas injertadas regadas con solución de salinidad media a alta mostraron valores inferiores y similares (figura 16), requiriendo su transformación a LN para el ajuste a un modelo de dos tramos con *plateau*:  $\alpha + (\beta_1 * \text{período quincenal}) * (\text{período quincenal} < \gamma) + (\beta_1 * \gamma) * (\text{período quincenal} \geq \gamma)$  (tabla 13)

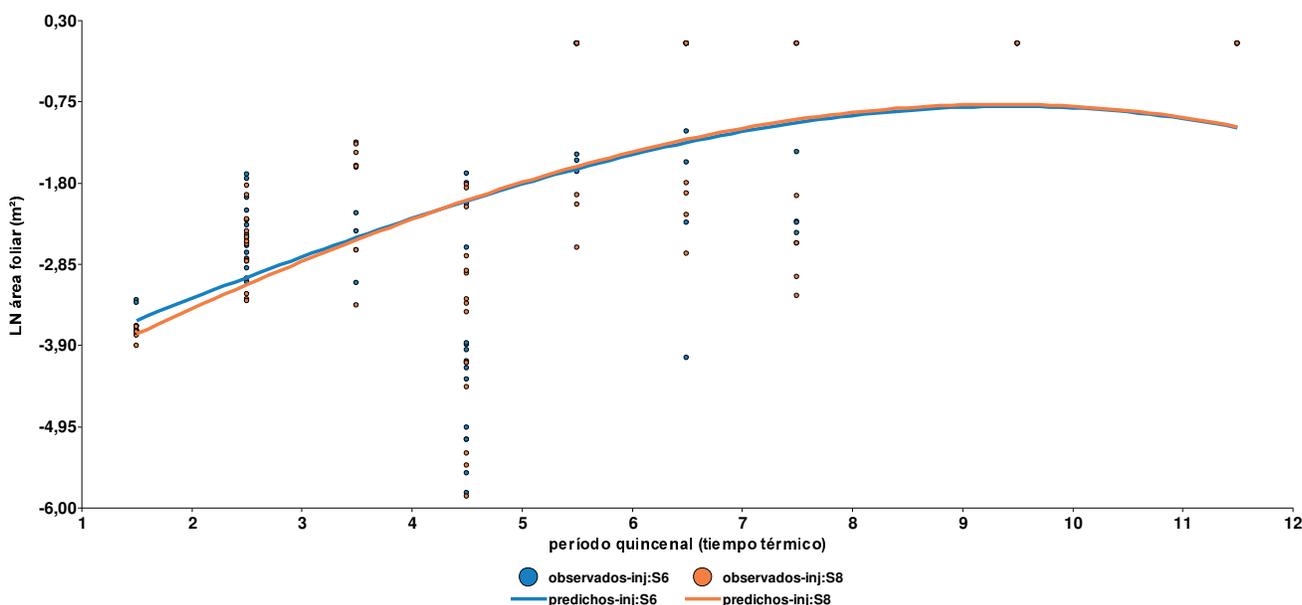


Figura 16: Evolución del área foliar en función de períodos quincenales de tiempo térmico del cultivo de melón. Resultados los tratamientos evaluados en plantas injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 6 (S6) y 8 (S8) dS m<sup>-1</sup>.

Tabla 13: Coeficientes del modelo de evolución del área foliar en función del tiempo térmico de los tratamientos evaluados sobre plantas francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el riego con

la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m<sup>-1</sup>.

Parcela tratamiento	$\alpha$	$\beta_1$	$\gamma$	$\beta_2$
Control (sinj S0)	-0,02	0,07	5,88	-0,08
sinj S4	$2,5 \cdot 10^{-3}$	0,04	6,00	-0,03
sinj S6	0,03	0,03	6,00	-0,04
sinj S8	0,04	0,02	6,00	-0,03
inj S0	0,03	0,03	6,40	-0,05
inj S4	0,03	0,02	6,00	-0,03
inj S6	-3,96	0,46	6,53	
inj S8	-4,15	0,51	6,34	

Los valores medios del área foliar de las parcelas de plantas no injertadas superaron a los de las plantas injertadas. El tratamiento control presentó mayor desarrollo de superficie foliar. En ambas parcelas este parámetro decreció con el aumento de la concentración salina del agua de riego (figura 17).

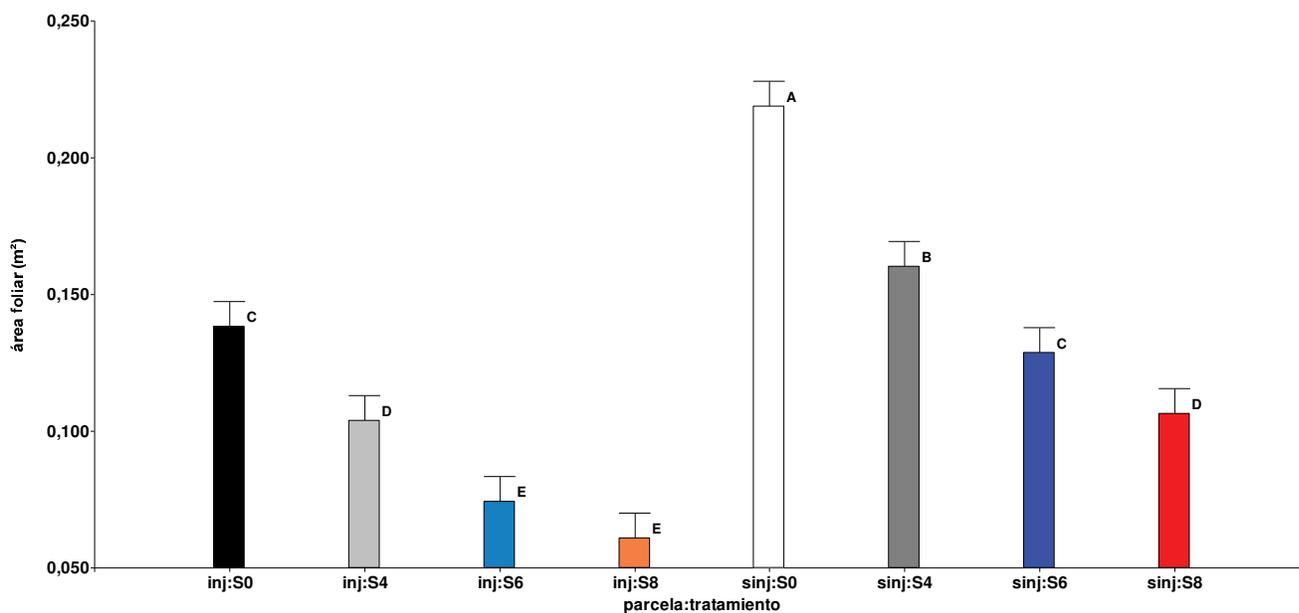


Figura 17: Valores medios de área foliar de los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m<sup>-1</sup>.

(n: 624. Test de comparación de medias DGC. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ))

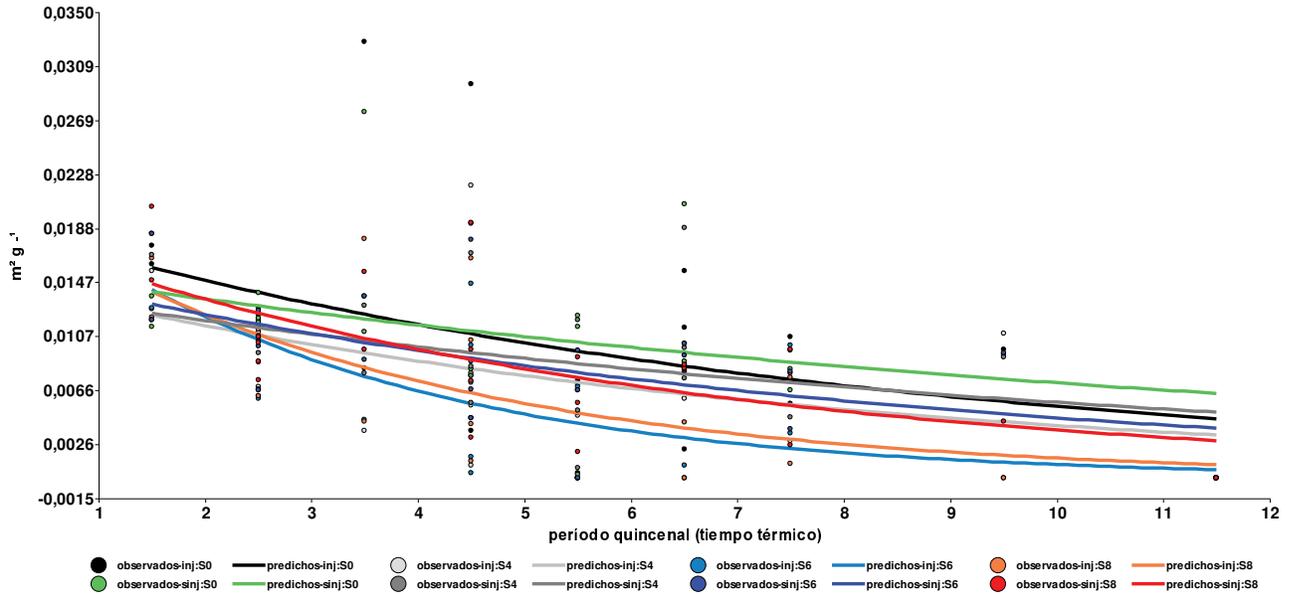
No se estableció correlación significativa entre esta variable y la SGD excepto para tratamiento *inj S8* que lo hizo de manera inversa y débil (tabla 14).

**Tabla 14: Coeficientes de correlación de Pearson el área foliar y la suma de grados día (SGD) de los tratamientos evaluados en plantas francas (*sinj*) e injertadas (*inj*) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m<sup>-1</sup>.**

<i>Variable(1)</i>	<i>Variable(2)</i>	<i>n</i>
<i>área foliar</i>	<i>SGD</i>	<i>51</i>
	<i>Pearson</i>	<i>p-valor</i>
<i>sinj S0</i>	-0,0500	0,7329
<i>sinj S4</i>	-0,0900	0,5152
<i>sinj S6</i>	-0,1800	0,2097
<i>sinj S8</i>	-0,2700	0,0513
<i>inj S0</i>	-0,0357	0,8037
<i>inj S4</i>	-0,1057	0,4602
<i>inj S6</i>	-0,2413	0,0881
<i>inj S8</i>	-0,3639	0,0087

### 3.5 Análisis de crecimiento

La tasa de área foliar (LAR), índice de crecimiento que relaciona el área foliar de las plantas con su biomasa total, fue decreciente con relación al progreso ontogénico de las plantas, habiendo resultado así en todos los tratamientos de ambas parcelas (Figura 18).



**Figura 18:** Evolución de la tasa de área foliar (LAR) en función de períodos quincenales de tiempo térmico del cultivo de melón. Resultados los tratamientos evaluados en plantas injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8)  $dS m^{-1}$ .

Con un comportamiento similar, las curvas obtenidas en los tratamientos *inj S6* e *inj S8* presentaron una mayor pendiente negativa respecto a las de plantas injertadas. Se destaca la tasa de área foliar del tratamiento control sobre los otros con el avance del ciclo (Figura 18). Todas las curvas de esta variable se ajustaron a un modelo exponencial:  $\alpha * \exp(\beta * \text{período quincenal})$  (Tabla 15).

**Tabla 15:** Coeficientes del modelo de evolución de la tasa de área foliar (LAR) en función del tiempo térmico de los tratamientos evaluados sobre plantas francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8)  $dS m^{-1}$ .

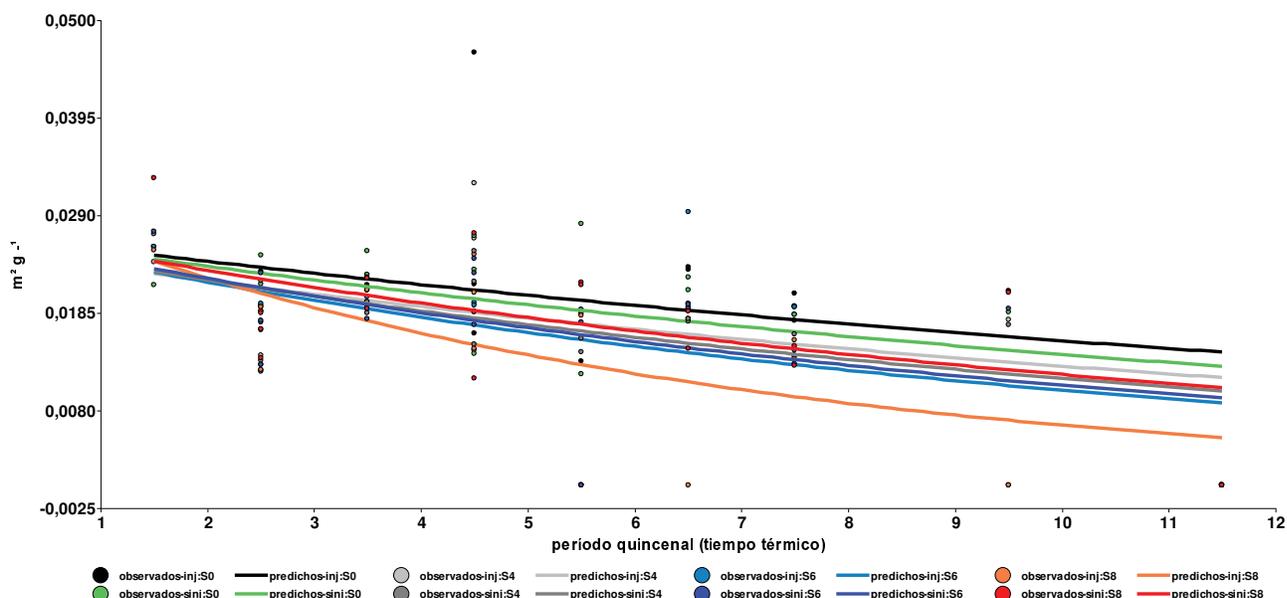
Parcela tratamiento	$\alpha$	$\beta$
Control (sinj S0)	0,02	-0,08
sinj S4	0,01	-0,09
sinj S6	0,01	-0,12
sinj S8	0,02	-0,16
inj S0	0,02	-0,13
inj S4	0,01	-0,13
inj S6	0,02	-0,31
inj S8	0,02	-0,26

Al comparar los valores medios de esta tasa, los tratamientos que fueron regados con solución nutritiva sin modificar su CE conformaron un grupo, en los cuales se obtuvo el mayor valor. En oposición a lo descrito, en el tratamiento inj S8 se observó el menor valor. Los restantes tratamientos de ambas parcelas, con valores intermedios, integraron el tercer grupo (Tabla 16).

**Tabla 16: Análisis de la varianza (ANAVA) de la tasa de área foliar (LAR) de los tratamientos evaluados sobre plantas francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m<sup>-1</sup>.**

parcela	tratamiento				error estadístico
	S0	S4	S6	S8	
sin injertar	0,0099 a	0,0087 b	0,0086 b	0,0086 b	0,0004
injertadas	0,0100 a	0,0087 b	0,0084 b	0,0071 c	0,0004
<i>N: 175. Test de comparación de medias DGC Medias con una letra común no son significativamente diferentes (<math>p &gt; 0,05</math>)</i>					

El área foliar específica (SLA) que surge como relación entre el área foliar con su peso de masa seca, decreció con el avance del ciclo de cultivo en todos los tratamientos de ambas parcelas, siendo más pronunciado en el tratamiento *inj S8* (Figura 19), ajustándose a un modelo exponencial:  $\alpha * \exp(\beta * \text{período quincenal})$  (Tabla 17). Según se observa en esta tabla, el valor del coeficiente  $\beta$  para este tratamiento resultó el más negativo.



**Figura 19: Evolución del área foliar específica (SLA) en función de períodos quincenales de tiempo térmico del cultivo de melón. Resultados los tratamientos evaluados en plantas injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m<sup>-1</sup>**

**Tabla 17: Coeficientes del modelo de evolución del área foliar específica (SLA) en función del tiempo térmico de los tratamientos evaluados sobre plantas francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m<sup>-1</sup>.**

Parcela tratamiento	$\alpha$	$\beta$
Control (sinj S0)	0,03	-0,16
sinj S4	0,02	-0,08
sinj S6	0,03	-0,09
sinj S8	0,03	-0,08

<b>inj S0</b>	0,03	-0,05
<b>inj S4</b>	0,02	-0,07
<b>inj S6</b>	0,03	-0,10
<b>inj S8</b>	0,03	-0,16

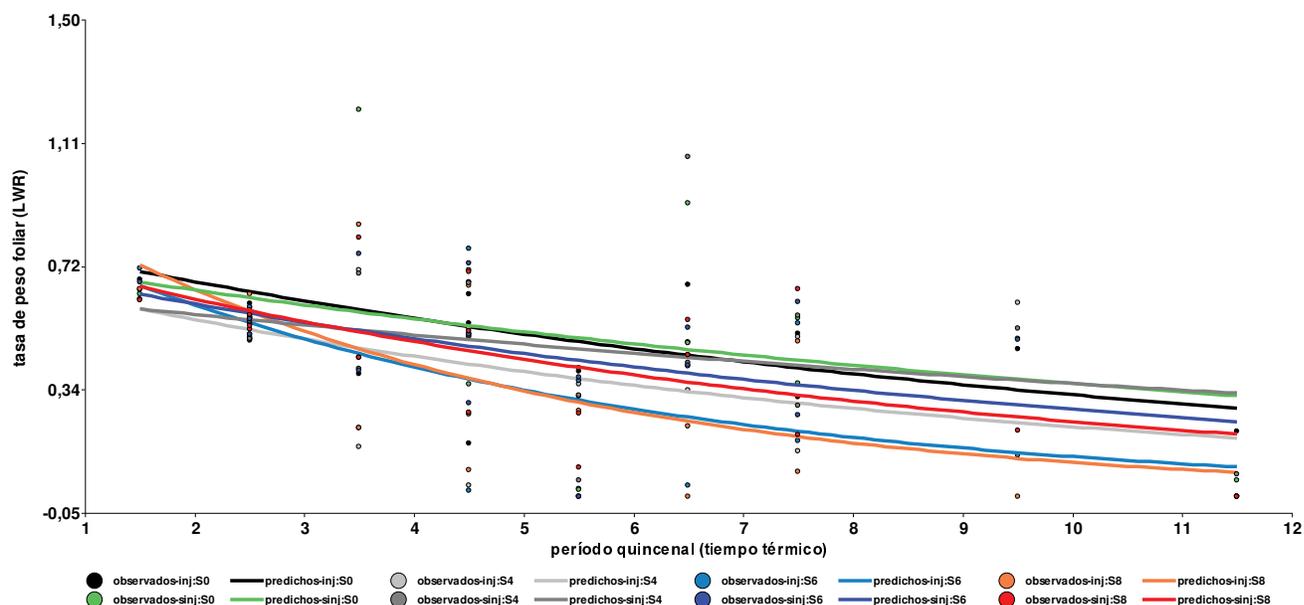
Los valores medios de esta variable evidencian lo mencionado con anterioridad al conformar dos grupos, uno determinado por el tratamiento regado con alta CE sobre plantas injertadas, en tanto que el otro por los demás tratamientos (Tabla 18)

**Tabla 18: Análisis de la varianza (ANOVA) del área foliar específica (SLA) de los tratamientos evaluados sobre plantas francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m<sup>-1</sup>.**

parcela	tratamiento				error estadístico
	S0	S4	S6	S8	
sin injertar	0,0193 a	0,0173 a	0,0170 a	0,0181 a	0,0011
injertadas	0,0204 a	0,0179 a	0,0164 a	0,0144 b	0,0011

*N: 136. Test de comparación de medias DGC  
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)*

La masa seca foliar con relación a la masa seca de las plantas (LWR) tuvo un comportamiento similar a la tasa de área foliar (Figura 20), ajustándose al modelo exponencial:  $\alpha * \exp(\beta * \text{período quincenal})$  (Tabla 19).



**Figura 20: Evolución de la tasa de peso foliar (LWR) en función de períodos quincenales de tiempo térmico del cultivo de melón. Resultados los tratamientos evaluados en plantas injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4, (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m<sup>-1</sup>**

**Tabla 19: Coeficientes del modelo de evolución la tasa de peso foliar (LWR) en función del tiempo térmico de los tratamientos evaluados sobre plantas francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m<sup>-1</sup>.**

Parcela tratamiento	$\alpha$	$\beta$
Control (sinj S0)	0,73	-0,08
sinj S4	0,63	-0,06
sinj S6	0,70	-0,10
sinj S8	0,75	-0,12
inj S0	0,78	-0,09
inj S4	0,66	-0,12
inj S6	0,81	-0,20
inj S8	0,91	-0,22

Los valores medios de este índice adimensional que relaciona el peso de la masa seca de las hojas con el peso total de la masa de las plantas condujeron a conformar dos grupos. El primero integrado

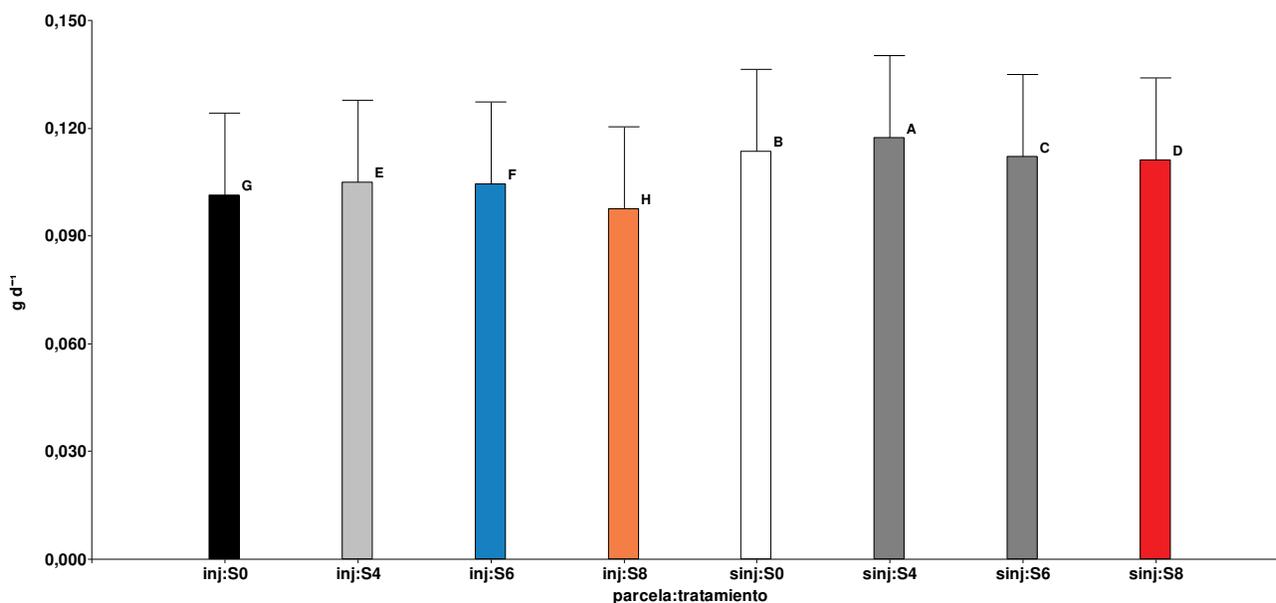
por los tratamientos derivados de las parcelas de plantas francas e inj S0, en tanto que el otro, con menor valor medio, agrupando a los de plantas injertadas regados con solución de CE modificada (Tabla 20).

**Tabla 20: Análisis de la varianza (ANAVA) de la tasa de peso foliar (LWR) de los tratamientos evaluados sobre plantas francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m<sup>-1</sup>.**

parcela	tratamiento				error estadístico
	S0	S4	S6	S8	
sin injertar	0,5110 a	0,4714 a	0,4464 a	0,4305 a	0,0334
injertadas	0,5070 a	0,3933 b	0,3769 b	0,3518 b	0,0334

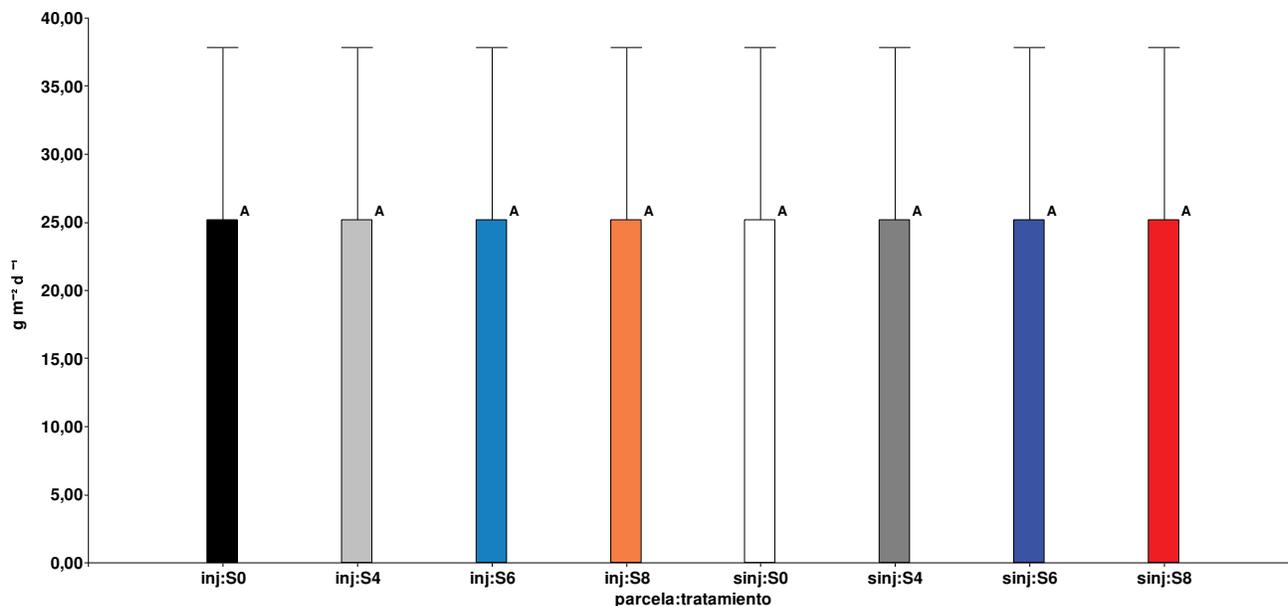
*N: 136. Test de comparación de medias DGC*  
*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)*

La eficiencia del crecimiento de las plantas de melón a expensas de su biomasa, expresada como tasa relativa de crecimiento (RGR), tuvo valores disímiles en todos los tratamientos sobre ambas parcelas, habiéndose obtenido el mayor valor medio mediante el tratamiento sinj S4, seguido por el tratamiento control (Figura 21). La eficiencia media en la producción de biomasa del aparato fotosintético, estimada a través de la tasa asimilatoria neta (NAR) de ambos tipos de plantas fue similar para todos los tratamientos (Figura 22).



**Figura 21: Valores medios de la tasa relativa de crecimiento (RGR) de los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8)  $\text{dS m}^{-1}$ .**

*(n: 168. Test de comparación de medias DGC. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p>0,05$ ))*



**Figura 22: Valores medios de la tasa asimilación neta (NAR) de los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8)  $\text{dS m}^{-1}$ .**

*(n: 624. Test de comparación de medias DGC. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p>0,05$ ))*

#### 4 Discusión

El crecimiento de las plantas implica un incremento de peso de las estructuras que las conforman, siendo estrictamente de tipo cuantitativo e irreversible, pudiendo o no estar acompañado por una elongación de la estructura. Esta modificación de peso, remite a acumular masa seca.

Durante este proceso biológico, las plantas interactúan con el ambiente a través de complejas redes metabólicas en reacción a condiciones ambientales limitantes. Los programas de mejoramiento se

valen de estas expresiones para identificar los numerosos genes involucrados, y desarrollar genotipos tolerantes a las diversas restricciones abióticas. En estas situaciones la adquisición de tolerancia puede evitar la muerte de las plantas, no obstante, se reduce su potencial productivo.

Si la situación estresante es producida por una excesiva concentración salina del medio en el que se está desarrollando la raíz, es en este órgano donde inicialmente se desencadenan mecanismos de defensa, involucrando luego a través de diferentes mensajeros secundarios, mecanismos de señalización a los demás órganos de la planta. Si la planta se sobrepone a las condiciones impuestas por un exceso de sales la raíz continúa con su crecimiento. Esta habilidad es la que se destaca para seleccionar un genotipo para utilizarlo como pie de injerto de otros, que *per se* en ambientes salinos no son capaces de expresar su potencial (Helaly, 2017).

En este trabajo, para evaluar el desempeño de plantas injertadas en condiciones salinas, se utilizó el injerto entre melón (*Cucumis melo* L.) como vástago y zapallo tetsukabuto (*Cucurbita maxima* Duch. x *Cucurbita moschata* Duch.) como pie, híbrido citado ampliamente en bibliografía por su buen desempeño en condiciones de salinidad (Kumar, Sharma, et al., 2018; Kutty, 2020; Niu et al., 2022; Pico et al., 2017; Ulas et al., 2020; Ulas et al., 2019).

En primera instancia se cuantificó la evolución del crecimiento, en términos de acúmulo de masa seca total, como así también de raíces y parte aérea de las plantas injertadas regadas con soluciones nutritivas de diferente salinidad. Estos resultados fueron contrastados con las respuestas obtenidas con plantas sin injertar en las mismas condiciones. Posteriormente se particionó la biomasa aérea en hojas, tallos y frutos, masa seca que al igual que la medición de área foliar efectuada, se sometió a igual comparación.

La evolución gravimétrica de la masa seca de las raíces durante el ciclo de las plantas producidas en contenedor evidenció una amplia diferencia entre las francas e injertadas, mostrando estas últimas un menor valor. En ambos casos, el incremento de la concentración salina de la solución de riego, con valores superiores a 4 dS m<sup>-1</sup> CE provocó una disminución en la acumulación de biomasa.

El sistema radicular de las plantas injertadas evaluadas en los experimentos corresponde al híbrido *Cucurbita maxima* Duch. x *Cucurbita moschata* Duch., zapallo tetsukabuto, seleccionado por su compatibilidad con el melón, su vigor y tolerancia a situaciones de estrés abiótico. Balkaya et al.

(2016), trabajando con este híbrido producido en envases, observaron una reducción de entre el 50 y 60% de la masa seca radicular al ser expuestos durante 30 días a CE de 16 dS m<sup>-1</sup>, a partir de valores de entre 0,09 a 2,50 g planta<sup>-1</sup>.

Con el avance del ciclo de cultivo en los experimentos, la reducción de biomasa radicular de este pie al regar con solución de CE media de 6 y 8 dS m<sup>-1</sup> superó porcentualmente el rango referido por los mencionados autores. Esto sugiere que la tolerancia a estrés salino de este pie de injerto tiene un umbral de CE de 4 dS m<sup>-1</sup>.

La masa seca de las raíces de estas plantas injertadas de los tratamientos se redujo a valores inferiores a 1 g planta<sup>-1</sup> con el incremento de la condición salina, pesos menores a los obtenidos por Colla et al. (2013) y Colla et al. (2012) regando con solución cercana a 6 dS m<sup>-1</sup> de CE plantas de *Cucumis sativus* L. injertadas sobre el mencionado híbrido.

Al practicar la técnica de la injertación, existen evidencias que determinaron que, entre los 4 y 11 días posteriores, se producen las conexiones vasculares de ambas estructuras vegetales, siendo indicativo de la compatibilidad entre el vástago y el pie de injerto (Aloni et al., 2008; Rasool et al., 2020). En caso de incompatibilidad, el portainjerto se degradaría por exceso de concentración de especies reactivas de oxígeno (ROS), resultantes de la condición de estrés oxidativo al que fue expuesto al producirse el corte para realizar el injerto. Esta alta concentración favorece la peroxidación de lípidos, oxidación de proteínas y daños a ácidos nucleicos (Aloni et al., 2008). Las plantas activan su metabolismo de defensa antioxidante ante condiciones de estrés salino de igual manera (Arif et al., 2020; Liang et al., 2018), por lo que, en estos experimentos, una posible causa de la disminución del crecimiento y/ o parcial degradación de las raíces, sería el exceso de los compuestos químicos mencionados, aunque éstos no fueron evaluados en este trabajo. Se descarta la incompatibilidad del pie de injerto dado que los haces vasculares no mostraron signos de necrosis (Figura 23) y la disminución significativa de masa seca se correspondió con los tratamientos regados con solución de CE superior a 4 dS m<sup>-1</sup> hacia finales del ciclo evaluado.

La masa seca aérea vegetativa se comportó de manera similar que la radical, mostrando menores valores las plantas injertadas y decreciendo estos en ambos tipos de plantas con el incremento de la salinidad de la solución de riego y el avance del ciclo. El tratamiento control acumuló mayor cantidad de biomasa seca que el resto de los tratamientos, seguido en magnitud por el *sinj S4*,

ambos con valores dentro del rango citado por Sarabi et al. (2017) para melones del tipo *Inodorus*, grupo al que pertenece el usado como franco en este estudio.



**Figura 23:** Detalle del corte del vástago de plantas de melón injertadas sobre pie de *Cucurbita maxima* Duch. x *Cucurbita moschata* Duch. bajo la cicatriz del injerto (izquierda) y sobre ésta (derecha).

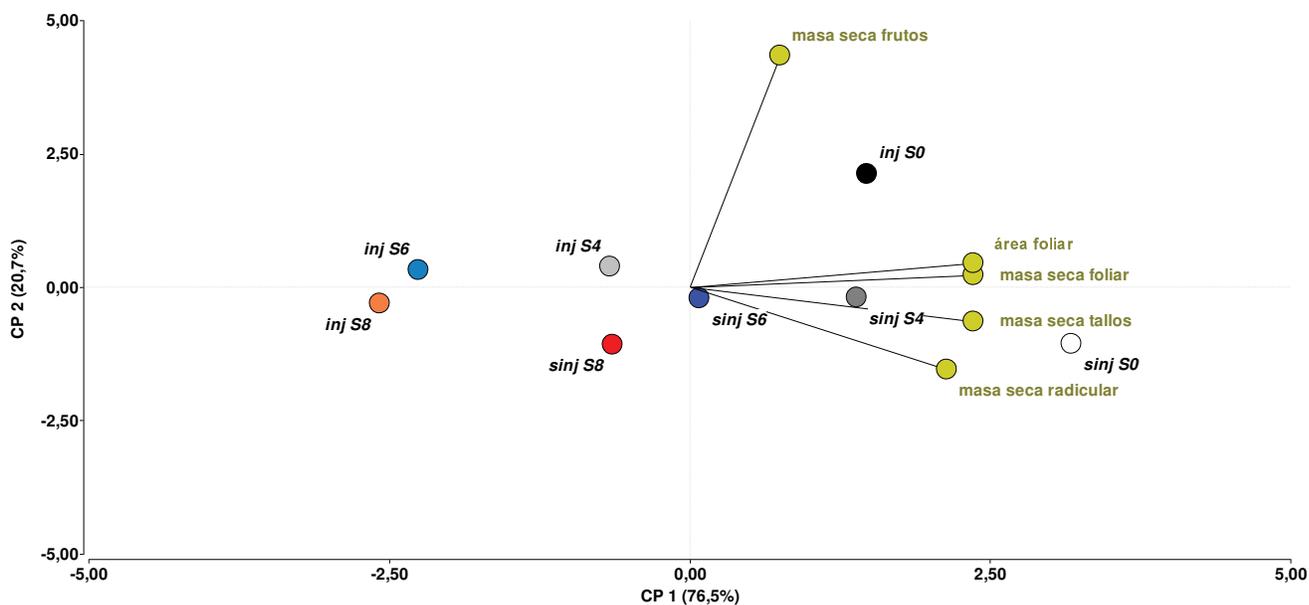
La masa seca vegetativa particionada en hojas y tallos mostró igual comportamiento que la total y evidenciando que en momentos avanzados del ciclo de cultivo, la biomasa de los tallos es más relevante para ambos tipos de plantas, destacándose en los tratamientos regados con solución de CE media y alta.

El contenido de materia seca de los frutos a fin de ciclo, momento en que estas estructuras habían alcanzado su madurez, fue menor en el tratamiento *sinj S4*, seguido por el control. De manera inversa, su contenido acuoso fue mayor, lo que resulta deseable para estos frutos en que su contenido porcentual como parámetro de calidad se sitúa entre el 90 y al 98 % (Aluko et al., 2020; Falodun & Ogedegbe, 2019; Y. Wang et al., 2019).

El área foliar de las plantas injertadas y de las regadas con solución a las que se modificó su CE por agregado de NaCl, resultó inferior respecto al tratamiento control, con una dinámica similar en el ciclo evaluado.

No se encontraron referencias bibliográficas que cuantifiquen el comportamiento de la evolución de estas variables durante el ciclo de cultivo de melones injertados.

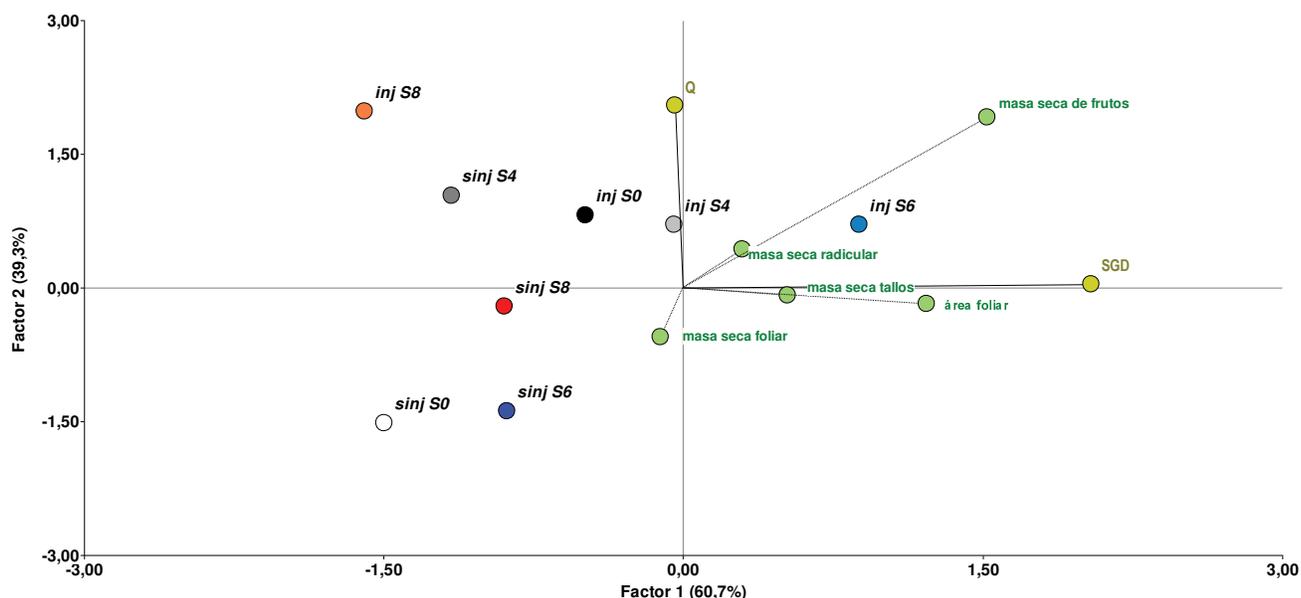
El biplot del análisis de componentes principales (ACP) indica que al considerar ambas componentes (CP1 y CP2), es posible explicar el 97,2 % de la variabilidad de los datos considerados (Figura 24).



**Figura 24: Biplot del Análisis de Componentes Principales (ACP) entre los valores medios de masa seca particionada y área foliar y los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m<sup>-1</sup>.**

Los tratamientos control (*sinj S0*), *sinj S4*, e *inj S0*, se caracterizan por las variables analizadas, en tanto que para el resto de los tratamientos la variabilidad es mayor.

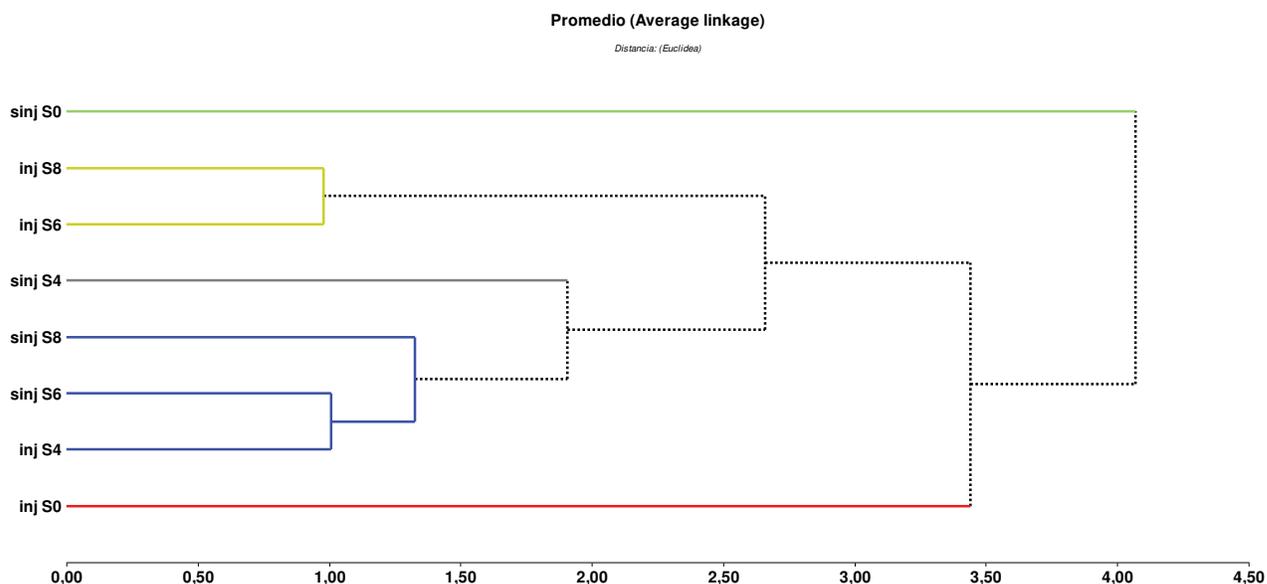
Tomando como variables predictoras a la SGD y el Q, del triplot del análisis de regresión por mínimos cuadrados parciales, se infiere que la masa seca de raíces y de frutos se obtuvo como respuesta de ambas variables regresoras, en tanto que la de tallos y el área foliar, de la SGD. La masa seca foliar no mostró dependencia de estas variables (Figura 25).



**Figura 25: Triplot del Análisis de Regresión por Mínimos Cuadrados Parciales (PLS) entre los valores medios de masa seca particionada y área foliar (variables respuesta) y la suma de grados día SGD y el Q (cociente fototermal) (variables predictoras) de los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m<sup>-1</sup>.**

Los tratamientos control y *sinj S6* no tuvieron influencia del Q ni de la SGD para la acumulación de su masa seca. Sobre el tratamiento regado con solución de alta salinidad sobre la parcela injertada (*inj S8*), la expresión de masa seca aérea y el área foliar fue afectada negativamente por la SGD. El tratamiento *inj S6* se vinculó con ambas regresoras, en tanto que sobre los restantes el cociente fototermal moduló la expresión de biomasa (Figura 25).

Dados los análisis previos, los tratamientos se agrupan en conglomerados mediados por distancias que muestran su similitud (Figura 26).



**Figura 26: Análisis de Conglomerados (Clusters) entre los valores medios de masa seca particionada y área foliar y los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m<sup>-1</sup>.**

Del análisis de estos resultados, resulta evidente la diferencia entre el tratamiento control y los otros tratamientos sobre ambas parcelas al considerar las variables evaluadas. La mayor distancia se establece con el conglomerado conformado por los tratamientos *inj S6* e *inj S8*, en tanto que la menor con el *inj S0*. Los demás tratamientos muestran una distancia intermedia y vinculados entre ellos.

Al realizar el análisis de crecimiento, el cual se resume en el índice de crecimiento relativo de la planta (RGR) se puso en manifiesto que la eficiencia media en crecer de las plantas francas e injertadas es liderada por el tratamiento sobre plantas no injertadas regado con solución nutritiva de 4 dS m<sup>-1</sup>, seguida por el tratamiento control, siendo la gradación posterior sobre esta parcela decreciente con el aumento del contenido salino del agua de riego, pero superior a los valores observados sobre sus pares de plantas injertadas.

Al obtener valores medios semejantes de tasa de asimilación neta (NAR) para todos los tratamientos en ambas parcelas, las plantas se adaptaron a la condición salina impuesta para generar biomasa a expensas del aparato fotosintético desarrollado, los que resultaron afectados negativamente con el incremento de sales en el medio e impactaron de igual manera al cuantificar la materia seca en sus estructuras, con la excepción del tratamiento sobre plantas francas regadas con CE de  $4 \text{ dS m}^{-1}$ , las que se mostraron una dinámica de acumulación de materia seca semejante al control.

## **5 Conclusión**

La masa seca radicular de las plantas de melón injertadas sobre pie de zapallo fue menor que las de plantas francas, siendo afectada la dinámica de acumulación de ambas al ser regada con solución salina. El área foliar disminuyó en ambos tipos de plantas al ser regadas con la mencionada solución. El incremento de la concentración de sales al agua de riego por adición de NaCl como vehículo para simular el uso de agua de deficiente calidad en cuanto a salinidad impacta negativamente sobre el crecimiento de plantas de melón producidas en contenedores bajo invernadero cuando la CE supera los  $4 \text{ dS m}^{-1}$ , hecho que se acrecienta si las plantas fueron injertadas sobre un sistema radicular proveniente de plantines del híbrido de zapallo *Cucurbita maxima* Duch. x *Cucurbita moschata* Duch.

CONSUMO DE AGUA EN PLANTAS DE MELÓN INJERTADAS REGADAS CON SOLUCIONES SALINAS

## 1 Introducción

Para cuantificar el consumo de agua de un cultivo se puede recurrir métodos basados en el cálculo de la evapotranspiración de referencia, modelos de simulación sustentados en el balance de radiación, energía y masa, sistemas de procesamiento de imágenes por sensores remotos o a métodos empíricos (Hatfield & Prueger, 2011). Entre las primeras, y con un uso muy generalizado, se destaca la propuesta por Penmann (Penman, 1948), luego modificada por Monteith (Monteith, 1965). Esta metodología estima la evapotranspiración de un dosel vegetal de gramíneas, valor que luego se relaciona con un coeficiente propio de cada cultivo, en función de su fenología para obtener la evapotranspiración del cultivo. Este último término es el que estima la tasa de consumo de agua de las plantas, contemplando los procesos de transpiración de estas y la evaporación del suelo (Allen et al., 2006).

El coeficiente de cultivo ( $K_c$ ) varía durante el ciclo de este ya depende de su fenología y expresa cambios en el dosel y la cobertura que proyecta en el suelo. Es así que se generalizan los coeficientes asociados a las etapas inicial, de desarrollo, media y final, siendo las dos primeras referidas al grado de cobertura, en tanto que las restantes se refieren a cambios en la fase reproductiva hasta alcanzar la senescencia (Allen et al., 2006).

Cuando un cultivo es producido en invernadero, el uso de ecuaciones integra las variables meteorológicas propias de estas estructuras (Katsoulas & Kittas, 2011; Kirnak et al., 2002; Phogat et al., 2020). En el caso que se utilicen contenedores, se debieran considerar nuevas variables, cómo por ejemplo el efecto que produce el envase en la transferencia de calor hacia el interior, modificando así el balance de energía en el medio de cultivo. Otro factor posible de considerar, además, es la humedad, la que se incrementaría en función del uso de los contenedores que actuarían como una resistencia al viento, por lo que debería determinarse experimentalmente (Bacci et al., 2011).

Los modelos de simulación analíticos se basan en parámetros fitométricos y en un contexto del continuo suelo-planta-atmósfera, formulados sobre la base del balance integral de radiación, energía y masa (Bouzo & Norero Sch, 2015)

Entre los métodos empíricos se encuentra el uso de lisímetros, de pesada o de drenaje. Son estructuras que contienen un área representativa del cultivo. En caso de ser de pesada, se cuantifica el consumo de agua de forma gravimétrica con la diferencia de pesadas sucesivas. En los lisímetros

de drenaje, este valor se obtiene a partir de la diferencia entre el agua aportada al cultivo en la estructura, y la percolación que se recoge (Bacci et al., 2011; McCauley et al., 2021; Nicolás-Cuevas et al., 2020).

Las metodologías más comunes para la estimación de la evapotranspiración a partir de imágenes de sensores remotos son las basadas en el balance de energía superficial y en índices de vegetación. Estos modelos aprovechan la relación entre los datos de reflectancia superficial y los componentes del balance de energía para derivar de evapotranspiración de cultivos, siendo utilizados en una escala de gran superficie (Hatfield & Prueger, 2011; Ramírez-Cuesta et al., 2018).

En invernaderos, la demanda del agua que tienen los cultivos se satisface sólo con el riego. La calidad del agua que se aplica con esta tecnología cobra mayor importancia respecto a producciones a campo, en particular lo que respecta a su contenido de sales. Estas se van acumulando en el medio donde se desarrollan las raíces, modificando su potencial osmótico, restringiendo la absorción de agua (Niu et al., 2019), no siendo posible contar con el aporte de las precipitaciones, que además de lixiviar las sales, lo hacen con un mínimo contenido salino (Paladino et al., 2020).

En los últimos años se han incrementado los trabajos orientados a estudiar el efecto de melón injertado con relación a diferentes factores bióticos o abióticos limitantes para la producción (Rouphael et al., 2017; Schwarz et al., 2010; SEMARNAT, 2008; Zhao et al., 2011). Naranjo Morán (2014) determinó que el mayor volumen de raíces proporcionadas por el pie de *Cucurbita moschata* Duch., favoreció la absorción de agua y nutrientes, mostrando la mejor respuesta productiva en condiciones salinas.

En melones cultivados a campo en condiciones no salinas se determinaron valores de evapotranspiración de cultivo en todo su ciclo en el rango de 246 a 428 mm en plantas francas, y entre 191 y 225 en plantas injertadas sobre pie de zapallo (Lozano et al., 2017; Orgaz et al., 2005; Özbek & Kaman, 2019; Yavuz et al., 2021) con valores máximos diarios entre 5,16 mm y 10,4 mm registrados durante la etapa media del ciclo de plantas francas de melón (Lozano et al., 2017).

Son escasas las referencias respecto a la determinación del coeficiente de cultivo de melón (Kc), e inexistentes cuando la producción se basa en plantas injertadas. Orgaz et al. (2005) determinaron valores máximos de Kc de 1,2, en tanto los propuestos por Allen et al. (2006) se sitúan en 1,05. Es

de destacar que son los referidos por este último autor los que se utilizan en investigación al cuantificar la evapotranspiración de cultivo de plantas no injertadas de melón (Kuscu & Turhan, 2022; Nisini et al., 2002; Ren et al., 2021; Terceiro Neto et al., 2013).

En este capítulo se establece el consumo de agua en plantas de melón injertadas y sin injertar regadas con soluciones nutritivas de salinidad creciente.

## 2 Materiales y métodos

En los experimentos 1 y 2 descritos en el capítulo anterior del presente trabajo, previo a cada riego, se pesaron dos envases con plantas de cada repetición con balanza de precisión portátil Ohaus, simulando microlisímetros (Allen, 1990; Hernandez et al., 2020; Villalobos & Fereres, 1990). Luego de verificar el cese de la percolación, se pesaron nuevamente, considerando de este modo que el medio de cultivo se encontraba a capacidad de campo (Alsuvaide & Demir, preprint; Lemaire, 2005; Luna Wolter et al., 2021; Resende et al., 2021).

A partir de esta diferencia de pesos (Incrocci et al., 2020; Ren et al., 2021), se afectó el contenido gravimétrico de agua ( $\Delta W$ ) obtenido por la densidad aparente sustrato ( $\partial s$ ) y el espesor ocupado con relación al volumen del medio ( $Vm$ ), la densidad aparente del agua ( $\partial w$ ) y el tiempo ( $1d$ ) entre mediciones sucesivas, obteniendo el consumo de agua o evapotranspiración del cultivo (ETc) en mm d<sup>-1</sup>.

$$ETc (mm d^{-1}) = \frac{\Delta W \partial s 160 mm}{Vm \partial w 1d}$$

La evapotranspiración de referencia (ETo) expresada en mm d<sup>-1</sup> se obtuvo con el software CROPWAT (FAO, 2009) a partir de los parámetros medidos con la estación meteorológica automática instalada en el invernadero.

El coeficiente de cultivo (Kc) de las plantas del experimento 1 se obtuvo a partir de la relación entre la ETc y la ETo (Allen et al., 2006):

$$Kc = \frac{ETc (mm d^{-1})}{ETo (mm d^{-1})}$$

En el experimento 2, se tomaron muestras del sustrato de las plantas las que se diluyeron con agua destilada en una proporción de 5:1 para luego de realizada la solución, agitarlas con espátula

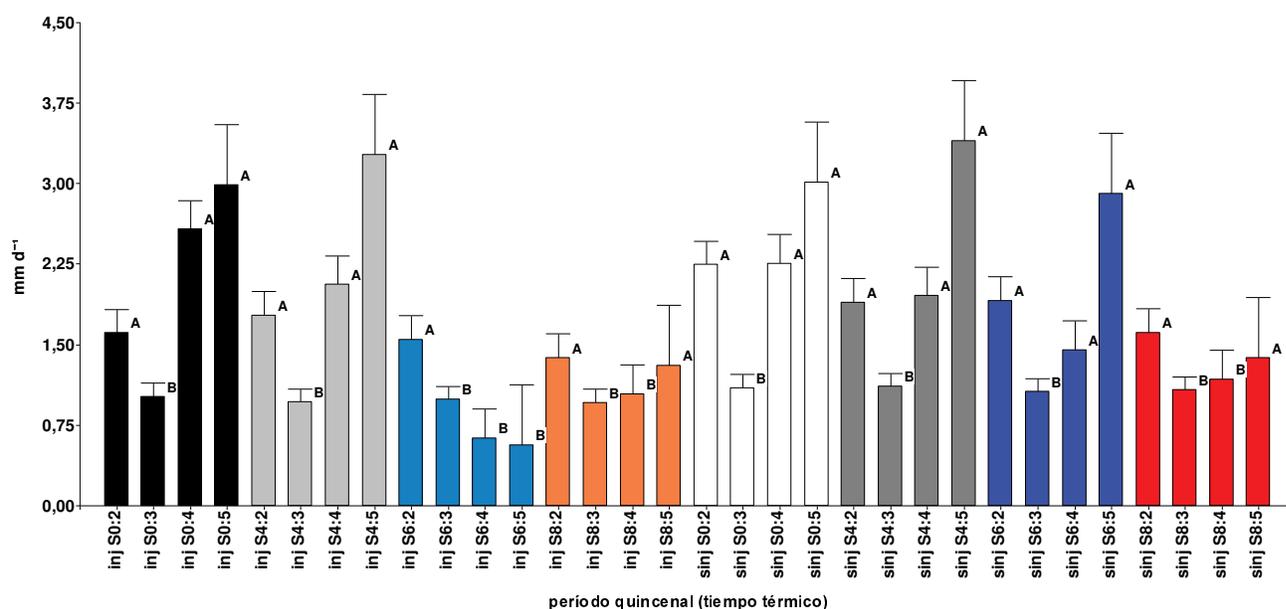
durante cinco minutos. Se dejaron reposar 20 minutos, midiendo finalmente la CE en el sobrenadante (Barbaro et al., 2017) con un conductímetro de mesa OAKTON CON 510 Series.

Los valores resultados obtenidos se analizaron con el software Infostat (Di Rienzo et al., 2020) con el procedimiento Modelos Lineales Generales y Mixtos (MLGyM). Las medias de los tratamientos se compararon con la prueba de formación de grupos excluyentes (DGC) con un nivel de significación < a 0,05.

### 3 Resultados

#### 3.1 Consumo de agua

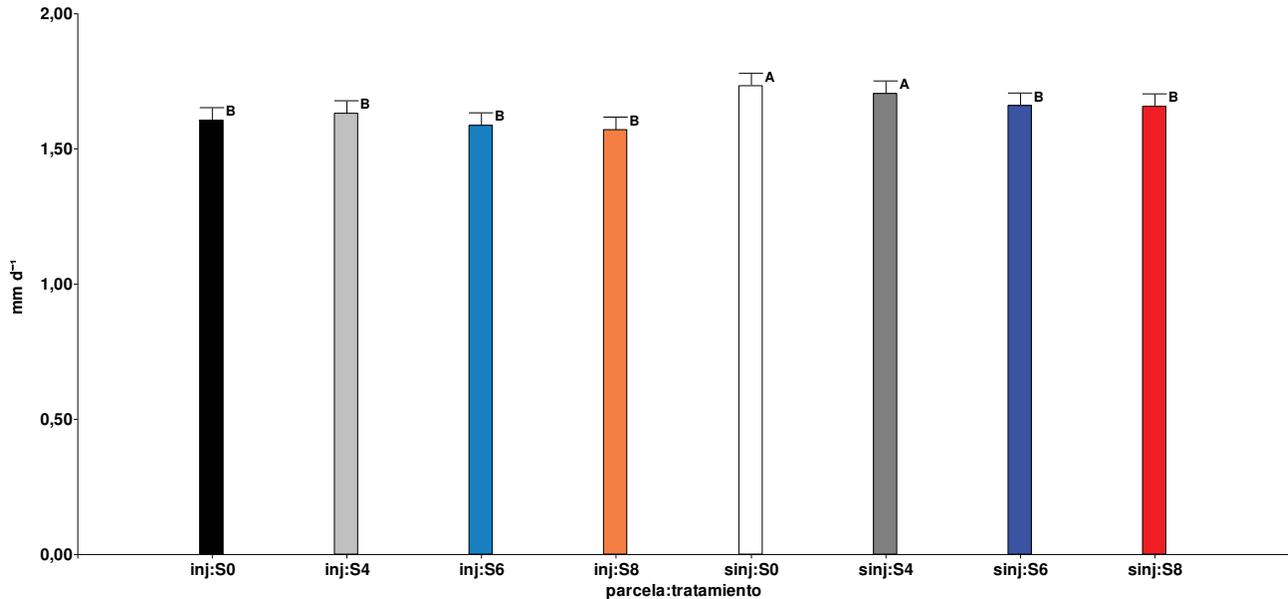
El experimento 1 finalizó a los 70 días posteriores al trasplante. La temperatura media máxima registrada fue de 30,9 °C, y la mínima de 15,3 °C. Se observó en este experimento que, exceptuando al tratamiento inj S6, el consumo de agua resultó creciente con el avance del ciclo (Figura 27). El experimento finalizó previo a la obtención del rendimiento final debido a la mortandad de plantas de los tratamientos regados con mayor CE.



**Figura 27:** Consumo de agua del cultivo de melón (*Cucumis melo* L.) expresada en mm d<sup>-1</sup> en el experimento 1 con relación al período quincenal del ciclo determinado por su tiempo térmico. Plantas sin injertar e injertadas sobre pie de *Cucurbita maxima* Duch. x *Cucurbita moschata* Duch. en función de los diferentes tratamientos, consistentes en el uso de soluciones nutritivas de diferente conductividad eléctrica.

(n: 600. Test de comparación de medias DGC. Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p>0,05))

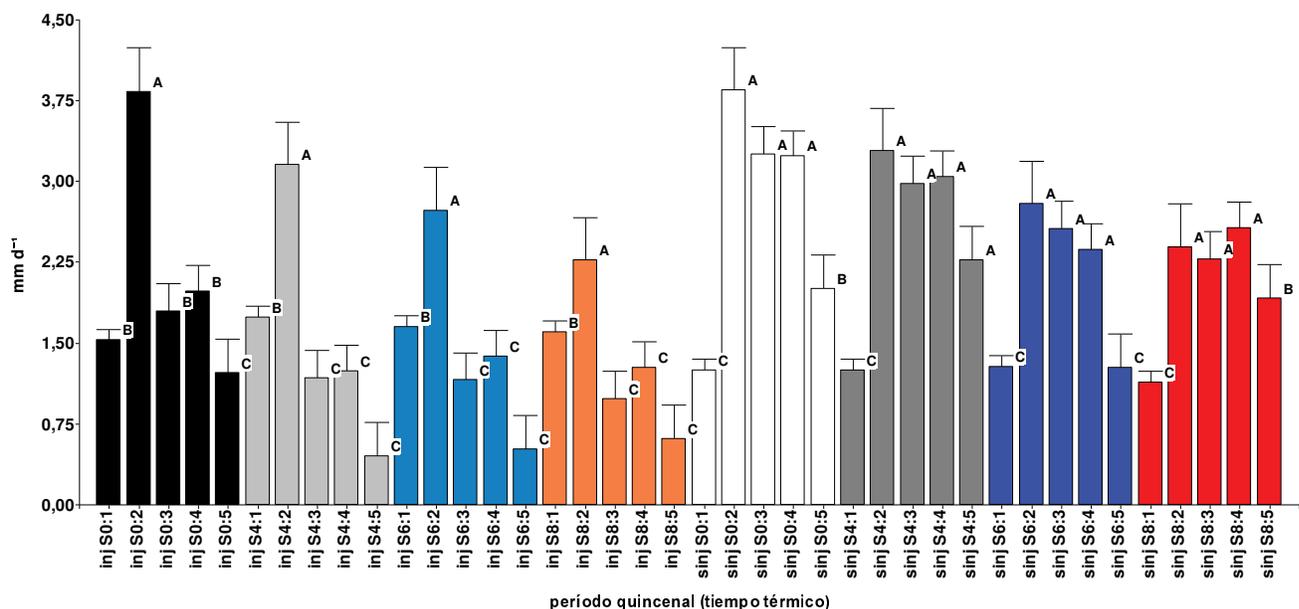
En los tratamientos *sinj S6* y *sinj S8* ocurrieron las menores tasas medias de consumo de agua, en comparación con los tratamientos control y *sinj S4*. Esta respuesta se acentuó en las plantas injertadas (Figura 28).



**Figura 28: Consumo medio de agua del cultivo de melón (*Cucumis melo* L.) expresada en mm d<sup>-1</sup> en el experimento 1, plantas sin injertar e injertadas sobre pie de *Cucurbita maxima* Duch. x *Cucurbita moschata* Duch. en función de los diferentes tratamientos, consistentes en el uso de soluciones nutritivas de diferente conductividad eléctrica.**

(n: 600. Test de comparación de medias DGC. Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p>0,05))

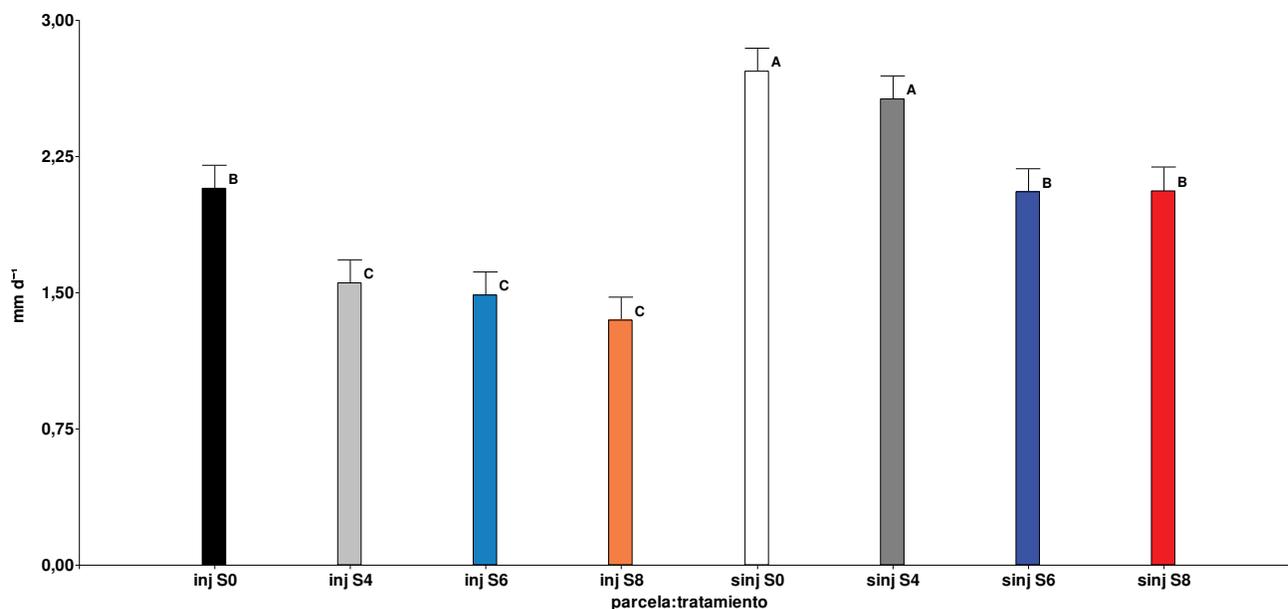
El experimento 2 finalizó a los 70 días posteriores al trasplante. Las temperaturas medias máxima y mínima durante el ciclo fueron de 28,5 °C y 14,4 °C respectivamente. El consumo de agua del cultivo, en todos los tratamientos, fue decreciente con el avance del ciclo, observando una menor tasa de evapotranspiración con el incremento de la concentración de sales aportadas con el riego. Las parcelas de plantas francas presentaron mayor valor de este parámetro respecto a las plantas injertadas (Figura 29).



**Figura 29: Consumo de agua del cultivo de melón (*Cucumis melo* L.) expresada en mm d<sup>-1</sup> en el experimento 2 con relación al período quincenal del ciclo determinado por su tiempo térmico. Plantas sin injertar e injertadas sobre pie de *Cucurbita maxima* Duch. x *Cucurbita moschata* Duch. en función de los diferentes tratamientos, consistentes en el uso de soluciones nutritivas de diferente conductividad eléctrica.**

(n: 576. Test de comparación de medias DGC. Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p>0,05))

Al igual que en el experimento anterior, las mayores tasas medias de consumo de agua se correspondieron con el tratamiento control y *sinj S4*, disminuyendo el valor de esta variable con el incremento de la salinidad en el agua aportada por riego. En los tratamientos sobre plantas injertadas esta evolución decreciente fue más marcada que en las plantas francas (Figura 30).

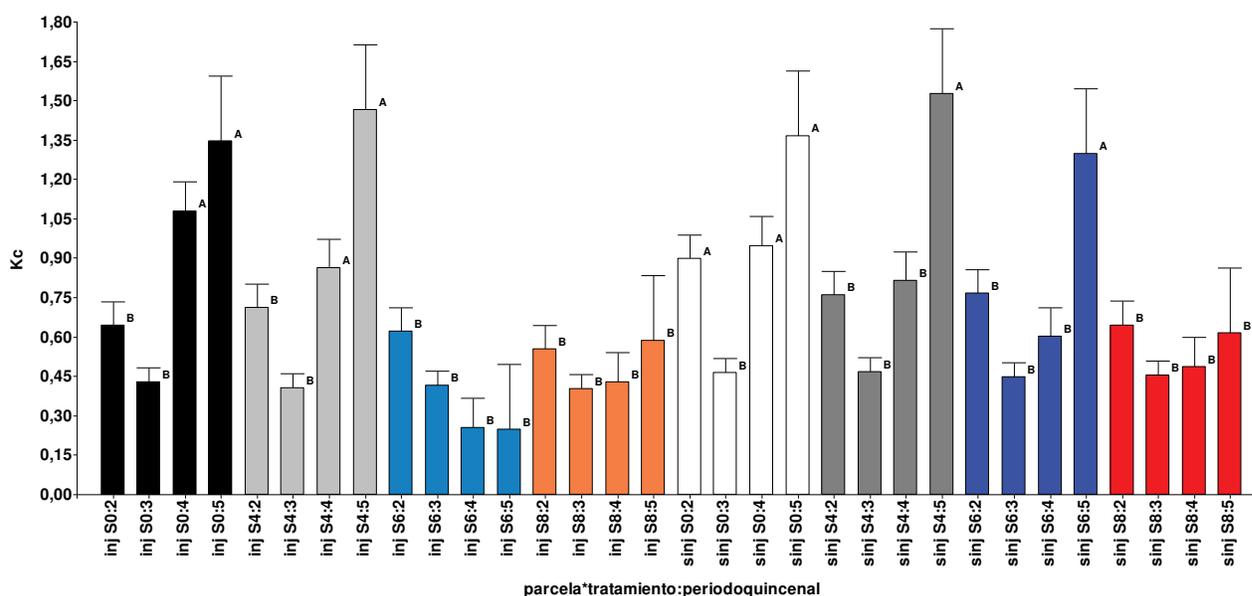


**Figura 30: Consumo medio de agua del cultivo de melón (*Cucumis melo* L.) expresada en mm d<sup>-1</sup> en el segundo experimento, plantas sin injertar e injertadas sobre pie de *Cucurbita maxima* Duch. x *Cucurbita moschata* Duch. en función de los diferentes tratamientos, consistentes en el uso de soluciones nutritivas de diferente conductividad eléctrica.**

(n: 576. Test de comparación de medias DGC. Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p>0,05))

### 3.2 Coeficiente de cultivo

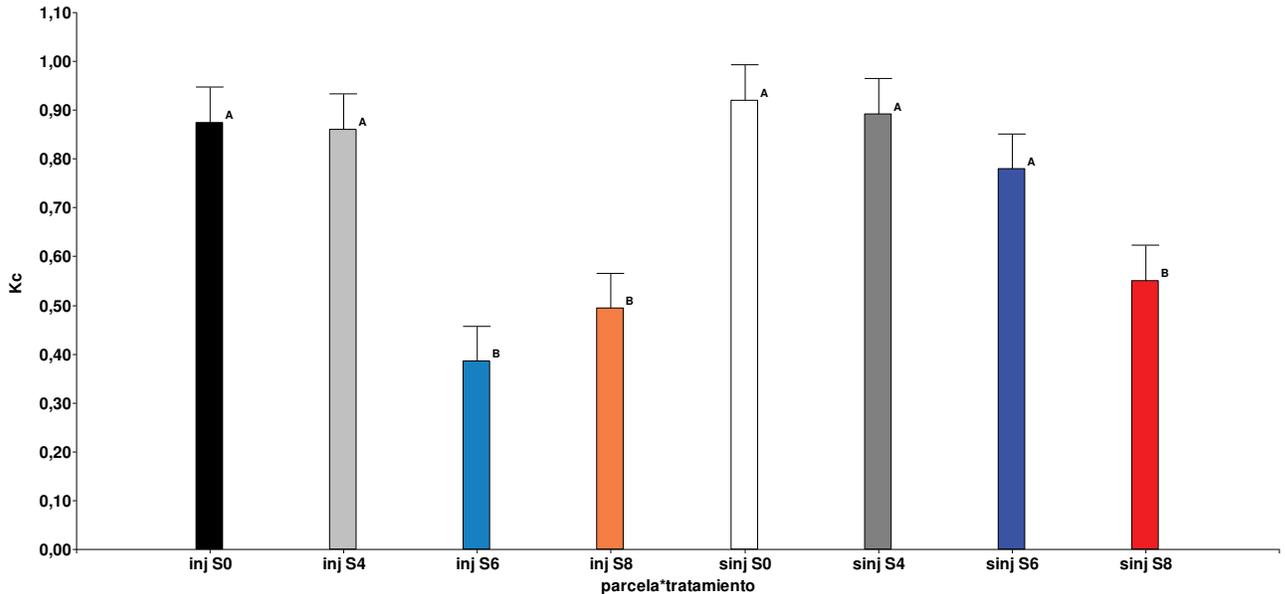
El coeficiente de cultivo, Kc, de las plantas de melón injertadas y francas, exceptuando las plantas del tratamiento *injS6*, mostró una evolución similar durante el ciclo, alcanzando el máximo valor hacia fines de este. Este valor decreció de manera inversa al incremento de la salinidad de la solución de riego (Figura 31).



**Figura 31: Coeficiente de cultivo (Kc) del cultivo de melón (*Cucumis melo* L.) en el experimento 1 con relación al período quincenal del ciclo determinado por su tiempo térmico. Plantas sin injertar e injertadas sobre pie de *Cucurbita maxima* Duch. x *Cucurbita moschata* Duch. en función de los diferentes tratamientos, consistentes en el uso de soluciones nutritivas de diferente conductividad eléctrica.**

(n: 600. Test de comparación de medias DGC. Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p>0,05))

En consecuencia, los valores medios máximos de este parámetro mostraron diferencias significativas entre los tratamientos *injS6*, *injS8* y *sinj S8* y el resto, registrando el menor valor en las plantas injertadas regadas con solución salina de 6 dS m<sup>-1</sup> (Figura 32).

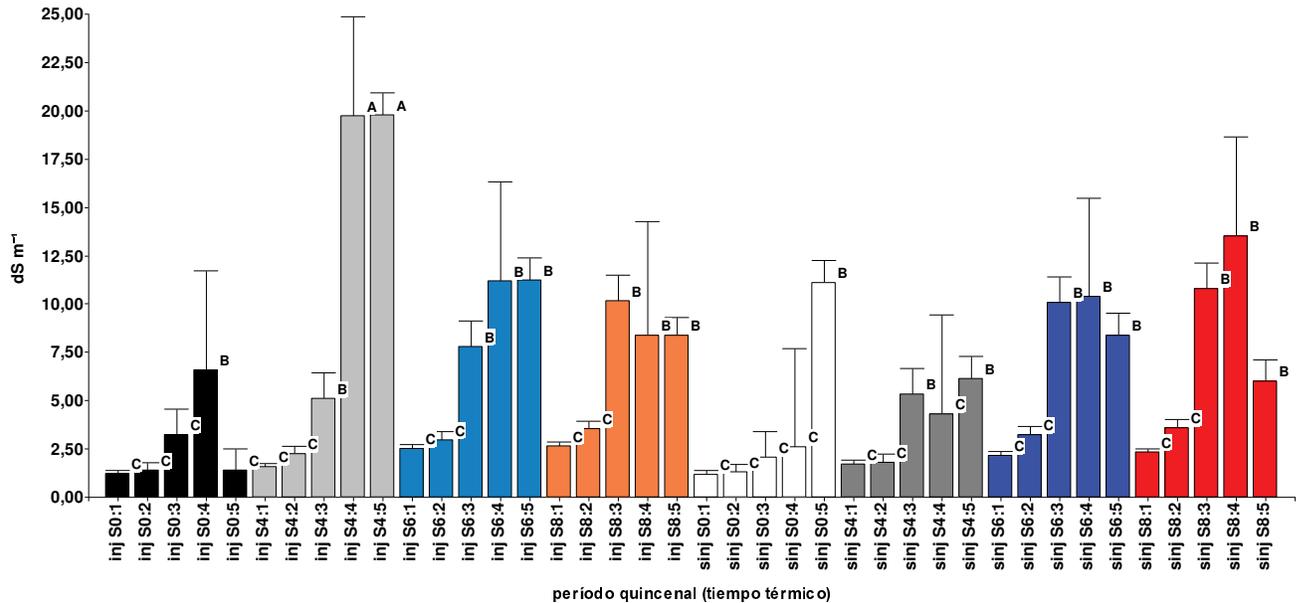


**Figura 32:** Valores medios del coeficiente de cultivo (Kc) del cultivo de melón (*Cucumis melo* L.) en el experimento 1 con relación al período quincenal del ciclo determinado por su tiempo térmico. Plantas sin injertar e injertadas sobre pie de *Cucurbita maxima* Duch. x *Cucurbita moschata* Duch. en función de los diferentes tratamientos, consistentes en el uso de soluciones nutritivas de diferente conductividad eléctrica.

(n: 600. Test de comparación de medias DGC. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p>0,05$ ))

### 3.3 Conductividad eléctrica del sustrato

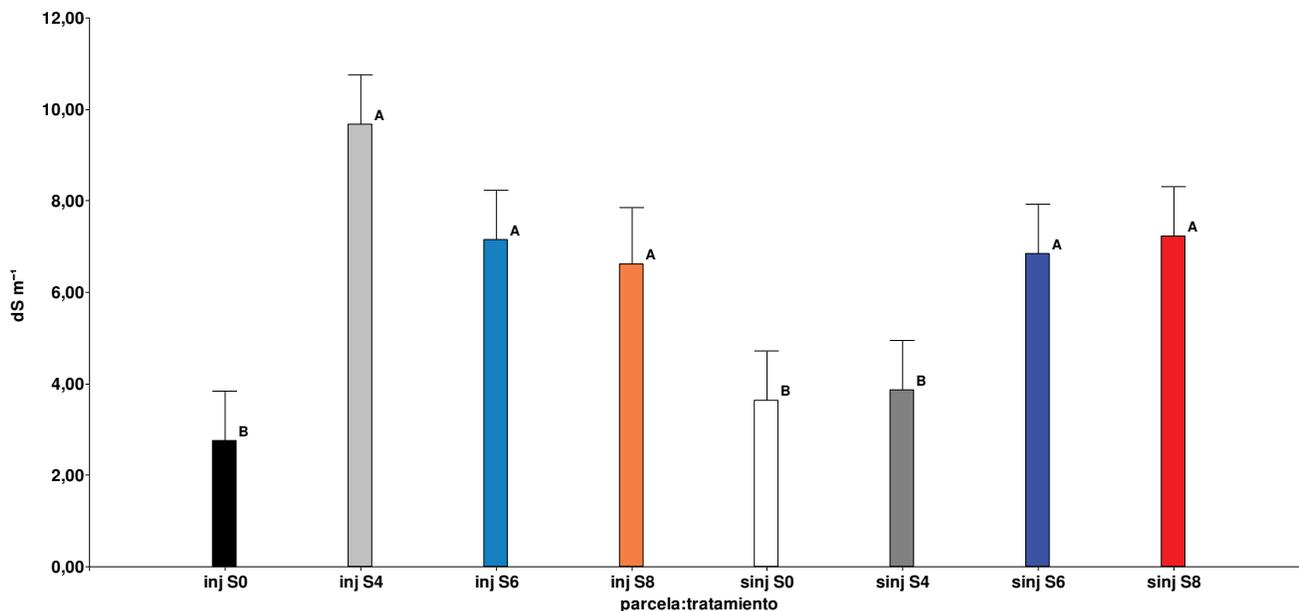
El incremento de la salinidad de la solución nutritiva para los diferentes tratamientos tuvo como consecuencia el incremento de la salinización en el medio de cultivo. Esto se puede inferir a partir de los valores crecientes de CE del sustrato con el avance del ciclo de cultivo, siendo más pronunciado en los tratamientos regados con salinidad media y alta y considero que excepcionalmente, el tratamiento *inj S4* (Figura 33).



**Figura 33: evolución de la conductividad eléctrica (CE) del sustrato medida en el experimento 2 y expresada en  $\text{dS m}^{-1}$  en función de períodos quincenales de tiempo térmico de plantas sin injertar e injertadas sobre pie de *Cucurbita maxima* Duch. x *Cucurbita moschata* Duch.**

(n: 120. Test de comparación de medias DGC. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p>0,05$ ))

Esto se refleja al obtener los valores medios de CE del sustrato, en los que se evidencian dos grupos. Uno integrado por los tratamientos control, *sinj S4* e *inj S0*, y otro conformado por los restantes tratamientos en ambas parcelas y con mayor y valor (Figura 34).



**Figura 34: Conductividad Eléctrica (CE) media del sustrato medida en el experimento 2 y expresada en dS m<sup>-1</sup> de plantas sin injertar e injertadas sobre pie de *Cucurbita maxima* Duch. x *Cucurbita moschata* Duch.**

(n: 120. Test de comparación de medias DGC. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p>0,05$ ))

#### 4 Discusión

El máximo consumo diario de agua de plantas francas e injertadas de melón se registró en aquellas regadas con la solución nutritiva sin modificar su salinidad. El valor obtenido, 3,75 mm d<sup>-1</sup>, resultó inferior a los citados en bibliografía para plantas francas producidas en suelo, que se situaban en el rango de 5,16 a 10,4 mm d<sup>-1</sup> (Lozano et al., 2017).

El consumo de agua de las plantas de melón francas e injertadas fue afectado negativamente con el incremento salino de la solución de riego (Figuras 27 y 29). Esta creciente salinidad interactuó con el medio de cultivo modificando su CE (Figura 33) dotándolo de mayor contenido de sales con el avance del ciclo de cultivo evaluado. De este modo el potencial hídrico del medio en que se desarrollan las raíces se torna más negativo, limitando el proceso de absorción y consecuentemente, la tasa de evapotranspiración.

El consumo de agua de un cultivo se cuantifica mediante su evapotranspiración, proceso que involucra la transpiración de la planta y la evaporación del medio en el que se desarrolla el cultivo.

La transpiración es el principal componente del consumo de agua de las plantas, siendo ésta un compartimento del continuo suelo/planta/atmósfera (Penuelas & Sardans, 2021). Como determinante primario del balance energético de la hoja y del estado hídrico de la planta, comprende la evaporación del agua desde las células superficiales en el interior de los espacios intercelulares y su difusión fuera del tejido vegetal principalmente a través de los estomas y en menor medida a través de la cutícula y las lenticelas (Qaderi et al., 2019).

Este flujo depende del gradiente de potenciales hídricos que se establecen entre las hojas y el medio radical. Entre los componentes del potencial hídrico del suelo, se encuentra el potencial osmótico. El mismo está determinado por la concentración de solutos en la solución del suelo. Un incremento de éstos disminuye la energía libre del agua, tornando al potencial hídrico más negativo, afectando la disponibilidad de agua para ser absorbidas por las raíces de la planta (Smagin et al., 2018).

El riego con soluciones salinas incorpora sales al medio de cultivo, y dado que la planta es selectiva en cuanto a su absorción (De-Jesus-Garcia et al., 2020), las residuales modifican el potencial osmótico de la solución del medio, incrementando su valor negativo (Safdar et al., 2019). Con el avance del ciclo de cultivo las sales depositadas se incrementan (Botía et al., 2005) llevando el potencial hídrico a valores que superan la tolerancia salina de los vegetales en producción.

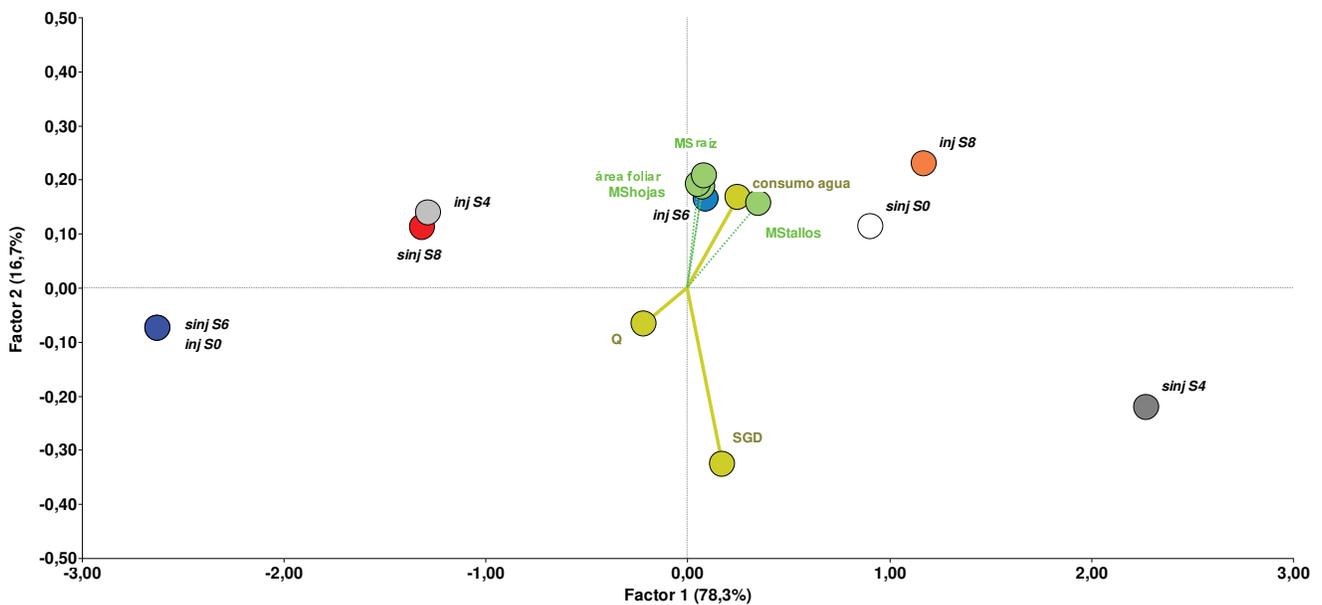
En particular, las sales asociadas con el anion  $\text{Cl}^-$ , son absorbidas pasivamente por las raíces, en tanto que las que contienen el cation  $\text{Na}^+$ , si bien ingresan rápidamente a las raíces mediante transportadores, existe una alta tasa de afluencia para que retornen al medio o que sean almacenadas en las vacuolas de las células radicales o transportadas al xilema (Davenport et al., 2005). Es probable entonces que, al regar las plantas con soluciones con alta CE modificada por el agregado de  $\text{NaCl}$ , el flujo de estas sales desde raíces a la rizosfera haya contribuido al incremento del contenido salino del medio. Sonneveld and Voogt (2009) determinaron que los valores máximos de CE para pepino (*Cucumis sativus* L.) en sustrato, perteneciente a igual familia que las plantas utilizadas en este trabajo, resultó entre 2,0 y 4,5  $\text{dS m}^{-1}$ . El límite superior del rango mencionado por estos autores se corresponde con el mayor consumo de agua en plantas francas e injertadas (tratamientos control, *inj S4* e *inj S0*) del experimento en que se midió la CE del sustrato.

La tolerancia a la salinidad de las plantas injertadas, medida indirectamente a través de la tasa de consumo de agua no se confirmó con estos experimentos cuando el riego se realizó con solución

nutritiva de CE superior a los 4 dS m<sup>-1</sup>. Al no observar tolerancia salina en las plantas injertadas cuando fueron regadas con una solución con una CE superior a la mencionada, es posible inferir que la concentración de iones que intervienen en la transpiración disminuyó (Deinlein et al., 2014; Kafkafi, 1990; Nieves-Cordones et al., 2014).

Las posibles causas de esta merma son su afluencia hacia el medio o la menor tasa de absorción por antagonismos (Geilfus, 2018) con el Na o Cl, con la consecuente respuesta fisiológica respecto a su intervención en la regulación de las células estomáticas (Demidchik, 2014; Nieves-Cordones et al., 2014; Safdar et al., 2019) alterando el flujo suelo-planta-atmósfera determinante de la evapotranspiración del cultivo.

Considerando como variables predictoras la sumatoria de grados día (SGD), el cociente fototermal (Q) y el consumo de agua para relacionar con las variables respuestas a la materia seca particionada y el área foliar del experimento 2, se observa que estas últimas están positivamente vinculadas al consumo de agua, e inversamente a la SGD y el Q. A su vez, es el consumo de agua quien mayormente ejerce su influencia en la expresión de las variables respuesta del tratamiento control y de los tratamientos sobre plantas injertadas regadas con solución de CE media y alta (Figura 35).



**Figura 35:** Triplot del Análisis de Regresión por Mínimos Cuadrados Parciales (PLS) entre los valores medios de masa seca particionada y área foliar (variables respuesta) y la suma de grados día SGD, el Q (cociente fototermal) y el consumo de agua (variables predictoras) de los

tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) de melón consistentes en el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m<sup>-1</sup>.

## 5 Conclusión

En ambos ensayos la cuantificación de la evapotranspiración de cultivo, parámetro positivamente relacionado con la producción de materia seca y área foliar, de plantas injertadas frente a las francas mostró menores valores con el avance del ciclo, por lo que el uso de plantas de *Cucumis melo* L. injertadas sobre pie de *Cucurbita maxima* Duch. x *Cucurbita moschata* Duch. no sería recomendable como estrategia para la producción en condiciones de riego con soluciones salinas de conductividad eléctrica superior a los 4 dS m<sup>-1</sup> al afectar negativamente el consumo de agua del cultivo.

### CAPÍTULO 3

## CONCENTRACIÓN DE CALCIO, POTASIO, SODIO Y CLORO EN LA MASA SECA Y DE CLOROFILA DE LAS HOJAS DE PLANTAS DE MELÓN INJERTADAS AFECTADAS POR CONDICIONES SALINAS

## 1 Introducción

Las plantas tal como otros seres vivos requieren nutrientes minerales para completar su ciclo vital. Se consideran como esenciales aquellos que no pueden ser sustituidos por otro elemento además de tener impacto directo en el crecimiento y reproducción, y su deficiencia afectar negativamente su ciclo por intervenir en funciones metabólicas claves (Barker & Pilbeam, 2015). Estos nutrientes son obtenidos por las plantas desde el aire o el agua (tal como es el caso del carbono, oxígeno e hidrógeno) o desde el medio de cultivo, por su presencia en estos o por el aporte de fertilizantes (siendo éstos el nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, hierro, manganeso, zinc, cobre, cloro, molibdeno y boro) (Barker & Pilbeam, 2015; Prajapati, 2019; Wall & Plunkett, 2021).

La salinidad primaria o secundaria, se considera una condición estresante, al afectar el normal desarrollo del ciclo ontogénico de la planta. Entre los nutrientes esenciales que intervienen en los procesos metabólicos que activa esta situación, se destacan el potasio, el calcio y el cloro.

El potasio (K), macronutriente considerado esencial, interviene en la activación de enzimas, síntesis de proteínas, cierre estomático, balance de cargas, ante situaciones de estrés biótico y abiótico (Barker & Pilbeam, 2015; Benito et al., 2014; Demidchik, 2014; Kant & Kafkafi, 2002), osmorregulación y mantenimiento de la turgencia (Adams & Shin, 2014; Benito et al., 2014; Hasanuzzaman et al., 2018; Kant et al., 2005; Srivastava et al., 2020; Sustr et al., 2019; Tränkner et al., 2018; Zörb et al., 2014). Se encuentra como catión ( $K^+$ ), situándose su concentración en las plantas en el rango del 0,4% al 10% de masa seca (Barker & Pilbeam, 2015; Demidchik, 2014; Kant & Kafkafi, 2002; Sustr et al., 2019; Tränkner et al., 2018; Zörb et al., 2014), siendo luego del nitrógeno, el elemento más abundante en tejidos fotosintéticos (Srivastava et al., 2020).

El calcio (Ca), se encuentra en los vegetales en una concentración entre el 0,1 y el 5% de la masa seca. Funcionalmente lo distinguen dos aspectos, uno estructural como componente de las membranas celulares, y otro, dentro de las células, como mensajero secundario, al actuar en la percepción de señales que indican diferentes tipos de estrés (Barker & Pilbeam, 2015; Demidchik et al., 2018; Lecourieux et al., 2006; Li et al., 2019; Thor, 2019; Q. Wang et al., 2019; White & Broadley, 2003)

El sodio (Na), esencial para algunas especies de plantas halófitas y con metabolismo fotosintético C<sub>4</sub>, resulta perjudicial en altas concentraciones, al producir estrés salino. Bajas concentraciones,

ante deficiencias de  $K^+$ , por su similitud estructural y química en su forma hidratada, puede reemplazarlo en funciones metabólicas con una efectividad del 20% (Maathuis, 2014). Su principal función es la regulación de la turgencia y expansión celular (Adams & Shin, 2014; Kronzucker & Britto, 2011; Kronzucker et al., 2013).

El cloruro de sodio (NaCl) es la sal que mayormente se encuentra cuando las condiciones del medio de cultivo o el agua de riego, se considera salina (Ashraf, 2004; Munns & Tester, 2008). El cloro (Cl), constituyente de las plantas como anión cloruro, actúa en múltiples funciones: actividades enzimáticas, cofactor en el fotosistema II, osmorregulación y apertura estomática entre otras (Barker & Pilbeam, 2015; Chen et al., 2010; Geilfus, 2018; Shelke et al., 2019; Wege et al., 2017; White & Broadley, 2001; Xu et al., 1999). La concentración en tejidos oscila entre 10 y 200  $\mu\text{g g}^{-1}$  de masa fresca aérea (Chen et al., 2010; Geilfus, 2018; Wege et al., 2017; White & Broadley, 2001); excesos, usuales en condiciones salinas, actúan en detrimento de plantas sensitivas por toxicidad (Chen et al., 2010; Geilfus, 2018; Isayenkov & Maathuis, 2019; Munns & Tester, 2008; Shelke et al., 2019; Wege et al., 2017; White & Broadley, 2001; Xu et al., 1999; Zhao et al., 2020).

Referencias indican que, ante la presencia de NaCl en exceso en el medio de cultivo, las plantas cuentan con mecanismos que les permite regular su acumulación tisular y favorecer el ingreso de iones presentes en la solución que rodea a la rizosfera, aún en bajas concentraciones. La mayoría de las plantas excluye la absorción de los iones  $\text{Cl}^-$  y  $\text{Na}^+$ , teniendo mayor efectividad las halófitas (Munns, 2002; Munns & Tester, 2008) al mantener la turgencia, carácter distintivo dado por evolución de las especies que representan este grupo de plantas. Las glicófitas en condiciones salinas deben adaptarse mediante mecanismos osmóticos, para enfrentar la situación estresante (Ashraf, 2004; Van Zelm et al., 2020). Uno de estos mecanismos es el ajuste osmótico, el que se basa en la disminución del potencial agua mediante la acumulación de solutos en las células, de tal modo que en respuesta mantienen la turgencia. Los solutos, orgánicos y/o inorgánicos, si sobrepasan en concentración el límite que tiene la especie para tolerarlos, se transforman en tóxicos (Ashraf, 2004; Liang et al., 2018; Munns, 2002; Munns & Tester, 2008). Otro mecanismo es la exclusión de iones, sea por las raíces, o habiendo ingresado a la planta, por acumulación en una determinada estructura vegetal (Ashraf, 2004; Liang et al., 2018; Munns, 2002; Munns & Tester, 2008).

Para mantener la estructura y funcionalidad de las membranas celulares, son necesarias concentraciones de K y Ca. En medios salinos, disminuye la presencia de estos iones y en particular, la absorción del K al competir con el Na por la alta afinidad que tiene este último con algunos de sus transportadores que posibilitan la nutrición potásica de la planta (Munns, 2002; Munns & Tester, 2008; Van Zelm et al., 2020; Wani et al., 2020). Las relaciones  $K^+/Na^+$  y  $Ca^{2+}/Na^+$  celulares resultan buenos indicadores para conocer la sensibilidad de las plantas en medios salinos (Van Zelm et al., 2020), pudiendo ser usados como criterios de selección en programas de mejoramiento (Ashraf, 2004; Jia et al., 2018; Munns, 2002; Munns & Tester, 2008; Seifikalhor et al., 2019).

Ashraf (2004) y Wungrampha et al. (2018), a través de citas de diferentes autores, manifiestan que la salinidad reduce la fotosíntesis, la transpiración y la conductancia estomática. El efecto sobre la fotosíntesis se manifiesta debido al ajuste osmótico que reduce la disponibilidad del ion K en los cloroplastos y la desintegración del fotosistema II, sumado una alta concentración de azúcares orgánicos en el mesófilo de las células, sustrato que en exceso inhibe la fotosíntesis.

La utilización del injerto como estrategia productiva ante situaciones en las que las condiciones del medio presentan salinización primaria o secundaria es recomendado. Con esta tecnología se restringe el transporte de iones tóxicos para las plantas. La absorción de nutrientes se mantiene en niveles deseables para el desarrollo vegetal al proporcionar al vástago un incremento en la actividad antioxidante con la que mitigan el estrés salino y se minimiza la acción estresante producida por el NaCl sobre el fotosistema II incrementando el contenido de pigmentos fotosintéticos, entre otros efectos (Niu et al., 2022).

El injerto de especies cucurbitáceas sobre pie de zapallo híbrido *Cucurbita maxima* Duch. x *Cucurbita moschata* Duch. indujo a mantener estable o disminuir el contenido de Na de la masa aérea (Edelstein et al., 2011; Romero et al., 1997). En contraste, se observaron incrementos en las concentraciones de K y Ca foliar, incrementos del área foliar (Balkaya et al., 2016; Goreta et al., 2008) y las concentraciones de clorofilas al compararlo con un cultivo de melón sin injertar (El-Shraiy et al., 2011; Romero et al., 1997; Ulas et al., 2020).

En este trabajo se determinó la concentración de sodio, calcio, cloro y potasio en los órganos aéreos y la presencia de clorofila de las hojas en plantas de melón injertadas y sin injertar, producidas en contenedores y expuestas a condiciones salinas.

## 2 Materiales y métodos

El análisis de las concentraciones minerales de sodio (Na), calcio (Ca) y potasio (K) en tejidos se realizó en laboratorios de la empresa Tecnoagro S.R.L. Las muestras analizadas correspondieron a los experimentos 4 y 5. El referido laboratorio analiza los digestos de las muestras, a partir una digestión con una mezcla nítrico-perclórica por absorción atómica, en el caso del Ca, con un equipo Perkin Elmer-Analyst 200, y por fotometría de llama, para la determinación de Na y K, con un fotómetro Zeltec Zf 250.

La determinación de las concentraciones de cloro (Cl) en los tejidos fueron realizadas en el laboratorio del Campo Experimental de la Universidad Nacional de Luján, utilizándose el método por titulación con nitrato de plata ( $\text{AgNO}_3$ ) según el método de Mohr (de Barros Silva, 1999; Kuşvuran et al., 2021) del experimento del ciclo 2018-2019.

En el experimento 2, iniciado en noviembre de 2018, 15 días previos a la finalización del ciclo evaluado, se midió por triplicado la clorofila relativa con el clorofilómetro SPAD modelo 502 Plus (Konica Minolta Inc., Japan) en una hoja recién expandida de cada parcela y tratamiento. Posteriormente se extrajo la hoja y se llevó al laboratorio del Campo Experimental de la universidad para determinar la concentración de clorofila a, clorofila b y clorofila total, como resultado de la suma de las concentraciones de sus componentes, por el método de Arnon (1949) expresando dichas concentraciones en  $\mu\text{g (g masa fresca)}^{-1}$ .

Los resultados obtenidos, posteriormente a la verificación de los supuestos de normalidad de los datos y homocedasticidad de varianzas, se sometieron a un análisis de varianza (ANAVA) con el software Infostat (Di Rienzo et al., 2020). Las medias se compararon con la prueba DGC.

Los valores obtenidos con SPAD se refirieron al tratamiento control, tomado como blanco, para luego expresarlos como clorofila relativa en un gráfico tipo *box-plot*. Los resultados de concentración de clorofila total y sus componentes se analizaron con un Modelo General y Mixto, ambas determinaciones estadísticas se realizaron con el software mencionado.

### 3 Resultados

#### 3.1 Concentración de potasio, calcio y sodio en masa seca foliar y de tallos

El patrón de acumulación de los iones potasio (K), calcio (Ca) y sodio (Na) expresado como porcentajes gravimétricos de la masa de hojas y tallos de las plantas francas e injertadas no mostró diferencias estadísticas entre los tratamientos (Figura 36).

Las plantas injertadas, exceptuando la presencia de Ca foliar del *inj S4*, presentaron menores valores de las concentraciones de iones respecto a las plantas sin injertar. Por otra parte, las concentraciones de estos minerales decrecieron inversamente al contenido salino de la solución de riego, con mayor magnitud que en las plantas francas (Figura 36).

Se destaca que la concentración de Na de los tallos en las plantas francas fue mayor en los tratamientos *sinj S6* y *sinj S8*, regados con solución de CE media y alta respectivamente (Figura 36)

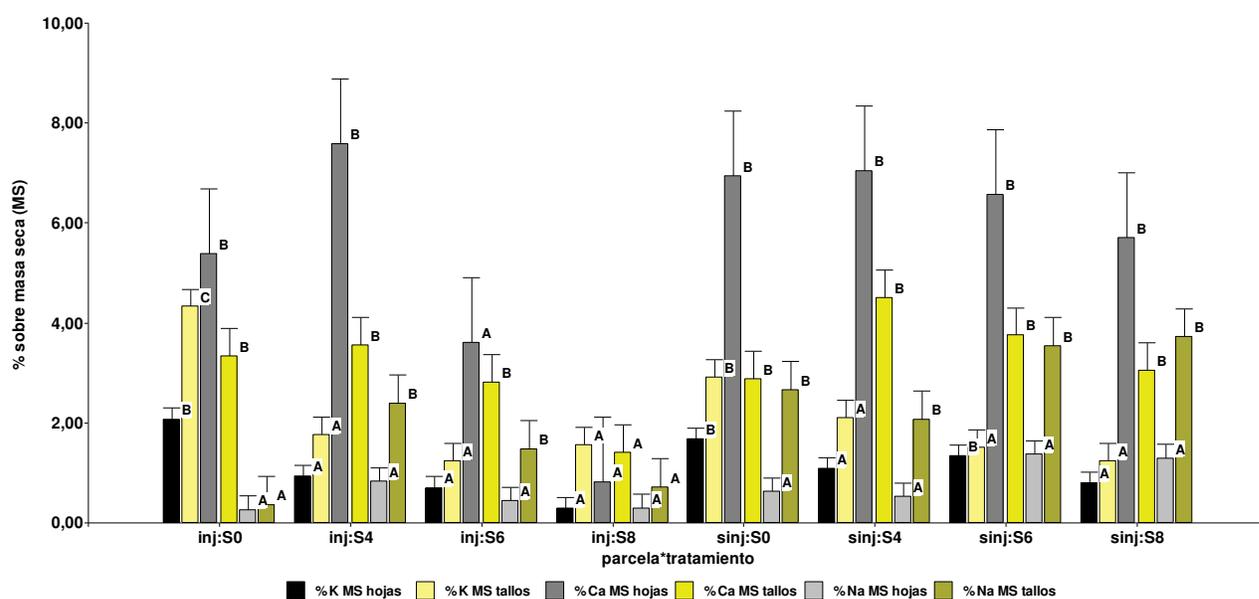


Figura 36: Valores medios de sodio (Na), calcio (Ca) y potasio (K) en masa seca aérea vegetativa particionada de los tratamientos evaluados en plantas francas (*sinj*) e injertadas (*inj*) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m<sup>-1</sup>.

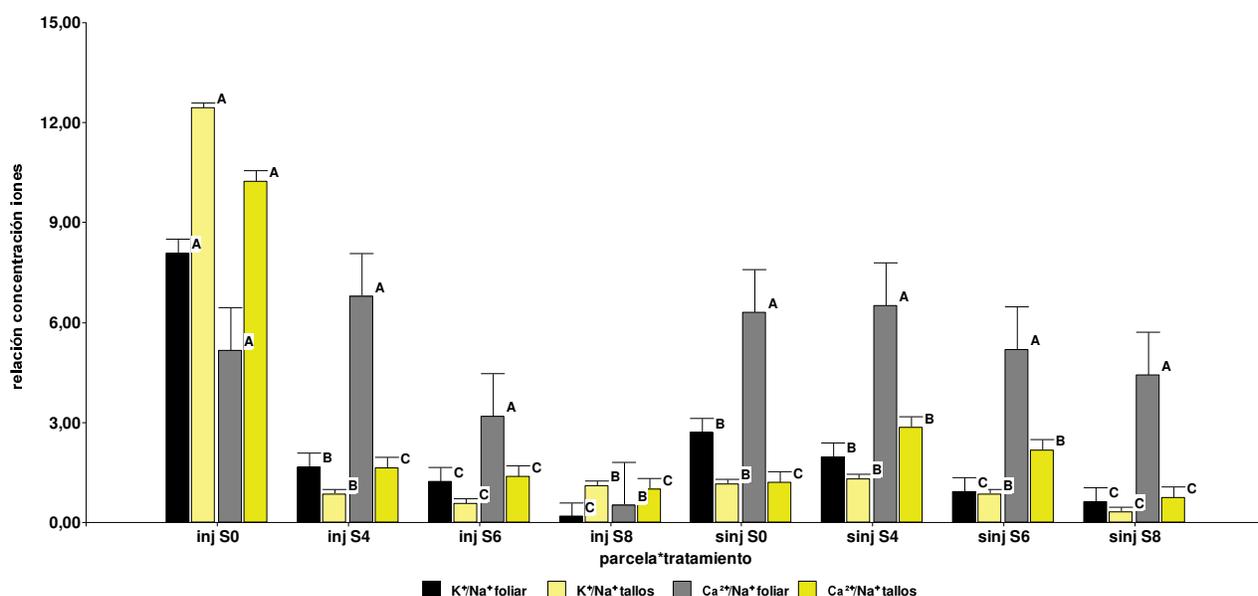
(n: 288. Test de comparación de medias DGC. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p>0,05$ ))

### 3.2 Relaciones $K^+/Na^+$ y $Ca^{2+}/Na^+$ en hojas y tallos

En plantas francas se estableció una mayor relación entre ion Ca y el ion Na ( $Ca^{2+}/Na^+$ ) y entre el ion K y el ion Na ( $K^+/Na^+$ ) a nivel foliar respecto a estas relaciones entre iones en los tallos (Figura 37).

En plantas injertadas exceptuando los tratamientos *injS0* e *injS8*, estas relaciones mostraron el mismo comportamiento que las plantas sin injertar. Los valores obtenidos mermaron con el incremento de la salinidad de la solución de riego (Figura 37).

Se destaca que en el tratamiento análogo al control, en cuanto a condiciones de riego en parcelas injertadas se establecieron las mayores relaciones entre el Ca y el K respecto al Na (Figura 37).



**Figura 37:** Valores medios de las relaciones entre calcio (Ca) y sodio (Na) ( $Ca^{2+}/Na^+$ ) y entre potasio (K) y sodio (Na) ( $K^+/Na^+$ ) en masa seca aérea vegetativa particionada de los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8)  $dS m^{-1}$ .

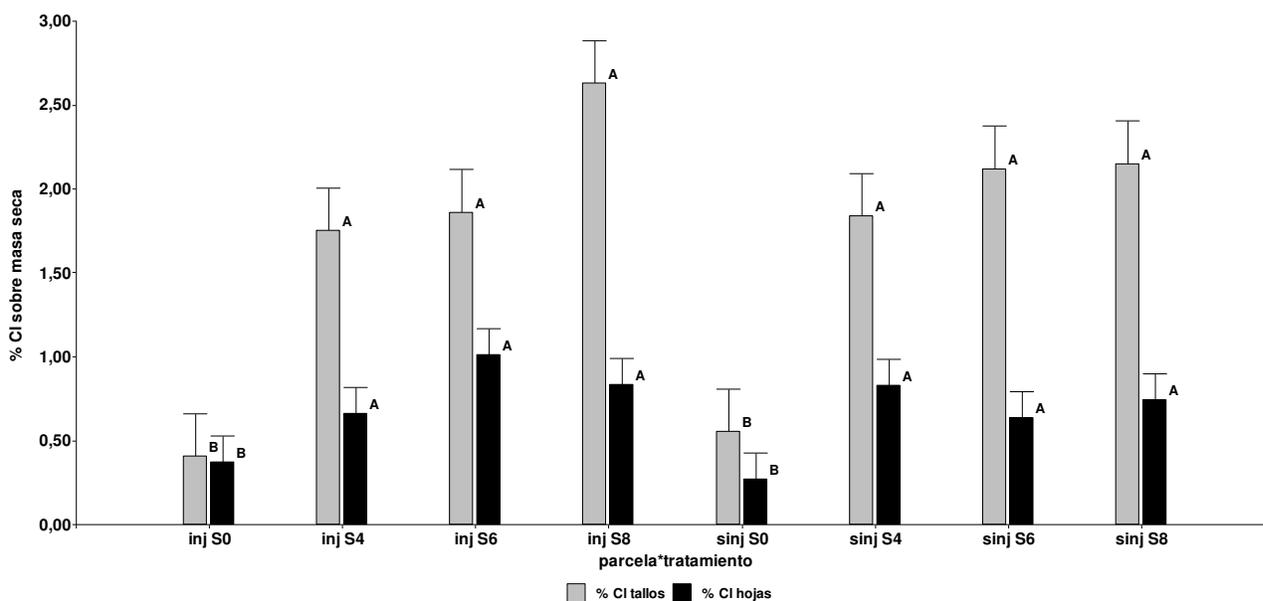
(n: 192. Test de comparación de medias DGC. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p>0,05$ ))

### 3.3 Concentración de cloro

La determinación porcentual de la presencia del ion cloruro ( $Cl^-$ ) sobre la masa seca de hojas realizada durante el ciclo del cultivo indica que su valor medio fue inferior en los tratamientos

regados con solución sin modificación de su CE de plantas francas e injertadas. En las plantas regadas con solución de salinidad superior, los valores alcanzados se situaron en un rango entre el 50 y 100 % superior al determinado en el tratamiento control (Figura 38).

En los tallos, la concentración de cloro mostró un comportamiento análogo al de las hojas en los tratamientos control (*sinj S0*) e *inj S0*, en tanto que fue creciente acorde al nivel salino de la solución de riego en los restantes tratamientos de ambas parcelas, con mayor valor en las plantas injertadas (Figura 38).

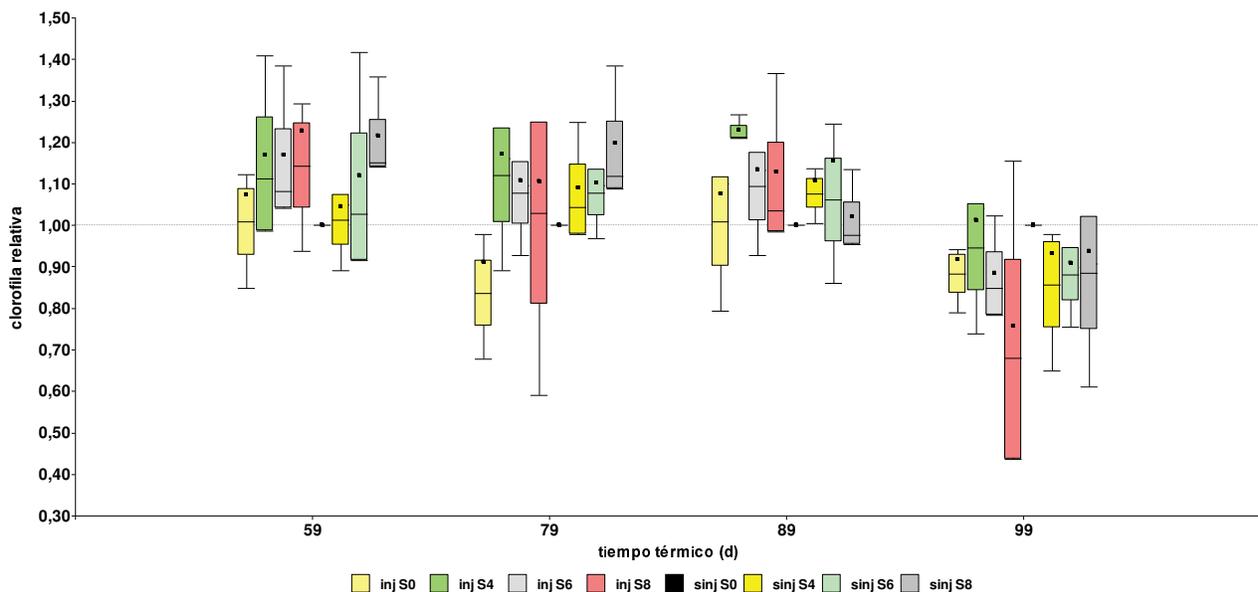


**Figura 38: Valores medios de cloro (Cl) en masa seca aérea vegetativa particionada de los tratamientos evaluados en plantas francas (*sinj*) e injertadas (*inj*) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m<sup>-1</sup>.**

(n: 192. Test de comparación de medias DGC. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ))

### 3.4 Concentración de clorofila

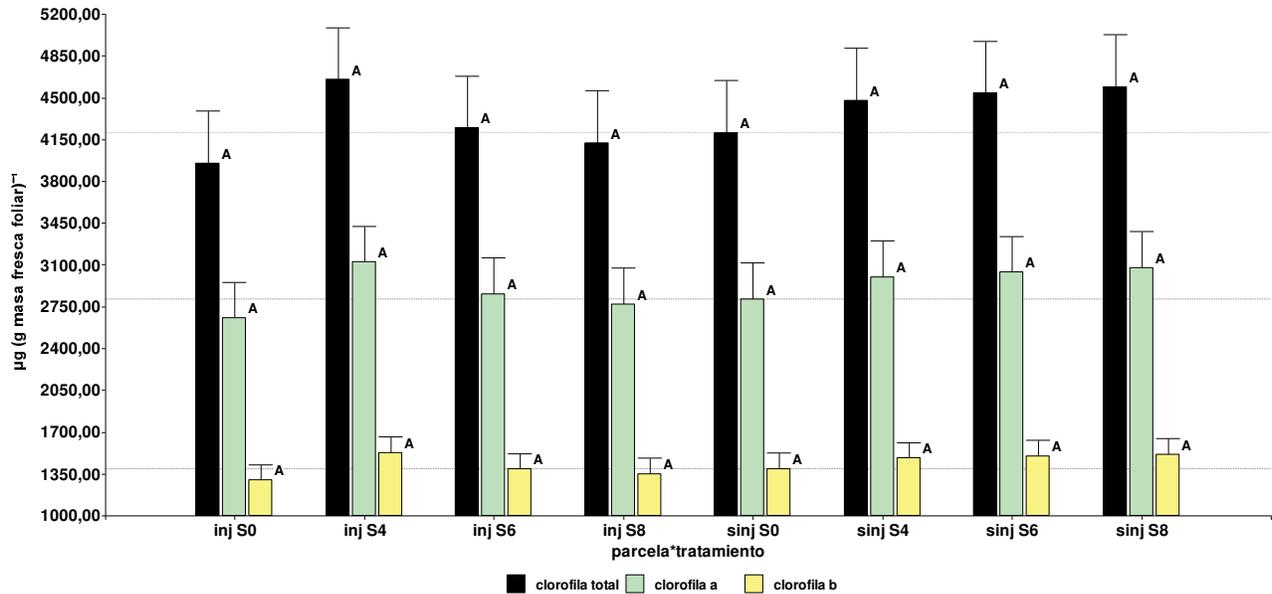
Con el avance del ciclo de cultivo, el contenido de clorofila disminuyó en todos los tratamientos en comparación con el control. Inicialmente, el valor medio de esta variable de los tratamientos superó al tratamiento control para luego, exceptuando al tratamiento *inj S4*, establecerse bajo este (Figura 39).



**Figura 39: Evolución del contenido de clorofila relativa medido con SPAD de los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) de melón consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m<sup>-1</sup>.**

*(n: 96. Test de comparación de medias DGC. Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p>0,05))*

Tanto la concentración de clorofila total como sus componentes, si bien no presentaron diferencias estadísticas entre los tratamientos de ambas parcelas, es de destacar que, en las plantas francas, en conjunto las concentraciones de clorofila se incrementaron con la salinidad, siendo este aumento explicado principalmente por las concentraciones crecientes de clorofila a. En el tratamiento *inj S0* se observó un detrimento de esta, en tanto que *inj S4* se incrementó, en ambos casos al compararlos con el tratamiento control. Considerando las condiciones salinas generadas por el riego con soluciones de media y alta CE, las plantas injertadas presentaron menor concentración del pigmento respecto a las plantas francas sometidas a los mismos tratamientos (Figura 40).



**Figura 40: Concentración de clorofila total y sus componentes a y b de los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) de melón consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m<sup>-1</sup>.**

(n: 288. Test de comparación de medias DGC. Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p>0,05))

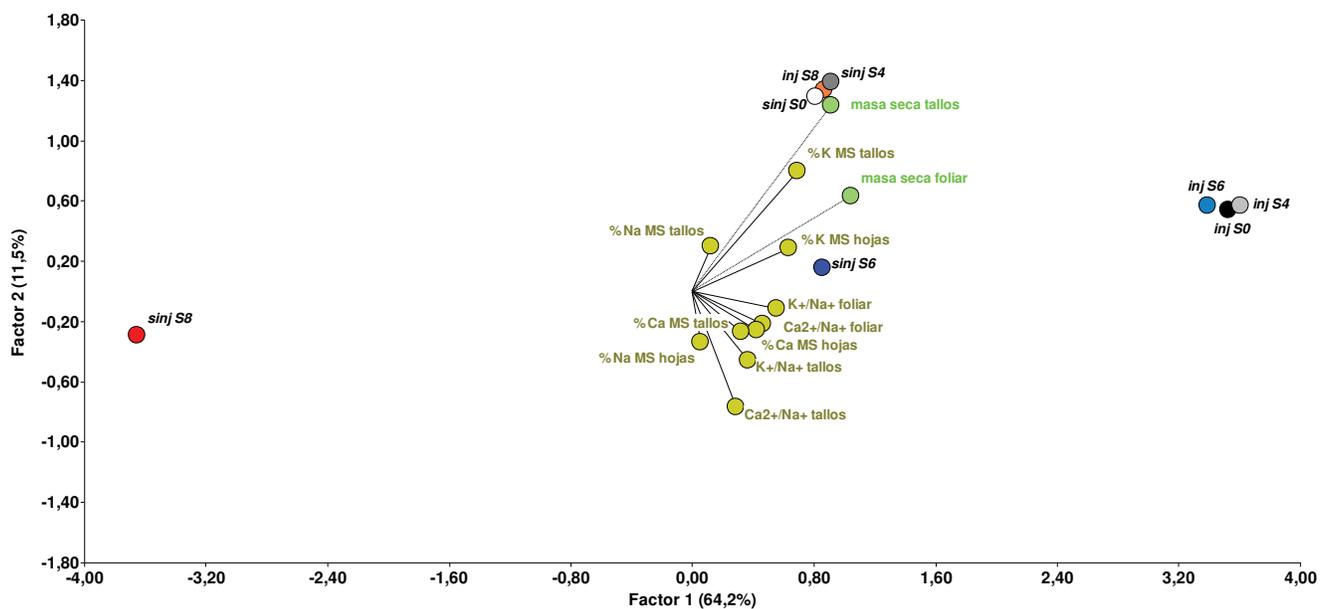
#### 4 Discusión

En todos los experimentos, la concentración de Na sobre base seca disminuyó en las plantas injertadas, independientemente del nivel de salinidad del agua de riego. La traslocación de sodio a las hojas de melón resultó estar dominada por la limitante que impone el tallo como estructura de acumulación asociada a esta especie y no influenciada por el pie de injerto (Figura 36). Estos resultados acuerdan con lo expuesto por Edelstein et al. (2011); Goreta et al. (2008); Romero et al. (1997). Estos autores determinaron que, en condiciones salinas, la presencia de sodio se estabiliza o disminuye cuando se recurre al uso de plantas injertadas sobre el mismo híbrido que fue utilizado en este trabajo. Balkaya et al. (2016) y Goreta et al. (2008) mencionaron que en condiciones de salinidad media y alta al compararlas con plantas francas en igualdad de condiciones, se incrementa la concentración de Ca y de K foliar, resultados no obtenidos en los experimentos realizados en este trabajo (Figura 37).

Solo cuando la CE del agua de riego fue de 4 dS m<sup>-1</sup> se verificó un incremento de la concentración de Ca en la parte aérea de las plantas en el tratamiento *inj S4* en comparación con el tratamiento

control (Figura 36). Las relaciones  $\text{Ca}^{2+}/\text{Na}^+$  y  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  como indicadores de estabilidad de las membranas celulares (Ashraf, 2004; Munns & Tester, 2008), resultaron inferiores en la masa seca aérea de plantas injertadas cuando la condición salina fue impuesta al alcanzar la solución de riego CE superior a los  $4 \text{ dS m}^{-1}$  respecto al tratamiento control (Figura 37). Sólo se verificó un incremento superior al 100% de estos indicadores, exceptuando  $\text{Ca}^{2+}/\text{Na}^+$  foliar, en las plantas injertadas regadas con igual solución que el tratamiento control.

En estos experimentos, la masa seca de las estructuras vegetativas aéreas se vinculó mayormente con la concentración de potasio en ellas. Se distinguen las plantas de los tratamientos control, *sinj S4* e *Inj S8*, por el impacto de este ión en la masa seca de sus tallos. La expresión de masa seca foliar del tratamiento *sinj S6* se vinculó mayormente el ión K de sus hojas. Las relaciones  $\text{Ca}^{2+}/\text{Na}^+$  y  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  en hojas y tallos ejercieron poco impacto para expresar la masa seca vegetativa de las plantas. Estas respuestas indican la importancia de la concentración de K en la parte aérea de las plantas expuestas a condiciones salinas (Figura 41).



**Figura 41: Triplot del Análisis de Regresión por Mínimos Cuadrados Parciales (PLS) entre los valores medios de masa seca aérea vegetativa particionada (variables respuesta) y el contenido de Na, Ca, K y las relaciones  $\text{Ca}^{2+}/\text{Na}^+$  y  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  (variables predictoras) de los tratamientos evaluados en plantas francas (*sinj*) e injertadas (*inj*) de melón consistentes en el riego con la**

solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m<sup>-1</sup>.

Considerando al cloro como ion activo en el fotosistema II, su exceso interfiere en la oxidación del agua (Lubitz et al., 2019) y en la activación del sistema antioxidante en condiciones de estrés como es el salino (Geilfus, 2018). En este estudio la evolución de la concentración de este anión en la masa seca de tallos y hojas resultó creciente con el incremento de salinidad de la solución de riego, efecto marcado con mayor amplitud en los tallos (Figura 38). Al relacionar la concentración porcentual en masa seca de este ion con la concentración de clorofila total durante el avance del ciclo de cultivo de melón, en principio se vinculó con los tallos, en tanto que a finales del ciclo evaluado, la relevancia fue de la masa foliar, en particular el componente b del pigmento (Kume et al., 2018), mostrando mayor afinidad el tratamiento control e *inj S0*, seguidos por los tratamientos de ambas parcelas regados con solución de CE media. Esto puede asignarse a que, por su mayor desarrollo foliar, permitió el aprovechamiento de la radiación en estratos parcialmente sombreados del cultivo (Figura 42).

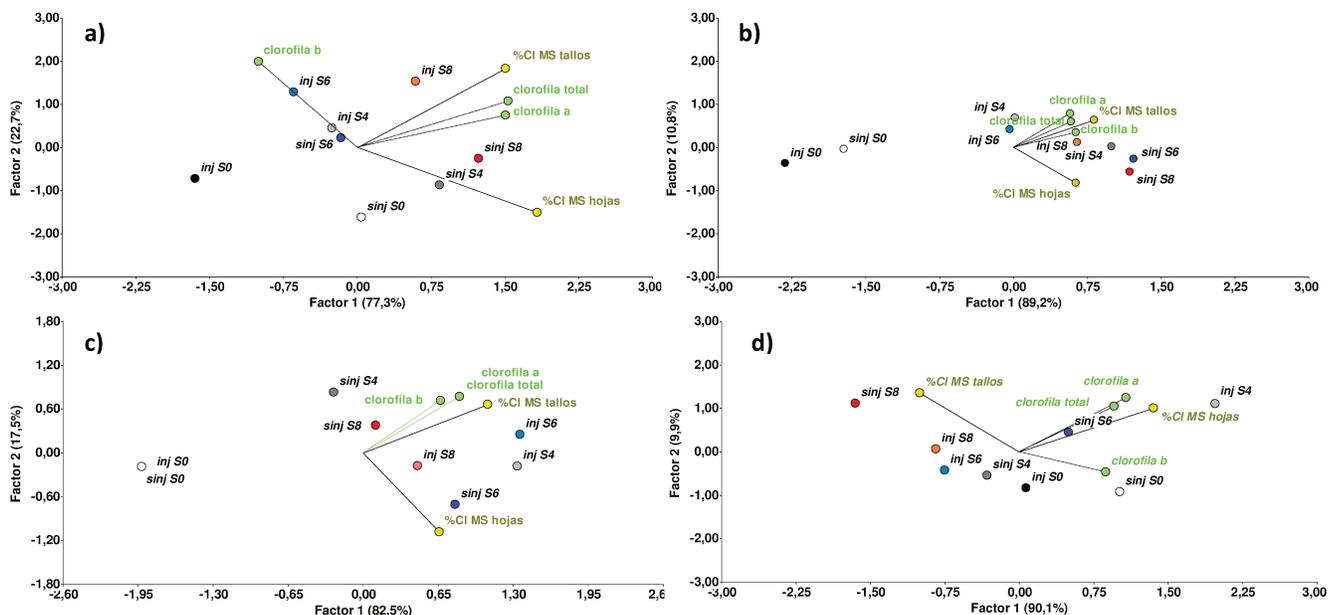


Figura 42: Triplots del Análisis de Regresión por Mínimos Cuadrados Parciales (PLS) entre los valores de clorofila total y sus componentes a y b (variables respuesta) y el contenido de Cl en masa seca vegetativa aérea particionada (variables predictoras) de los tratamientos evaluados en

plantas francas (*sinj*) e injertadas (*inj*) de melón consistentes en el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m<sup>-1</sup> a los 35 (a); 63 (b); 90 (c) y 109 (d) días del ciclo expresados a partir del tiempo térmico.

## 5 Conclusión

En plantas injertadas expuestas a condiciones de media y alta salinidad se observó una disminución en la concentración de iones Ca y K en masa seca foliar respecto a plantas francas en igualdad de condiciones. La concentración del ion Na resultó superior en masa seca de tallos respecto a la foliar en ambos tipos de plantas. La concentración media de clorofila fue similar en todos los tratamientos de ambas parcelas, con una merma en su evolución hacia finales del ciclo de cultivo en plantas injertadas expuestas a media y alta salinidad y el tratamiento *sinj S8*. En el mencionado momento del ciclo, cobró relevancia la clorofila b, componente asociado al aprovechamiento de la radiación solar difusa.

EFFECTO DE LA SALINIDAD SOBRE PARÁMETROS DE CALIDAD DE FRUTOS DE MELÓN DE PLANTAS  
INJERTADAS

## 1 Introducción

En plantas anuales, la salinidad afecta la formación y la viabilidad de los órganos reproductivos (Munns, 2002) al estar los rasgos asociados al rendimiento inversamente relacionados con las condiciones de estrés abiótico durante su desarrollo (Zörb et al., 2019). Esto se expresa como consecuencia del detrimento de funciones metabólicas y bioquímicas al interferir en la fotosíntesis, la transpiración y el intercambio gaseoso por disminución del contenido de clorofila y carotenoides, distorsionando la ultraestructura del cloroplasto y el sistema PSII, reduciendo la conductancia estomática, incidiendo de esta manera negativamente en el crecimiento (Arif et al., 2020; Giordano et al., 2021; Roupael, Petropoulos, et al., 2018; Zörb et al., 2019). La energía y recursos que la planta obtiene por fotosíntesis y funciones metabólicas las asigna a mitigar la condición estresante (Zörb et al., 2019).

En especies como la vid, el estrés salino redujo el cuajado de frutos aumentando la abscisión floral (Baby et al., 2016). Diferentes tratamientos salinos afectaron negativamente el rendimiento de tomate, principalmente como resultado de la producción de frutos más pequeños (Mitchell et al., 1991). En frutilla se determinó que, debido a que la salinidad por NaCl daña el metabolismo de la hoja en especies sensibles, se reduce la fotosíntesis y se limita así la producción de carbohidratos, el rendimiento merma y la calidad de los frutos es inferior (Saied et al., 2005).

La calidad de los frutos está asociada a características físicas, sabor, aroma, valor nutricional y componentes bioactivos entre otras, siendo las físicas y el sabor, en ese orden, las que prevalecen como preferencia de los consumidores, seguidas por el valor nutricional (Asrey et al., 2018; Kyriacou et al., 2018; Roupael, Petropoulos, et al., 2018; Sharma et al., 2022).

En los frutos la acidez y los azúcares, expresadas como acidez titulable y contenido de sólidos solubles (SCC) respectivamente, son parte de los componentes que contribuyen al sabor de estos (Roupael, Petropoulos, et al., 2018) con respuesta errática al determinarlos en plantas expuestas a condiciones salinas, incluso al tratarse de la misma especie, excepto que la condición se considere causa de estrés salino (Del Amor et al., 1999; Roupael, Petropoulos, et al., 2018). Es así que hay referencias respecto a incremento de SCC en tomate (Meza et al., 2020; Musabyisoni et al., 2022), cherrys (Seoares de Lima et al., 2020), disminución en mandarinos (Romero-Trigueros et al., 2020)

y en ajíes picantes (Ahmadi & Souri, 2020) e incremento en frutillas producidas bajo invernadero y estabilidad al ser cultivadas a campo (Ferreira et al., 2019) cuando la CE no superó los 4 dS m<sup>-1</sup>.

Esta variabilidad en la respuesta a la salinidad de los mencionados parámetros cualitativos de los frutos se verificó en el cultivo de melón, sin injertar o injertados, dependiendo del momento y duración de la exposición a las condiciones estresantes (Botía et al., 2005; de Medeiros et al., 2011; de Queiroz Porto Filho et al., 2009; Del Amor et al., 1999; Lima et al., 2020; Muhamad Hassan et al., 2022; Roman et al.; Visconti et al., 2019).

En particular, Mascarenhas et al. (2010) de Medeiros et al. (2011) evaluaron la productividad y calidad de melones provenientes de plantas no injertadas en diferentes escenarios salinos, obteniendo la mejor performance en cuanto a cantidad de frutos por planta, masa fresca y seca de estos y SSC cuando la CE del agua de riego no superó los 4 dS m<sup>-1</sup>. Similares resultados obtuvieron Botía et al. (2005), observando además un menor número de flores y frutos y/o retraso en el inicio de la etapa reproductiva del cultivo al regar con solución de CE de 6 dS m<sup>-1</sup>. Si la situación salina en este cultivo se verifica cuando alcanzó la fase reproductiva, el número de frutos se mantiene estable, con un incremento en los °Brix y la acidez titulable que no perjudica su calidad para comercialización (Del Amor et al., 1999)

Al finalizar el presente capítulo se establece si la salinidad por la modificación de la CE del agua de riego impuesta a plantas de melón injertadas producidas en contenedores modifica la concentración de sólidos solubles totales y acidez titulable de sus frutos.

## **2 Materiales y Métodos**

Los frutos de las plantas extraídas de los experimentos citados en la Tabla 2 para la determinación de masa seca total y particionada determinada en el capítulo 1, se pesaron previamente a la toma de muestra por la que se obtuvo su masa seca. Los análisis realizados en este trabajo fueron realizados en el laboratorio del Campo Experimental de la Universidad Nacional de Luján.

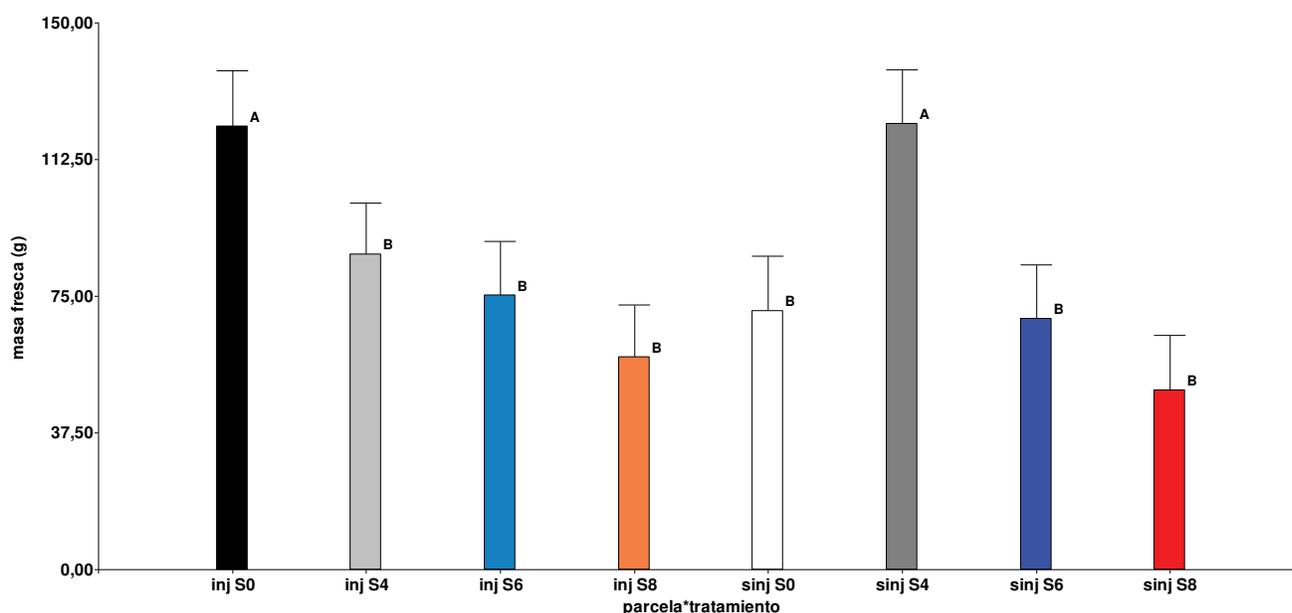
En los frutos de los experimentos 4 y 5 se determinaron los sólidos solubles totales expresados como °Brix con un refractómetro de mesada modelo RA-620 (KEM, Japón) y la acidez titulable, que se evaluó mediante titulación de pH con 0,1 mol l<sup>-1</sup> de Na(OH) a pH 8,1, siendo los resultados expresados como porcentaje de ácido cítrico con relación a la materia fresca (Flores et al., 2007;

Manchali et al., 2021) para posteriormente establecer la relación de madurez como el cociente entre ambos parámetros.

### 3 Resultados

#### 3.1 Masa fresca de los frutos

El tratamiento control mostró valores medios para esta variable, siendo superado por las parcelas regadas con solución de CE 4 dS m<sup>-1</sup> y a su homólogo sobre plantas injertadas (Figura 43).



**Figura 43: Valores medios de masa fresca de los frutos de melón de los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m<sup>-1</sup>.**

*(n: 247. Test de comparación de medias DGC. Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p>0,05))*

No se estableció correlación entre la masa de los frutos y la SGD en los tratamientos control y la parcela sin injertar regada con solución de CE de 6 dS m<sup>-1</sup>. En los otros tratamientos, tanto de parcelas de plantas injertadas como no, la correlación fue media. Esta variable contrastada con el Q mostró una correlación negativa débil en las plantas regadas con el mayor contenido salino (Tabla 21).

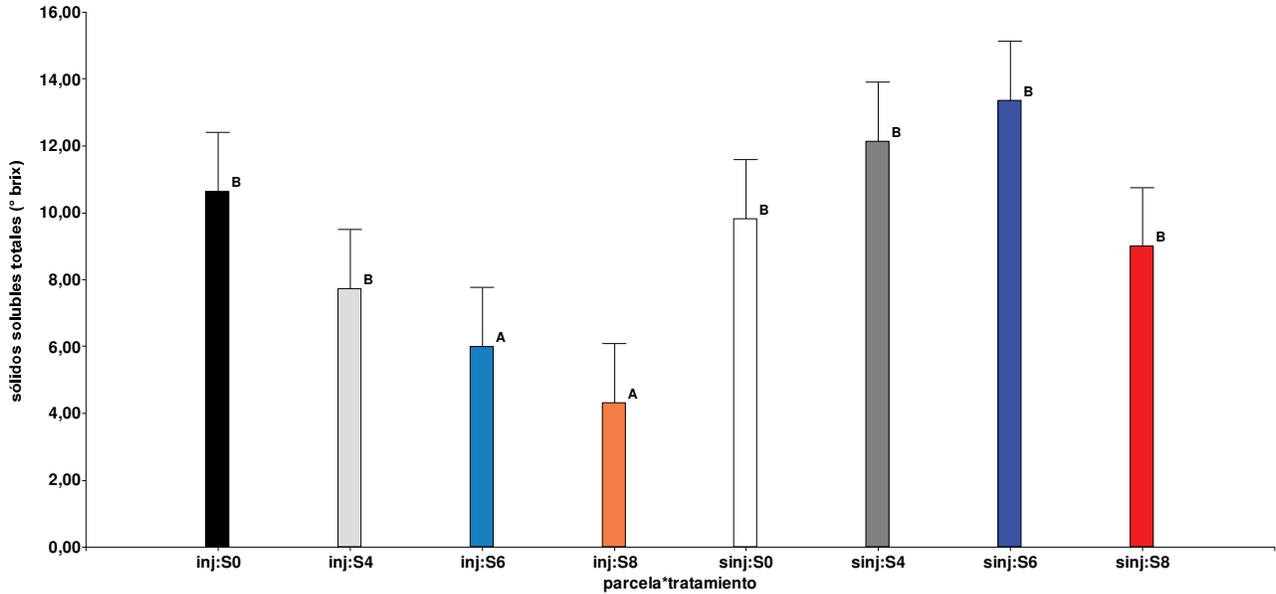
**Tabla 21: Coeficientes de correlación de Pearson entre masa fresca de los frutos de melón de los tratamientos evaluados en plantas francas (*sinj*) e injertadas (*inj*) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m<sup>-1</sup> y la suma de grados día (SGD) y el cociente fototermal (Q).**

<i>Variable(1)</i>	<i>Variable(2)</i>	<i>n</i>	<i>Variable(2)</i>	<i>n</i>
<i>MF frutos</i>	<i>SGD</i>	<i>51</i>	<i>Q</i>	<i>51</i>
	<i>Pearson</i>	<i>p-valor</i>	<i>Pearson</i>	<i>p-valor</i>
<i>sinj S0</i>	-0,2700	0,0596	-0,2700	0,0596
<i>sinj S4</i>	0,6100	<0,0001	-0,2300	0,1078
<i>sinj S6</i>	0,5900	<0,0001	-0,2600	0,0691
<i>sinj S8</i>	0,6200	<0,0001	-0,3200	0,0227
<i>inj S0</i>	0,6112	<0,0001	-0,2459	0,0820
<i>inj S4</i>	0,5815	<0,0001	-0,2201	0,1207
<i>inj S6</i>	0,3653	0,0084	-0,1247	0,3834
<i>inj S8</i>	0,4681	0,0005	-0,3237	0,0205

## 3.2 Parámetros de calidad de frutos

### 3.2.1 Sólidos solubles totales

El contenido de sólidos solubles (SSC) de los frutos de las plantas injertadas decreció ante el incremento de la condición salina del agua de riego, correspondiendo los menores valores medios de los experimentos a los frutos de estas plantas regadas con solución de CE media y alta. Entre las plantas francas, exceptuando a los frutos del tratamiento *sinj S8*, el SSC superó en valor al tratamiento control (Figura 44) aunque sin diferencias significativas.

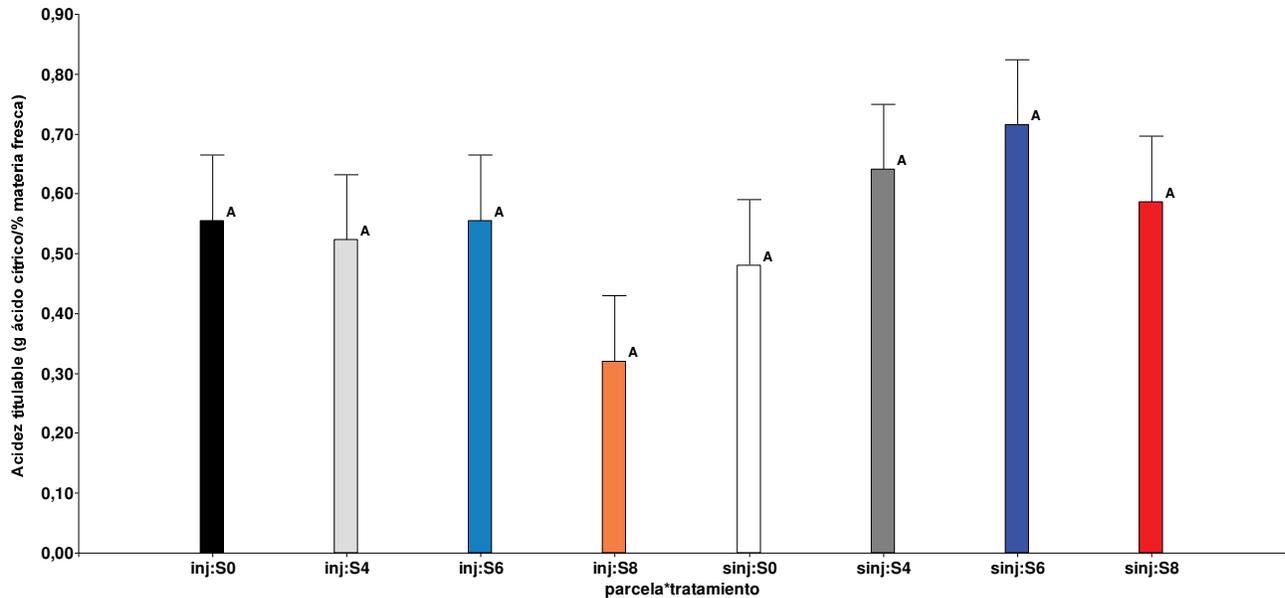


**Figura 44:** Valores medios del contenido de sólidos solubles totales (SSC) de la masa fresca de los frutos de melón de los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m<sup>-1</sup>.

(n: 47. Test de comparación de medias DGC. Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p>0,05))

### 3.2.2 Acidez titulable

Sin diferencias significativas en la media de la acidez titulable (AT) de los frutos de ambas parcelas, el menor valor se determinó en los del tratamiento *inj S8*. Este parámetro en plantas sin injertar acompañó el SSC, en tanto que en los restantes tres tratamientos sobre plantas injertadas no fue así, ya que lograron alcanzar valores similares (Figura 45).

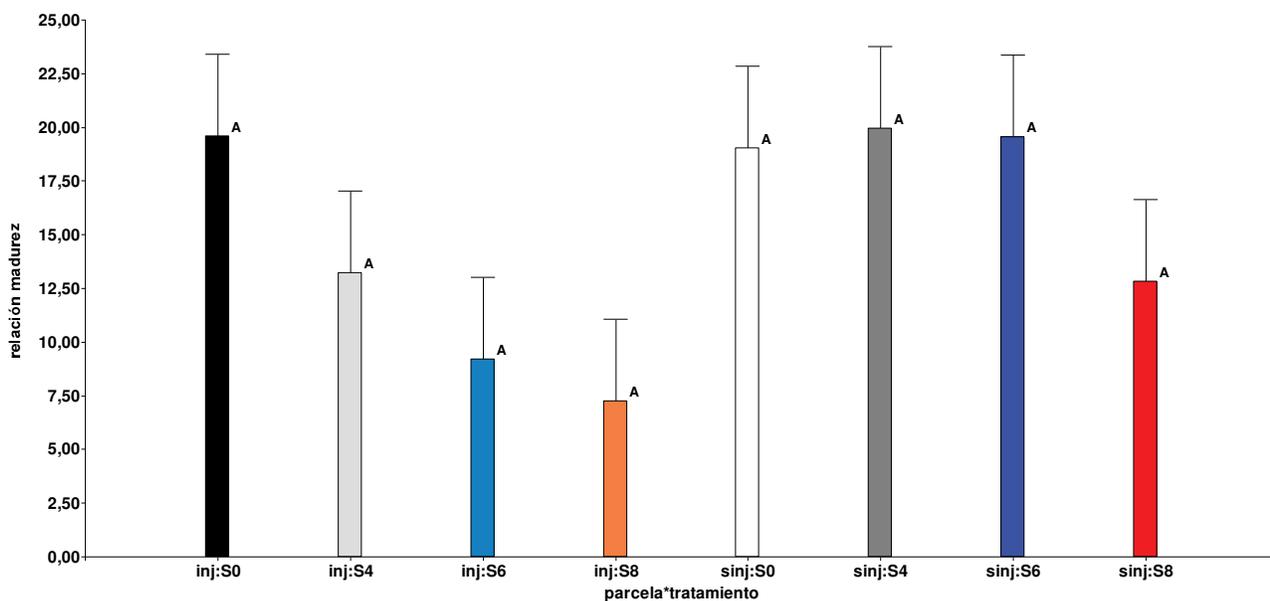


**Figura 45: Valores medios de la acidez titulable de la masa fresca de los frutos de melón de los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m<sup>-1</sup>.**

*(n: 47. Test de comparación de medias DGC. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p>0,05$ ))*

### 3.2.3 Índice de madurez

La determinación del ratio, relación o índice de madurez de los frutos, expresado a través de la relación entre los SSC y la AT, aún sin diferencias significativas, evidenció una merma en los tratamientos sobre plantas injertadas regadas con solución nutritiva a la que se modificó su CE con agregado de NaCl y el tratamiento *sinj S8* (Figura 46).



**Figura 46: Valores medios de la relación de madurez de los frutos de melón de los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) consistentes el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m<sup>-1</sup>.**

(n: 47. Test de comparación de medias DGC. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p>0,05$ ))

#### 4 Discusión

En términos de productividad expresada por el peso medio de los frutos solo los tratamientos *sinj S6*, *sinj S8* e *inj S8* mostraron un menor valor de este parámetro respecto al tratamiento control (Figura 43). Con relación a la calidad de los frutos, existe una marcada inclinación hacia el consumo de frutos con mayor calidad organoléptica, determinada principalmente por el sabor (Németh et al., 2020). Este atributo de calidad es explicado en gran medida a del contenido de sólidos solubles (SCC), indicativo de una mayor concentración de azúcares. Además de los SST, en el sabor al momento del consumo de los frutos, incide la concentración de ácidos orgánicos, estimados a través de la determinación de la acidez titulable (AT) (Rouphael et al., 2010).

En este trabajo los menores valores del SCC se correspondieron con los determinados sobre los frutos provenientes de los tratamientos sobre plantas injertadas y regadas con solución nutritiva de CE modificada, los que, al exhibir la mayor acidez aún sin diferencias estadísticas (Figura 45), su

índice de madurez fue el menor (Figura 46). Se determina entonces que, aunque el peso medio de los frutos no fue afectado cuando el riego de las plantas injertadas se efectuó con solución de salinidad baja a media (entre 4 y 6 dS m<sup>-1</sup>) (Figura 43), su calidad interna se deterioró al exhibir una menor ratio de madurez. Estos resultados se contraponen a lo expuesto por Colla et al. (2006) quienes trabajando con plantas de melón tipo *charentais* injertadas, sobre el mismo híbrido de zapallo utilizado en este estudio, observaron una mejora en el SCC. Esto les permitió recomendar como potencial estrategia ante producciones en condiciones salinas, el uso de plantas injertadas. Los valores de este parámetro hallados por los autores al regar con solución de 2 dS m<sup>-1</sup>, valor de CE como la utilizada en el control de los experimentos de este trabajo, resultaron cercanos a 10 °Brix, similar al determinado en este trabajo y sobre el valor mínimo del rango aceptable para el melón (Németh et al., 2020; Sharma et al., 2022).

Esta disímil respuesta fue documentada por Kyriacou et al. (2018) al citar a varios autores que la observaron en plantas injertadas, sin aclarar si las condiciones del medio resultaron estresantes. Además, Fernández Infantes (2021) evaluó líneas de melón injertadas sobre el híbrido *Cucurbita maxima* Duch. x *Cucurbita moschata* Duch. en condiciones salinas, acordando sus resultados con los mencionados por Kyriacou et al. (2018), con un límite superior de 12°Brix.

Las hojas de las plantas regadas con agua de baja salinidad, en contraste con riego con soluciones salinas, reducen el flujo de fotoasimilados hacia los frutos con lo cual la madurez de los frutos se retrasa (Lima et al., 2020). En los experimentos ensayados, se observó una disminución del área foliar de plantas francas respecto a injertadas y, en ambos tipos, con el incremento de la condición salina (Figuras 15 y 16). Esto evidencia una merma en la producción de asimilados y en su traslocación ante el menor flujo de agua (Figuras 27 y 29) que se tradujo en una menor madurez de los frutos (Figura 46).

La madurez es la fase final de desarrollo de un fruto. Durante esta se verifican procesos metabólicos, modificaciones en la bioquímica, fisiología y expresión génica de estos órganos. En esta etapa se define el sabor por acumulación de azúcares y ácidos orgánicos (Palma et al., 2011). Los melones, como frutos climatéricos, pueden completar esta fase durante la postcosecha.

Contemplando el activo transporte fuente-destino en momentos en que los frutos están completando su desarrollo, previo a la madurez de cosecha, resultaría evidente la relación entre la

concentración de iones en la fuente y los parámetros de calidad de los frutos que se vinculan con su grado de madurez.

En este estudio se encontró que los parámetros de calidad de los frutos no se relacionan con la concentración de los iones  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{K}^+$  en las hojas, pero lo hacen de manera inversa con la presencia de  $\text{Na}^+$  en dichas estructuras.

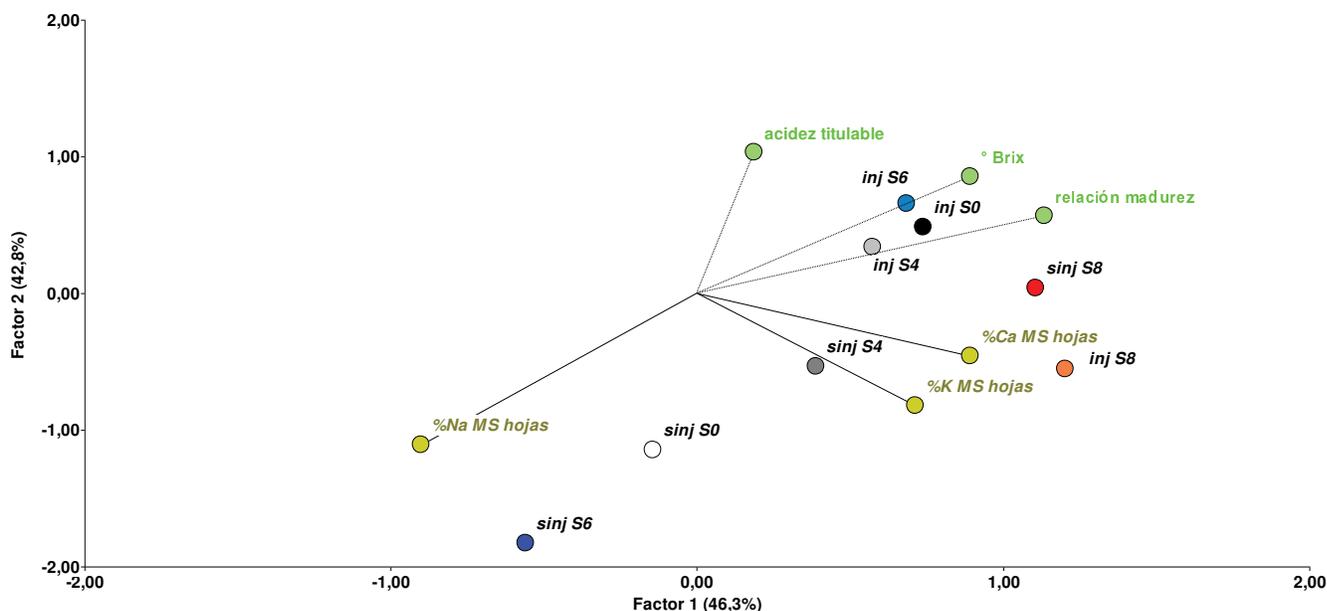
En la masa seca aérea particionada se observó que la mayor acumulación de  $\text{Ca}^{2+}$  se produjo en las hojas de ambos tipos de plantas (Figura 36). Este ión posee escasa movilidad, siendo dependiente su traslocación la tasa transpiratoria (Hocking et al., 2016; Sonneveld & Voogt, 2009), la cual, como se mencionó anteriormente, mermó con el aumento de la concentración de sales en el agua de riego. Si bien este ion no fue determinado en frutos, este comportamiento precedente indicaría que su presencia en los órganos se vio disminuida, y en consecuencia, también su función para retrasar la maduración de los frutos (Gao et al., 2019) de melón

La cuantificación de  $\text{K}^+$  en masa seca aérea resultó mayor en tallos respecto a hojas (Figura 37). Dentro de las funciones de este ion se cita el mantenimiento de la turgencia de los frutos, su color y sabor (Kumar et al., 2006). Este último atributo cuantificado como SSC y expresado en °Brix se atribuye a la concentración de hexosas y, principalmente, de sacarosa en el mesocarpio. Este disacárido es sintetizado a expensas de una proteína específica en el pedicelo del melón, la sacarosa sintasa. El  $\text{K}^+$  activa la síntesis de la enzima invertasa ácida, para que a partir de las hexosas se produzca almidón, y se degrade la calidad del fruto (Gur et al., 2017; Hubbard et al., 1989). En estos experimentos, aún si haber determinado la concentración de este ion en frutos, su acumulación en tallos indicaría que la SSC no está afectada por la síntesis de almidón, por lo que no muestra relación como variable predictora del atributo (Figura 47)

La acidez titulable no se relacionó con los iones determinados en masa seca foliar, en tanto que el vínculo entre estos parámetros cualitativos de los frutos expresados como índice de madurez resultó de establecerse el  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{K}^+$  foliar como variables predictoras, siendo más estrecha la relación con el primer ion mencionado (Figura 47).

Los parámetros de calidad de los frutos evaluados en los experimentos, que presentan una relación inversa a la concentración de  $\text{Na}^+$  foliar, caracterizan a los tratamientos de las plantas injertadas,

excepto a *injS8*, que comparte similitud en cuanto a índice de madurez con igual tratamiento sobre parcelas de plantas francas (Figura 47).



**Figura 47:** Triplot del Análisis de Regresión por Mínimos Cuadrados Parciales (PLS) entre los valores medios sólidos solubles totales expresados como °Brix, la acidez titulable y la relación de madurez de los frutos de melón (variables respuesta) y el contenido de Na, Ca, K de la masa seca aérea foliar (variables predictoras) de los tratamientos evaluados en plantas francas (*sinj*) e injertadas (*inj*) de melón consistentes en el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m<sup>-1</sup>.

## 5 Conclusión

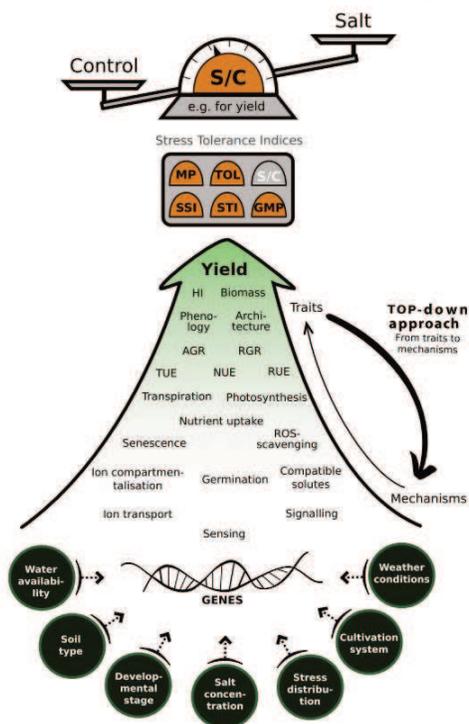
De acuerdo con lo expuesto, el injerto de melón sobre pie de zapallo afectó negativamente la calidad interna de los frutos cuando la producción se realizó en condiciones salinas producidas por el riego con solución nutritiva de CE superior a los 4 dS m<sup>-1</sup>, alcanzada por adición de NaCl, al relacionarse de manera inversa con la concentración de Na<sup>+</sup> foliar.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN GENERAL

En esta tesis se determinó el efecto producido por el injerto sobre el crecimiento y la calidad interna de los frutos de melón producidos bajo invernadero en condiciones salinas. En primer término, se presentó la dinámica de crecimiento de estas plantas y la tasa de consumo de agua en estas condiciones estresantes. Sobre la masa seca de plantas francas e injertadas se determinó la concentración final de los iones mayormente involucrados en la obtención de frutos cuando las plantas se regaron con solución de creciente salinidad, para finalmente establecer el efecto de esta condición sobre parámetros de calidad interna de estos órganos comercializables.

Entonces, esta situación debe analizarse desde las interacciones que se produjeron en la planta en las condiciones experimentadas para expresar el rendimiento y desde las variaciones cuantitativas y cualitativas del rendimiento obtenido.

Morton et al. (2019) propusieron una guía para analizar la tolerancia a la sal de las plantas (*plant scientist's guide to dissecting salt tolerance*). En esta publicación se menciona que la capacidad de estas se puede evaluar con diferentes índices de tolerancia al estrés, acorde con los valores finales obtenidos de parámetros o rasgos de interés, caracterizados por su correlación con la condición salina. En un breve resumen la guía contempla una base, en donde las condiciones ambientales actuando sobre un conjunto de genes claves de las plantas, determinan la respuesta productiva del rasgo o parámetro a evaluar por el/los índices seleccionados (Figura 48).



**Figura 48: Guía del científico para analizar la tolerancia a la sal de las plantas. (*Plant scientist's guide to dissecting salt tolerance*) (Morton et al., 2019)**

En este trabajo los tratamientos experimentados consistieron en modificar la solución nutritiva aportada por riego a plantas de melón injertadas y sin injertar mediante la adición de NaCl, para alcanzar CE de 4,0, 6,0 y 8,0 dS m<sup>-1</sup>, siendo el tratamiento control plantas de melón sin injertar regadas con solución nutritiva con el valor de CE alcanzada por su formulación, de 1,2 dS m<sup>-1</sup>. Si bien en los experimentos los tratamientos sobre plantas injertadas y francas, dado el objetivo general de esta tesis, *determinar el efecto producido por el injerto sobre el crecimiento y calidad interna de los frutos de melón producidos en condiciones salinas*, en este apartado final sólo se expondrá el contraste de las plantas injertadas producidas en condiciones salinas con el control.

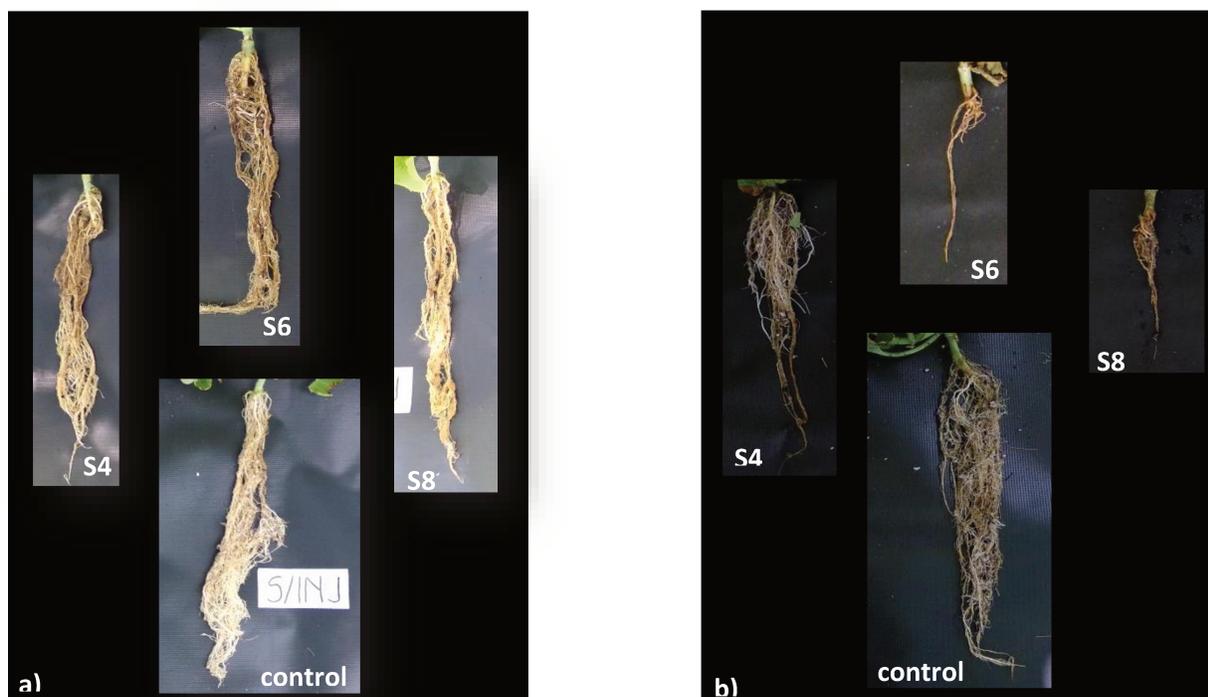
El material vegetal con que se iniciaron los experimentos, con las diferencias establecidas por su sistema radicular, se encontraba en la misma fase de desarrollo. De este modo, contemplando la de la base de la guía de Morton et al. (2019) (Figura 48), la situación diferencial se impuso luego de la poda únicamente sobre la condición salina, momento en que comenzó el riego con las soluciones que individualizaron a los tratamientos.

Al tratarse de un mismo genotipo, el conjunto de genes del vástago del melón fue igual entre plantas francas e injertadas, siendo las raíces las que se diferenciaron en función de la presencia del pie en las plantas injertadas. Existen suficientes antecedentes que han documentado que posteriormente al injerto, diferentes ARN (sRNAs) (Lewsey et al., 2016; Liu et al., 2020; Niu et al., 2022; Rasool et al., 2020) y plastidios (Hertle et al., 2021) se transportan bidireccionalmente a través de la unión entre ambas estructuras. Este sorprendente proceso daría lugar a un organismo aloploiploide. Los genes al percibir el cambio de condición del medio de cultivo envían la señal a través de compuestos orgánicos a las estructuras de la planta, en las que se desencadenan procesos acordes a la magnitud del impulso (Munns & Tester, 2008).

La primera percepción de la condición salina en exceso ocurre en las raíces, las que en minutos reducen su tasa de alargamiento por el efecto osmótico de las sales en el suelo, pudiendo revertir su ritmo de crecimiento si el tiempo no excede a unas pocas horas o si la concentración de éstas en la rizósfera es baja y no se produjo plasmólisis de las células radicales si las plantas presentan algún

grado de tolerancia (Munns, 2002; Munns & Tester, 2008). Se cree que hay un hipotético  $\text{Na}^+$  sensor en la pared de las células de las raíces, que excluye al  $\text{K}^+$  y activa la producción de mensajeros secundarios como nucleótidos, ácidos y ROS e incrementa la concentración de  $\text{Ca}^{2+}$  intracelular (Isayenkov & Maathuis, 2019; Isner & Maathuis, 2016).

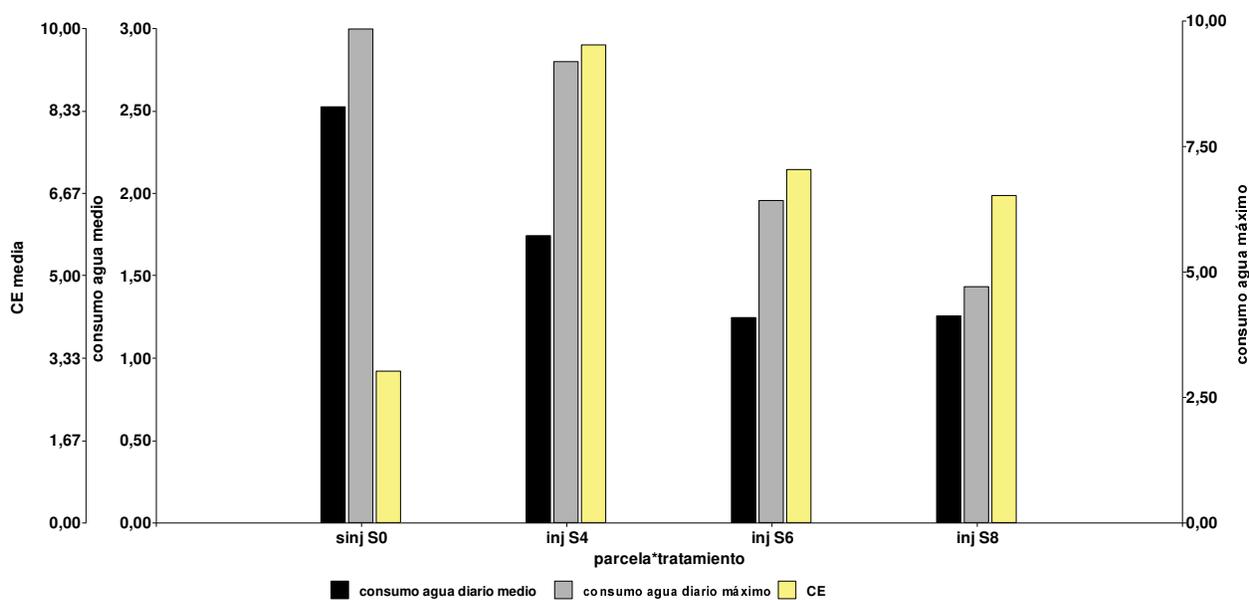
En los experimentos realizados para dar respuesta a los objetivos del presente estudio, el tiempo de exposición de las raíces a la condición salina se mantuvo a lo largo del ciclo de cultivo de melón, por lo que la tasa de alargamiento de las raíces de estas se afectó negativamente (Figura 49).



**Figura 49: Sistema radicular de los tratamientos evaluados, a) a los 14 días del inicio de la exposición a la condición salina; b) a los 28 días posteriores al inicio de la exposición a la condición salina. Tratamientos: control (solución de riego sin modificar CE), S4 (solución de riego con CE de 4 dS m<sup>-1</sup>), S6 (solución de riego con CE de 6 dS m<sup>-1</sup>), S8 (solución de riego con CE de 8 dS m<sup>-1</sup>).**

El deterioro de la masa fresca radicular es indicativo de su capacidad funcional. En tal sentido, al evaluarla en forma directa por el consumo de agua de las plantas, se observó que el valor medio diario decreció ante el aumento de la CE del agua de riego, al igual que el máximo, es decir, que el

pie de injerto no benefició a este parámetro evaluado respecto al tratamiento control, verificando un incremento en la residualidad de las sales en el sustrato al regar con solución salina (Figura 50).



**Figura 50: Representación gráfica de los valores medios y máximos de consumo de agua de los tratamientos de los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) de melón consistentes en el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m<sup>-1</sup> y de la CE del sustrato.**

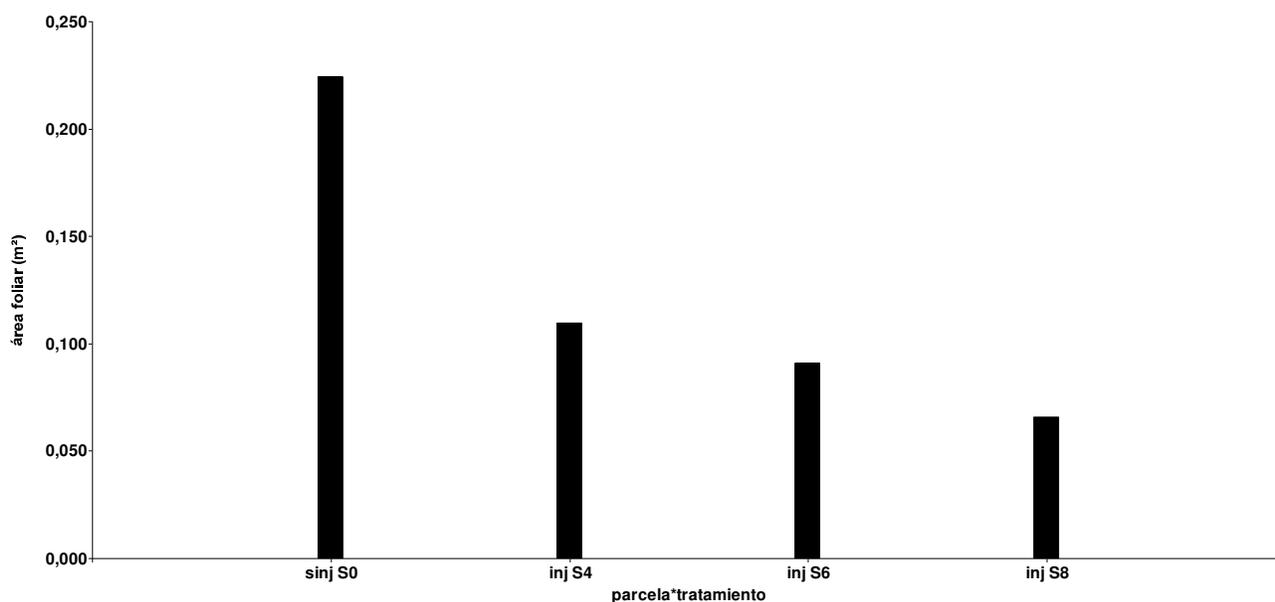
Ante estos resultados y con la certeza que el consumo de agua, al determinar el flujo y traslocación de fotoasimilados mediado por la transpiración, afectaría el crecimiento de la planta, se realizaron experimentos con el híbrido utilizado como portainjerto en etapa vegetativa temprana. Esto fue necesario ya que prácticamente no existen antecedentes al respecto, para lo cual se impusieron las mismas condiciones salinas de los experimentos de este estudio. Esto permitió evaluar si el uso de contenedores contribuyó al detrimento de la expansión del sistema radicular del portainjerto o si la respuesta a la condición salina estuvo determinada por el híbrido utilizado como pie de injerto. Estos estudios permitieron concluir que el estrés salino afecta negativamente al híbrido en la etapa de vivero, no siendo apto para su producción en esas condiciones como pie de injerto (Anexo).

Algunos investigadores determinaron que las células radicales perciben la señal estresante provocada por la salinidad, al desencadenarse su efecto osmótico. Los mensajeros secundarios

transmiten dicha señal, antes que se produzca el efecto tóxico de la salinidad, producida por los iones. Los mecanismos que se inician en consecuencia, se deben a si la respuesta al estrés osmótico es reducida al ser la planta tolerante o existe el riesgo de alcanzar la segunda fase previamente mencionada, debiendo excluir la sal de las hojas (*salt exclusión*) y/o secuestrar el  $\text{Na}^+$  y  $\text{Cl}^-$  en las vacuolas de las células (*intracelular ion compartmentation*) (Munns, 2002; Munns & Tester, 2008).

La tolerancia al estrés osmótico es observado cuando la planta mantiene la expansión foliar, y el crecimiento del vástago, sin reducción de la conductancia estomática (Munns & Tester, 2008). Por lo tanto, el área foliar, la masa seca aérea y la evapotranspiración de cultivo se verían poco afectados.

En las plantas injertadas, el consumo de agua se redujo en función del incremento de la concentración salina de la solución de riego. Igual tendencia fue observada en el área foliar (Figura 51). Estos resultados permitirían deducir que el pie de injerto no expresó una tolerancia a la fase osmótica del estrés salino.

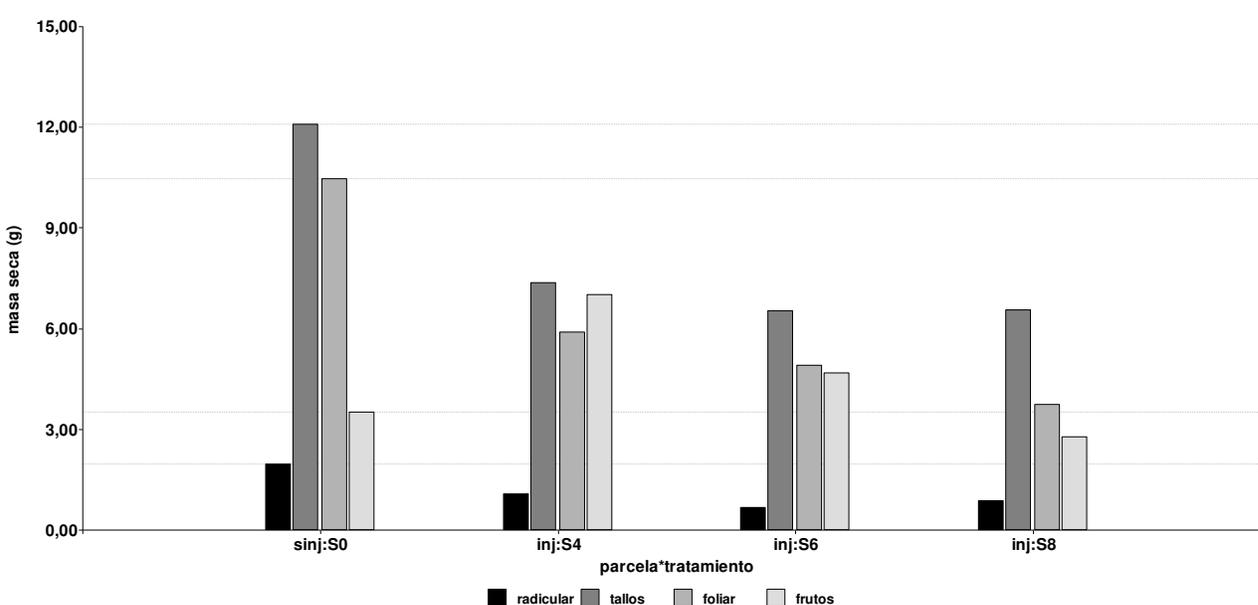


**Figura 51: Representación gráfica de los valores medios de área foliar de los de los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) de melón consistentes en el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8)  $\text{dS m}^{-1}$ .**

La masa seca aérea particionada en hojas, tallos y frutos mostró disímil comportamiento entre las variables vegetativas y reproductivas.

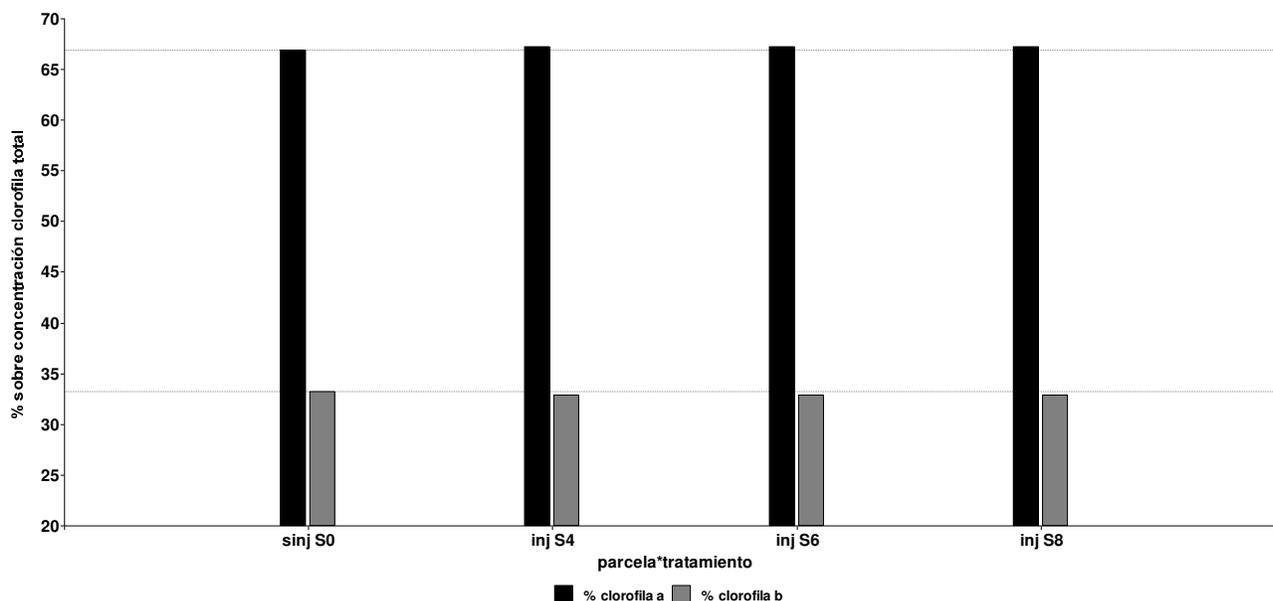
Las primeras, representadas por acumulación de masa seca aérea de tallos y hojas, decrecieron al aumentar la condición salina de la solución de riego, siendo mayor en todos los tratamientos la biomasa seca de tallos. La masa seca reproductiva, frutos, exceptuando el tratamiento *injS8*, resultó mayor respecto al tratamiento control (Figura 52).

La masa seca radicular se redujo ante el incremento en la condición salina, con valores similares entre los tratamientos ensayados sobre las plantas injertadas (Figura 52).



**Figura 52: Representación gráfica de los valores medios de masa seca particionada de los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) de melón consistentes en el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m<sup>-1</sup>.**

Como medición indirecta de la actividad fotosintética, en este estudio se cuantificó la concentración de clorofila total y sus componentes en hojas, clorofila a y clorofila b, ambos presentes en el fotosistema II (Akhter et al., 2021), verificando un ínfimo incremento en la componente a en detrimento de la b en condiciones salinas respecto al tratamiento control (Figura 53).



**Figura 53: Representación gráfica de los valores porcentuales medios de clorofila a y b expresados sobre la concentración de clorofila total de las hojas tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) de melón consistentes en el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8)  $\text{dS m}^{-1}$ .**

Trabajos realizados por Guidi et al. (2019); Takahashi and Murata (2008) han determinado que el fotosistema II se inhibe por el exceso de especies reactivas del oxígeno (ROS). Aunque no fue medido en esta tesis el grado en que el fotosistema II de la fotosíntesis se alteró, puede considerarse como una posibilidad su inhibición por la presencia de ROS al estar expuesto a condiciones de estrés con consecuencias negativas en la absorción de la energía solar (Akhter et al., 2021).

Los resultados obtenidos en esta tesis indicarían que las plantas de melón injertadas atravesaron la fase osmótica del estrés salino, expresando un grado de tolerancia ante el bajo detrimento de su actividad fotosintética y al disminuir su tasa de transpiración, estimada indirectamente a través del consumo de agua. La fase iónica del estrés hídrico se debería evaluar de modo estricto a nivel tisular, y particularmente, celular incluyendo un balance energético de los procesos involucrados en la tolerancia, habiendo parámetros indirectos que la indicarían (Munns & Tester, 2008).

Dado que en este trabajo no se realizaron determinaciones celulares, se utilizaron como indicadores de toxicidad iónica la concentración de iones con activa participación en condiciones de salinas en hojas y tallos al finalizar el ciclo del cultivo.

Luego que las raíces perciben la señal de exceso de Na en el medio y este ingresa a la planta, su transporte ocurre por el flujo transpiratorio. Una alta concentración en tallos en contraste con baja concentración en hojas, indica que la planta limita o inhibe el transporte, sea por una merma en la tasa de evapotranspiración o por el efecto denominado en inglés '*ion exclusion*', proceso no exclusivo de células radiculares (Al-shareef & Tester, 2019). En este estudio se observó una disminución del contenido porcentual en masa seca de  $K^+$ ,  $Na^+$  y  $Ca^{2+}$  foliar y de tallos en plantas injertadas expuestas salinidad media y alta respecto al tratamiento control, con un incremento de  $Cl^-$  en estas estructuras vegetales en todos los tratamientos sobre plantas injertadas (Figura 52).

El detrimento de la relación  $K^+$  y  $Ca^{2+}$  con el  $Na^+$  a nivel foliar en los tratamientos regados con CE de 6 y 8  $dS\ m^{-1}$ , estarían indicando que este último ion desplazó al  $K^+$  por su alta afinidad con sus transportadores (*transporters*) y el  $Ca^{2+}$  no fue suficiente para activar los anti-transportadores (*antiporters*) que lo removerían (Basu et al., 2021). En tallos, al no ser marcado este efecto, la concentración de iones se remitiría a su función metabólica o estructural en condiciones no estresantes (Figura 54).

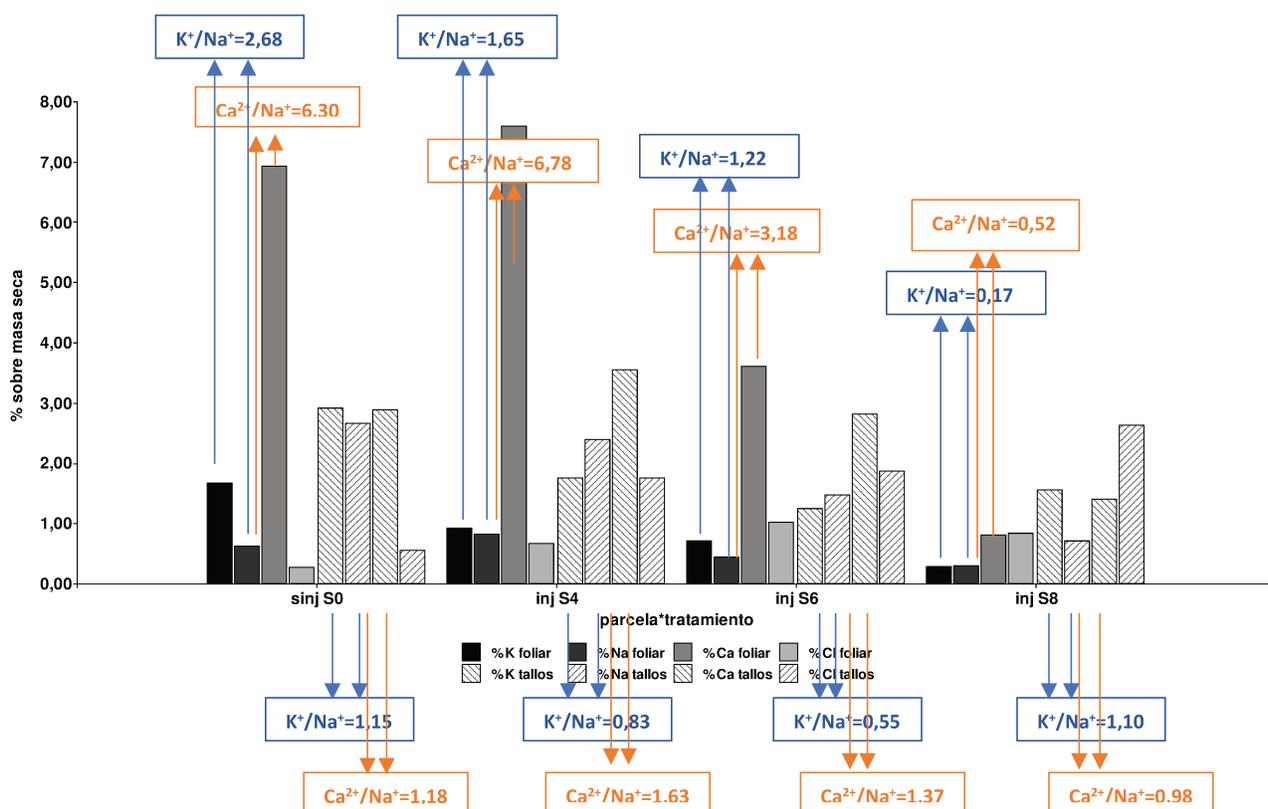
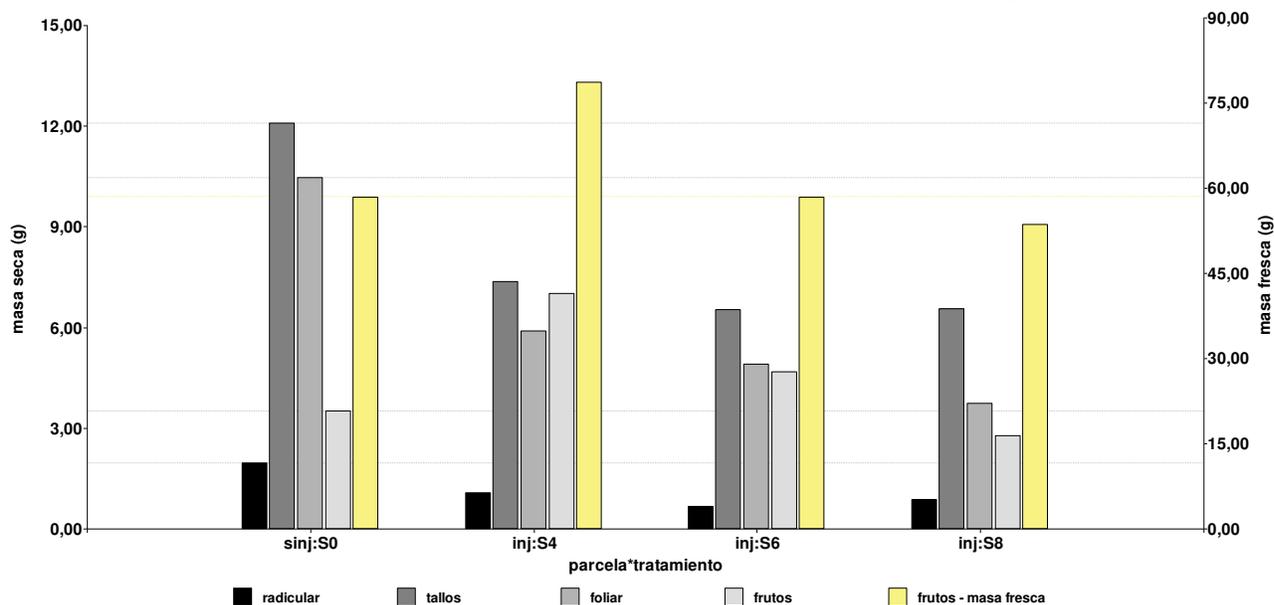


Figura 54: Representación gráfica de los valores porcentuales sobre masa seca foliar y de tallos de la concentración de los iones K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup> y Cl<sup>-</sup> y la relación entre el ion K<sup>+</sup> y el ion Ca<sup>2+</sup> con el ion Na<sup>+</sup> de los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) de melón consistentes en el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m<sup>-1</sup>.

Los parámetros hasta aquí evaluados impactan sobre el crecimiento de las plantas de melón producidas en condiciones salinas, siendo la tasa de crecimiento relativa el índice que lo expresa. En los experimentos el valor medio de esta tasa se redujo en plantas injertadas sometidas a condiciones de salinidad respecto al tratamiento control (Capítulo 1, apartado 3.5), consecuencia de la fase osmótica del estrés salino que están atravesando las plantas.

Los rasgos distintivos del melón injertado sobre pie de zapallo, al conducir la producción bajo invernadero e imponerle una condición salina, esta desencadenó procesos tendientes a que las plantas toleren esta situación y adapten su crecimiento para completar su ciclo vital, obteniendo el

producto de su etapa reproductiva. La masa fresca media de los frutos cosechados durante el ciclo fue mayor en el tratamiento regado con baja salinidad respecto al tratamiento control, en tanto que en los restantes tratamientos la masa fue similar. Vale aclarar que este valor incluye frutos en diferentes estadios, es decir, no todos habían alcanzado la madurez comercial (Figura 55).



**Figura 55: Representación gráfica de los valores de masa seca particionada y masa fresca de frutos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) de melón consistentes en el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m<sup>-1</sup>.**

Dando continuidad a la guía presentada por Morton et al. (2019) (Figura 48), quienes proponen diferentes índices para evaluar la tolerancia al estrés (Figura 56) que reflejan los rasgos y mecanismos evaluados, respecto a la situación control, se determinó si las plantas de melón injertadas se encuadran en esta calificación.

Index	Described in
Salt tolerance index : $S/C = Y_S/Y_C$	Munns (2002)
Tolerance index : $TOL = Y_C - Y_S$	Fox and Rosielle (1982), Fernandez (1992)
Mean productivity index : $MP = \frac{Y_C + Y_S}{2}$	Rosielle and Hamblin (1981)
Geometric mean productivity : $GMP = \sqrt{Y_C \times Y_S}$	Fernandez (1992)
Stress susceptibility index : $SSI = \frac{Y_C - Y_S}{\frac{Y_C - Y_S}{Y_C}}$	Fischer and Maurer (1978)
Stress tolerance index : $STI = \frac{Y_C \times Y_S}{(Y_C)^2}$	Fernandez (1992)
Stress weighted performance : $SWP = \frac{Y_S}{\sqrt{Y_C}}$	Saade <i>et al.</i> (2016)

$Y_C$  and  $Y_S$  denote the value of the trait selected for assessing salt tolerance for a particular experimental unit, under control and stress conditions, respectively.  $Y_C$  and  $Y_S$  denote the population-wide yield under control and stress conditions, respectively.

(Morton *et al.*, 2019)

**Figura 56: Índices de tolerancia al estrés.**

Al calcular estos índices para los parámetros de masa seca aérea total y particionada, radicular y masa fresca de frutos, considerando que los mecanismos desplegados como estrategia de las plantas al percibir la condición salina en su rizósfera se consolidaron en no limitar la traslocación de nutrientes, se observó que sólo los tratamientos S4 y S6 se mostraron tolerantes al estrés salino al producir masa seca y fresca de frutos sobre la obtenida por el tratamiento control (Tabla 22).

**Tabla 22: Índices de tolerancia al estrés calculados sobre parámetros de masa seca aérea total y particionada, radicular y fresca de frutos de los tratamientos.**

índice	S/C				TOL				MP				GMP			
	control	inj S4	inj S6	inj S8	control	inj S4	inj S6	inj S8	control	inj S4	inj S6	inj S8	control	inj S4	inj S6	inj S8
masa seca aérea	1,00	0,56	0,45	0,42	0,00	8,81	11,22	11,64	20,21	15,81	14,60	14,39	20,21	15,18	13,48	13,16
masa seca tallos	1,00	0,61	0,54	0,54	0,00	4,73	5,55	5,53	12,08	9,71	9,30	9,31	12,08	9,42	8,88	8,89
masa seca hojas	1,00	0,56	0,47	0,36	0,00	4,58	5,56	6,72	10,46	8,17	7,68	7,10	10,46	7,85	7,16	6,26
masa seca frutos	1,00	2,00	1,33	0,79	0,00	-3,50	-1,17	0,74	3,51	5,26	4,10	3,14	3,51	4,96	4,05	3,12
masa seca raíces	1,00	0,54	0,34	0,43	0,00	0,90	1,29	1,11	1,96	1,51	1,31	1,41	1,96	1,45	1,14	1,29
área foliar	1,00	0,46	0,32	0,25	0,00	0,12	0,15	0,16	0,21	0,15	0,14	0,13	0,21	0,14	0,12	0,11
masa fresca frutos	1,00	1,35	1,00	0,92	0,00	-20,51	0,04	4,86	59,26	69,51	59,24	56,83	59,26	68,75	59,24	56,77

índice	SSI				STI				SWP			
	control	inj S4	inj S6	inj S8	control	inj S4	inj S6	inj S8	control	inj S4	inj S6	inj S8
masa seca aérea	0,00	-0,28	-0,38	-0,40	1,00	0,56	0,45	0,42	4,50	2,54	2,00	1,91
masa seca tallos	0,00	-0,24	-0,30	-0,30	1,00	0,61	0,54	0,54	3,48	2,12	1,88	1,88
masa seca hojas	0,00	-0,28	-0,36	-0,47	1,00	0,56	0,47	0,36	3,23	1,82	1,52	1,16
masa seca frutos	0,00	0,33	0,14	-0,12	1,00	2,00	1,33	0,79	1,87	3,74	2,50	1,48
masa seca raíces	0,00	-0,30	-0,49	-0,39	1,00	0,54	0,34	0,43	1,40	0,76	0,48	0,61
área foliar	0,00	-0,37	-0,52	-0,60	1,00	0,46	0,32	0,25	0,46	0,21	0,15	0,12
masa fresca frutos	0,00	0,15	0,00	-0,04	1,00	1,35	1,00	0,92	7,70	10,36	7,69	7,07

Como balance se considera que si la salinidad impuesta por el riego se realiza con una solución nutritiva que no exceda los 8 dS m<sup>-1</sup>, las plantas de melón injertadas producidas en contenedores bajo invernadero, solo alcanzan la fase osmótica del estrés salino.

Desde el punto de vista tecnológico, el interés de un productor puede resultar en privilegiar la obtención de alto rendimiento sobre la calidad del producto, la situación inversa, o ambas. En caso de que su preferencia sea el rendimiento si la producción la realizaría en condiciones de salinidad que no supere la impuesta por el riego con solución de hasta 4 dS m<sup>-1</sup>, se recomienda el uso de plantas de melón injertadas sobre pie de zapallo.

En caso que se le otorgue mayor relevancia a la calidad del producto, debiera tener en cuenta la concentración de sólidos solubles totales (°Brix), la acidez titulable y la relación de madurez de los frutos a producir en las condiciones mencionadas, en cuyo caso, no será recomendable el uso de plantas injertadas al disminuir cerca del 20 % los °Brix , incrementarse cerca del 10 % la acidez de los frutos, resultando en frutos con una madurez inferior al 70% respecto a los obtenidos de plantas francas (Figura 57).

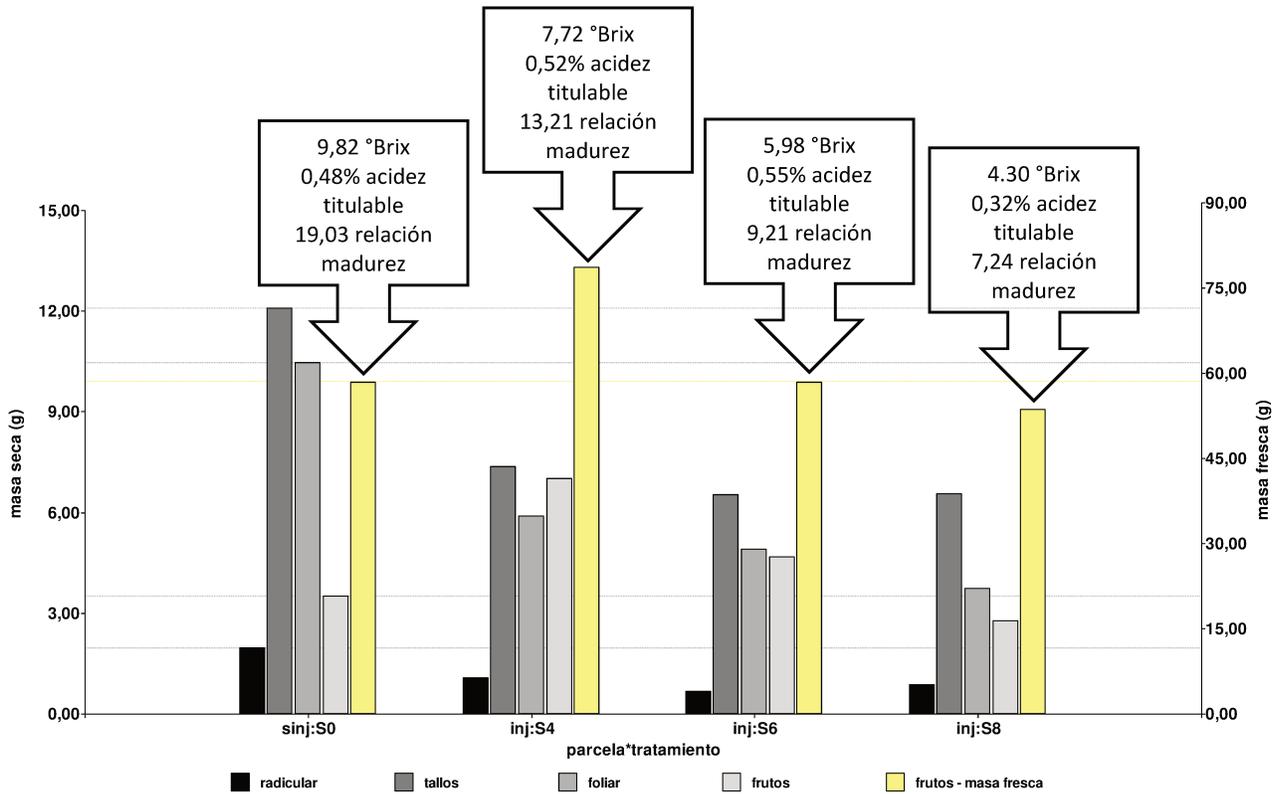


Figura 57: Parámetros de calidad interna de los frutos de todos los tratamientos evaluados en plantas francas (sinj) e injertadas (inj) de melón consistentes en el riego con la solución nutritiva y con la solución con el agregado de NaCl para incrementar su conductividad eléctrica (CE) a 4 (S4), 6 (S6) y 8 (S8) dS m<sup>-1</sup>.

## CONCLUSIONES GENERALES

La adición de cloruro de sodio (NaCl) en la solución nutritiva con la que se regaron plantas francas de melón (*Cucumis melo* L.) e injertadas sobre pie de zapallo (*Cucurbita maxima* Duch. x *Cucurbita moschata* Duch.) afectó negativamente el crecimiento del cultivo cuando la CE de la solución superó los 4 dS m<sup>-1</sup>.

Este nivel de salinidad establece un límite para el riego de esta producción en contenedores y bajo invernadero dado que el consumo de agua de las plantas disminuye con el avance del ciclo, acentuándose este efecto en las plantas injertadas. Esta merma en la tasa transpiratoria se tradujo en menor acumulación de iones en la masa seca aérea y traslocación a órganos reproductivos.

Los productos comercializables obtenidos de plantas injertadas regadas con soluciones de hasta 4 dS m<sup>-1</sup> presentaron menor calidad que las plantas francas, con un volumen de producción superior.

Las plantas de melón injertadas sobre pie de zapallo producidas en invernadero en contenedores modifican negativamente su crecimiento y calidad de los frutos en respuesta a la salinidad.

## Referencias

- Adams, E., & Shin, R. (2014). Transport, signaling, and homeostasis of potassium and sodium in plants. *Journal of integrative plant biology*, 56(3), 231-249.
- Adarsh, A., Kumar, A., Pratap, T., Solankey, S., & Singh, H. K. (2020). Grafting in vegetable crops towards stress tolerance.
- Adigüzel, P., Nyirahabimana, F., & Solmaz, İ. (2022). Recent developments of grafting in Cucurbitaceae *Agricultural Practices and Sustainable Management in Türkiye 1*, 207-234.
- Ahmadi, M., & Sourı, M. K. (2020). Growth characteristics and fruit quality of chili pepper under higher electrical conductivity of nutrient solution induced by various salts. *AGRIVITA, Journal of Agricultural Science*, 42(1), 143-152.
- Akhter, M. S., Noreen, S., Mahmood, S., Ashraf, M., Alsahli, A. A., & Ahmad, P. (2021). Influence of salinity stress on PSII in barley (*Hordeum vulgare* L.) genotypes, probed by chlorophyll-a fluorescence. *Journal of King Saud University-Science*, 33(1), 101239.
- Al-shareef, N. O., & Tester, M. (2019). Plant salinity tolerance. In *Encyclopedia of Life Sciences* (pp. 1-6). John Wiley & Sons.
- Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (2006). *Evapotranspiración del cultivo: guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos* (FAO, Ed.).
- Allen, S. (1990). Measurement and estimation of evaporation from soil under sparse barley crops in northern Syria. *Agricultural and Forest Meteorology*, 49(4), 291-309.
- Aloni, B., Karni, L., Deventurero, G., Levin, Z., Cohen, R., Katzir, N., Lotan-Pompan, M., Edelstein, M., Aktas, H., & Turhan, E. (2008). Physiological and biochemical changes at the rootstock-scion interface in graft combinations between Cucurbita rootstocks and a melon scion. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 83(6), 777-783.
- Alsuvaıd, M., & Demir, Y. (preprint). The Effect of the Interaction of Magnetic Treatment and Different Irrigation Water Salinity on the Quantitative Effects on the Growth Parameters of Balkız Bean (*Phaseolus Vulgaris*). Available at SSRN 4232253.
- Aluko, M., Ayodele, O., & Salami, A. (2020). Growth and yield responses of Muskmelon (*Cucumis melo* L.) to different planting seasons in Ado-Ekiti. *International Journal of Agriculture, Environment and BioResearch*, 5(1), 85-98.
- Arif, Y., Singh, P., Siddiqui, H., Bajguz, A., & Hayat, S. (2020). Salinity induced physiological and biochemical changes in plants: An omic approach towards salt stress tolerance. *Plant Physiology and Biochemistry*, 156, 64-77.
- Arnon, D. I. (1949). Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology*, 24(1), 1.
- Ashraf, M. (2004). Some important physiological selection criteria for salt tolerance in plants. *Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 199(5), 361-376. <https://doi.org/10.1078/0367-2530-00165>
- Asrey, R., Kumar, S., & Meena, N. K. (2018). Influence of water quality on postharvest fruit and vegetable quality. In *Preharvest modulation of postharvest fruit and vegetable quality* (pp. 169-187). Elsevier.
- Baby, T., Collins, C., Tyerman, S. D., & Gilliam, M. (2016). Salinity negatively affects pollen tube growth and fruit set in grapevines and is not mitigated by silicon. *American Journal of Enology and Viticulture*, 67(2), 218-228.
- Bacci, L., Battista, P., Cardarelli, M., Carmassi, G., Roupael, Y., Incrocci, L., Malorgio, F., Pardossi, A., Rapi, B., & Colla, G. (2011). Modelling evapotranspiration of container crops for irrigation

- scheduling. *Evapotranspiration-From Measurements to Agricultural and Environmental Applications*, 14, 263-282.
- Balkaya, A., Yıldız, S., Horuz, A., & Murat Dođru, S. (2016). Effects of salt stress on vegetative growth parameters and ion accumulations in cucurbit rootstock genotypes. *Ekin Journal of Crop Breeding and Genetics*, 2(2), 11-24.
- Barbaro, L. A., Karlanian, M., & Papone, M. E. (2017). Sustratos: relación de poros con aire y agua adecuada para producir plantas florales en contenedor N° 10. *Ciencia del Suelo*, 35(2), 205-213.
- Barker, A. V., & Pilbeam, D. J. (2015). *Handbook of plant nutrition*. CRC press.
- Basu, S., Kumar, A., Benazir, I., & Kumar, G. (2021). Reassessing the role of ion homeostasis for improving salinity tolerance in crop plants. *Physiologia plantarum*, 171(4), 502-519.
- Benito, B., Haro, R., Amtmann, A., Cuin, T. A., & Dreyer, I. (2014). The twins K<sup>+</sup> and Na<sup>+</sup> in plants. *J Plant Physiol*, 171(9), 723-731. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2013.10.014>
- Blackman, V. H. (1919). The compound interest law and plant growth. *Annals of botany*, 33(131), 353-360.
- Bortolini, L., Maucieri, C., & Borin, M. (2018). A tool for the evaluation of irrigation water quality in the arid and semi-arid regions. *Agronomy*, 8(2), 23.
- Botía, P., Navarro, J. M., Cerdá, A., & Martínez, V. (2005). Yield and fruit quality of two melon cultivars irrigated with saline water at different stages of development. *European Journal of Agronomy*, 23(3), 243-253. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2004.11.003>
- Bouzo, C., Lavanderos Becerra, D., Ceccoli, G., & Gariglio, N. (2015). Photothermal quotient in melon and its relationship with the fruits sugar concentration. *Scientia agropecuaria*, 217-221. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2015.03.08>
- Bouzo, C., & Norero Sch, A. (2015). Mathematical model for predicting the maximum water demand of crops. *Fave. Sección ciencias agrarias*, 14(1), 0-0.
- Cadahia López, C. (2000). *Fertirrigación. Cultivos hortícolas y ornamentales*. Ediciones Mundi-Prensa.
- Chen, W., He, Z. L., Yang, X. E., Mishra, S., & Stoffella, P. J. (2010). Chlorine nutrition of higher plants: progress and perspectives. *Journal of Plant Nutrition*, 33(7), 943-952.
- Colla, G., 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.
- Colla, G., Roupahel, Y., Jawad, R., Kumar, P., Rea, E., & Cardarelli, M. (2013). The effectiveness of grafting to improve NaCl and CaCl<sub>2</sub> tolerance in cucumber. *Scientia Horticulturae*, 164, 380-391.
- Colla, G., Roupahel, Y., Rea, E., & Cardarelli, M. (2012). Grafting cucumber plants enhance tolerance to sodium chloride and sulfate salinization. *Scientia Horticulturae*, 135, 177-185.
- Corwin, D., & Scudiero, E. (2019). Review of soil salinity assessment for agriculture across multiple scales using proximal and/or remote sensors. *Advances in agronomy*, 158, 1-130.
- Corwin, D. L., & Grattan, S. R. (2018). Are existing irrigation salinity leaching requirement guidelines overly conservative or obsolete? *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 144(8), 02518001.
- Cuevas, J., Daliakopoulos, I. N., del Moral, F., Hueso, J. J., & Tsanis, I. K. (2019). A review of soil-improving cropping systems for soil salinization. *Agronomy*, 9(6), 295-317. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/agronomy9060295>

- Da Silva Dias, N., Dantas de Moraes, P. L., Abrantes Sarmiento, J. D., Nogueira de Sousa Neto, O., Palácio, V. S., & de Freitas, J. J. R. (2018). Nutrient solution salinity effect of greenhouse melon (*Cucumis melon* L. cv. Néctar). *Acta Agronómica*, 67(4), 517-524.
- Davenport, R., James, R. A., Zakrisson-Plogander, A., Tester, M., & Munns, R. (2005). Control of sodium transport in durum wheat. *Plant Physiol*, 137(3), 807-818. <https://doi.org/10.1104/pp.104.057307>
- Davis, A. R., Perkins-Veazie, P., Sakata, Y., Lopez-Galarza, S., Maroto, J. V., Lee, S.-G., Huh, Y.-C., Sun, Z., Miguel, A., & King, S. R. (2008). Cucurbit grafting. *Critical reviews in plant Sciences*, 27(1), 50-74.
- De-Jesus-Garcia, R., Rosas, U., & Dubrovsky, J. G. (2020). The barrier function of plant roots: biological bases for selective uptake and avoidance of soil compounds. *Funct Plant Biol*, 47(5), 383-397. <https://doi.org/10.1071/FP19144>
- de Barros Silva, E., Dias Nogueira, F., Gontijo Guimaraes, P. T. (1999). Análise de cloreto em tecido vegetal. *Lavras, MG: UFLA(Boletín Técnico N° 31)*. [https://doi.org/http://www.nutricaoeplantas.agr.br/site/downloads/boletim\\_31\\_ufla.pdf](https://doi.org/http://www.nutricaoeplantas.agr.br/site/downloads/boletim_31_ufla.pdf)
- de Medeiros, D. C., de Medeiros, J. F., de L Pereira, F. A., de M Silva, S. C., & Amâncio, M. d. G. (2011). Production and quality of melon hybrid Mandacaru irrigated with different levels of salinity. *Horticultura Brasileira*, 29, 600-604.
- de Queiroz Porto Filho, F., de Medeiros, J. F., Senhor, R. F., de Moraes, P. L. D., & Menezes, J. B. (2009). Qualidade de frutos do melão amarelo irrigado com água de diferentes níveis de salinidade. *Revista Caatinga*, 22(1), 193-198.
- Deinlein, U., Stephan, A. B., Horie, T., Luo, W., Xu, G., & Schroeder, J. I. (2014). Plant salt-tolerance mechanisms. *Trends Plant Sci*, 19(6), 371-379. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2014.02.001>
- Del Amor, F., Martinez, V., & Cerda, 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.
- Demidchik, V. (2014). Mechanisms and physiological roles of K<sup>+</sup> efflux from root cells. *J Plant Physiol*, 171(9), 696-707. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2014.01.015>
- Demidchik, V., Shabala, S., Isayenkov, S., Cuin, T. A., & Pottosin, I. (2018). Calcium transport across plant membranes: mechanisms and functions. *New Phytologist*, 220(1), 49-69.
- Di Rienzo, J., Casanoves, F., Balzarini, M. G., Gonzalez, L., Tablada, M., & Robledo, C. W. (2020). *InfoStat*. In (Version versión actualizada 2020) [programa de cómputo]. Universidad Nacional de Córdoba. <http://www.infostat.com.ar/>
- Edelstein, M., Plaut, Z., & Ben-Hur, M. (2011). Sodium and chloride exclusion and retention by non-grafted and grafted melon and Cucurbita plants. *J Exp Bot*, 62(1), 177-184. <https://doi.org/10.1093/jxb/erq255>
- El-Shraiy, A. M., Mostafa, M., Zaghlool, S. A., & Shehata, S. (2011). Physiological aspect of NaCl-salt stress tolerant among Cucurbitaceous cultivars. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5(11), 62-71.
- EL Sabagh, A., Hossain, A., Barutçular, C., Iqbal, M. A., Islam, M. S., Fahad, S., Sytar, O., Çiğ, F., Meena, R. S., & Erman, M. (2020). Consequences of salinity stress on the quality of crops and its mitigation strategies for sustainable crop production: an outlook of arid and semi-arid regions. In *Environment, climate, plant and vegetation growth* (pp. 503-533). Springer.

- Falodun, E. J., & Ogedegbe, S. A. (2019). Performance and quality of muskmelon (*Cucumis melo* L.) as influenced by crop spacing and rates of swine manure application. *Notulae Scientiae Biologicae*, *11*(2), 291-297.
- Fan, Y. n., Zhang, Y., Hess, F., Huang, B., & Chen, Z. (2020). Nutrient balance and soil changes in plastic greenhouse vegetable production. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, *117*(1), 77-92.
- Fan, Y. n., Zhang, Y., Wan, M., Hu, W., Chen, Z., & Huang, B. (2021). Plastic shed production intensified secondary soil salinization in perennial fruit production systems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, *316*, 107469.
- FAO. (2009). *CROPWAT 8.0*. In FAO (Food and Agriculture Organization). <https://www.fao.org/land-water/databases-and-software/cropwat/es/>
- FAO. (2021). Salt-affected soils are a global issue. *Intergovernmental Technical Panel on Soils (ITPS)*, *3*. <https://www.fao.org/3/cb4809en/cb4809en.pdf>
- FAO. (2023). *FAOSTAT 2023 : FAO statistical databases* (9250045352) Library Hub Discover. <https://www.fao.org/faostat/es/#home>
- Fernández Infantes, S. (2021). *Evaluación del efecto de patrones experimentales sobre la calidad de variedades tradicionales de melón (Cucumis melo L.)* Universitat Politècnica de València].
- Ferreira, J. F., Liu, X., & Suarez, D. L. (2019). Fruit yield and survival of five commercial strawberry cultivars under field cultivation and salinity stress. *Scientia Horticulturae*, *243*, 401-410.
- Flores, F. B., Romojaro, F., Latché, A., Pech, J.-C., & Martínez-Madrid, M. C. (2007). Assay of a potential post-harvest handling procedure for cantaloupe Charentais melon fruit with inhibited ethylene production. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *87*(11), 2034-2039. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2955>
- Fu, Q., Zhang, X., Kong, Q., Bie, Z., & Wang, H. (2018). Grafting onto pumpkin rootstock is an efficient alternative to improve melon tolerance to nacl stress. *European Journal of Horticultural Science*, *83*(6), 337-344.
- Funga, U., Pinar, H., & Uzun, A. (2022). Assessment of the response of some melon genotypes (*Cucumis melo* L) to different doses of sodium chloride (NaCl). *Current Trends in Natural Sciences*, *11*(21), 381-389.
- Gao, Q., Xiong, T., Li, X., Chen, W., & Zhu, X. (2019). Calcium and calcium sensors in fruit development and ripening. *Scientia Horticulturae*, *253*, 412-421.
- Geilfus, C.-M. (2018). Review on the significance of chlorine for crop yield and quality. *Plant Science*, *270*, 114-122.
- Giordano, M., Petropoulos, S. A., & Roupheal, Y. (2021). Response and defence mechanisms of vegetable crops against drought, heat and salinity stress. *Agriculture*, *11*(5), 463.
- Goreta, S., Bucevic-Popovic, V., Selak, G. V., Pavela-Vrancic, M., & Perica, S. (2008). Vegetative growth, superoxide dismutase activity and ion concentration of salt-stressed watermelon as influenced by rootstock. *The Journal of Agricultural Science*, *146*(6), 695-704.
- Guidi, L., Lo Piccolo, E., & Landi, M. (2019). Chlorophyll Fluorescence, Photoinhibition and Abiotic Stress: Does it Make Any Difference the Fact to Be a C3 or C4 Species? [Review]. *Frontiers in Plant Science*, *10*. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00174>
- Gur, A., Gonda, I., Portnoy, V., Tzuri, G., Chayut, N., Cohen, S., Yeselson, Y., Meir, A., Bar, E., & Davidovitz-Rikanati, R. (2017). Genomic aspects of melon fruit quality. *Genetics and genomics of cucurbitaceae*, 377-408.

- Hasanuzzaman, M., Bhuyan, M. B., Nahar, K., Hossain, M. S., Mahmud, J. A., Hossen, M. S., Masud, A. A. C., & Fujita, M. (2018). Potassium: a vital regulator of plant responses and tolerance to abiotic stresses. *Agronomy*, *8*(3), 31.
- Hatfield, J. L., & Prueger, J. H. (2011). Spatial and temporal variation in evapotranspiration. In G. Gerosa (Ed.), *Evapotranspiration-From Measurements to Agricultural and Environmental Applications* (Vol. 1, pp. 3-16). InTech.
- Helaly, A. (2017). Strategies for improvement of horticultural crops against abiotic stresses. *J Hortic*, *4*, e107.
- Hernández, J. A. (2019). Salinity tolerance in plants: trends and perspectives. *International Journal of Molecular Sciences*, *20*(10), 2408.
- Hernandez, M. D., Alfonso, C., Cerrudo, A., Cambareri, M., Della Maggiora, A., Barbieri, P., Echarte, M. M., & Echarte, L. (2020). Eco-physiological processes underlying maize water use efficiency response to plant density under contrasting water regimes. *Field Crops Research*, *254*, 107844.
- Hertle, A. P., Haberl, B., & Bock, R. (2021). Horizontal genome transfer by cell-to-cell travel of whole organelles. *Science Advances*, *7*(1), eabd8215. <https://doi.org/doi:10.1126/sciadv.abd8215>
- Hocking, B., Tyerman, S. D., Burton, R. A., & Gilliham, M. (2016). Fruit calcium: transport and physiology. *Frontiers in Plant Science*, *7*, 569.
- Hopmans, J. W., Qureshi, A., Kisekka, I., Munns, R., Grattan, S., Rengasamy, P., Ben-Gal, A., Assouline, S., Javaux, M., & Minhas, P. (2021). Critical knowledge gaps and research priorities in global soil salinity. *Advances in agronomy*, *169*, 1-191.
- Hubbard, N. L., Huber, S. C., & Pharr, D. M. (1989). Sucrose Phosphate Synthase and Acid Invertase as Determinants of Sucrose Concentration in Developing Muskmelon (*Cucumis melo* L.) Fruits. *Plant Physiology*, *91*(4), 1527-1534. <http://www.jstor.org/stable/4272549>
- Ibrarullah, H. U. R., Jilani, M. S., Gurmani, A. R., & Ullah, K. (2019). Tolerance response of muskmelon genotypes against salinity. *Pak. J. Agri. Sci*, *56*(1), 63-70.
- Incrocci, L., Thompson, R. B., Fernandez-Fernandez, M. D., De Pascale, S., Pardossi, A., Stanghellini, C., Roupheal, Y., & Gallardo, M. (2020). Irrigation management of European greenhouse vegetable crops. *Agricultural Water Management*, *242*, 106393.
- INDEC. (2022). *Censo Nacional Agropecuario*
- Isayenkov, S. V., & Maathuis, F. J. (2019). Plant salinity stress: many unanswered questions remain. *Frontiers in Plant Science*, *10*, 80.
- Isner, J.-C., & Maathuis, F. J. (2016). cGMP signalling in plants: from enigma to main stream. *Functional Plant Biology*, *45*(2), 93-101.
- Jayanth, S., & Bhat, N. V. (2020). Vegetable Grafting: A Novel Technique to Enhance Yield and Quality in Vegetable Crops. *Biotica Research Today*, *2*(9), 930-932.
- Jia, Q., Zheng, C., Sun, S., Amjad, H., Liang, K., & Lin, W. (2018). The role of plant cation/proton antiporter gene family in salt tolerance. *Biologia plantarum*, *62*(4), 617-629.
- Jiang, K., Guo, W., Chen, L., Huang, W., Ge, Y., & Wei, X. (2022). Design and Experiment of Automatic Clip-Feeding Mechanism for Vegetable-Grafting Robot. *Agriculture*, *12*(3), 346. <https://www.mdpi.com/2077-0472/12/3/346>
- Kafkafi, U. (1990). The functions of plant K in overcoming environmental stress situations. 22nd Colloquium, International Potash Institute, Switzerland,

- Kant, S., & Kafkafi, U. (2002). Absorción de potasio por los cultivos en distintos estadios fisiológicos. *The Hebrew University of Jerusalem, Faculty of Agricultural, Food and Environmental Quality Sciences, Rehovot, Israel. Recuperado el, 3.*
- Kant, S., Kant, P., & Kafkafi, U. (2005). Potassium uptake by higher plants: From field application to membrane transport. *Acta Agronomica Hungarica*, 53(4), 443-459.
- Katsoulas, N., & Kittas, C. (2011). Greenhouse crop transpiration modelling. In G. Gerosa (Ed.), *Evapotranspiration-From Measurements to Agricultural and Environmental Applications* (Vol. 1, pp. 312-328). InTech.
- Kirnak, H., Hansen, R. C., Keener, H. M., & Short, T. H. (2002). An evaluation of physically based and empirically determined evapotranspiration models for nursery plants. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 26(6), 355-362.
- Kronzucker, H. J., & Britto, D. T. (2011). Sodium transport in plants: a critical review. *New Phytologist*, 189(1), 54-81.
- Kronzucker, H. J., Coskun, D., Schulze, L. M., Wong, J. R., & Britto, D. T. (2013). Sodium as nutrient and toxicant. *Plant and Soil*, 369(1), 1-23.
- Kumar, A. R., Kumar, N., & Kavino, M. (2006). Role of potassium in fruit crops-a review. *Agricultural Reviews*, 27(4), 284-291.
- Kumar, S., Bharti, N., & Saravaiya, S. (2018). Vegetable Grafting: A Surgical Approach to combat biotic and abiotic stresses-A review. *Agricultural Reviews*, 39(1).
- Kumar, S., Sharma, P., Vats, B., & Sharma, V. (2018). Advances in vegetables grafting for mitigation of biotic and abiotic stresses in greenhouse vegetable production system. In P. N. B. Sanjeev Kumar, Saravaiya, S.N. and Patel, N.B. (Ed.), *Technologies and sustainability of protected cultivation for hi-valued vegetable crops* (pp. 129). Navsari Agricultural University.
- Kume, A., Akitsu, T., & Nasahara, K. N. (2018). Why is chlorophyll b only used in light-harvesting systems? *Journal of Plant research*, 131(6), 961-972.
- Kuscu, H., & Turhan, A. (2022). Yield, Net Return and Fruit Quality Response of Melon to Deficit Irrigation. *Gesunde Pflanzen*, 74(3), 647-659.
- Kuşvuran, Ş., Elif, K., & ELLİALTIOĞLU, Ş. Ş. (2021). Role of grafting in tolerance to salt stress in melon (*Cucumis melo* L.) plants: ion regulation and antioxidant defense systems. *Biotech Studies*, 30(1), 22-32.
- Kutty, C. N. (2020). Recent advances in vegetable grafting & Prospects for soil less cultivation. *Challenges and opportunities of vegetable production in warm humid tropics*, 30-42.
- Kyriacou, M. C., Colla, G., & Roupael, Y. (2020). Grafting as a Sustainable Means for Securing Yield Stability and Quality in Vegetable Crops. *Agronomy*, 10(12), 1945. <https://www.mdpi.com/2073-4395/10/12/1945>
- Kyriacou, M. C., Leskovar, D. I., Colla, G., & Roupael, Y. (2018). Watermelon and melon fruit quality: The genotypic and agro-environmental factors implicated. *Scientia Horticulturae*, 234, 393-408.
- Lecourieux, D., Ranjeva, R., & Pugin, A. (2006). Calcium in plant defence-signalling pathways. *New Phytologist*, 171(2), 249-269.
- Lemaire, F. (2005). *Cultivos en macetas y contenedores. Principios agronómicos y aplicaciones: principios agronómicos y aplicaciones*. Mundi-Prensa Libros.
- Lewsey, M. G., Hardcastle, T. J., Melnyk, C. W., Molnar, A., Valli, A., Urich, M. A., Nery, J. R., Baulcombe, D. C., & Ecker, J. R. (2016). Mobile small RNAs regulate genome-wide DNA

- methylation. *Proc Natl Acad Sci U S A*, *113*(6), E801-810. <https://doi.org/10.1073/pnas.1515072113>
- Li, T., Yan, A., Bhatia, N., Altinok, A., Afik, E., Durand-Smet, P., Tarr, P. T., Schroeder, J. I., Heisler, M. G., & Meyerowitz, E. M. (2019). Calcium signals are necessary to establish auxin transporter polarity in a plant stem cell niche. *Nature communications*, *10*(1), 1-9.
- Li, Y., Li, J., Gao, L., & Tian, Y. (2018). Irrigation has more influence than fertilization on leaching water quality and the potential environmental risk in excessively fertilized vegetable soils. *PLoS One*, *13*(9), e0204570.
- Liang, W., Ma, X., Wan, P., & Liu, L. (2018). Plant salt-tolerance mechanism: A review. *Biochemical and biophysical research communications*, *495*(1), 286-291.
- Liao, J., Liang, Y., & Huang, D. (2018). Organic farming improves soil microbial abundance and diversity under greenhouse condition: A case study in Shanghai (Eastern China). *Sustainability*, *10*(10), 3825.
- Lima, R. E., Luciana, F. d. L., Ferreira, J. F., Suarez, D. L., & Bezerra, M. A. (2020). Translocation of photoassimilates in melon vines and fruits under salinity using <sup>13</sup>C isotope. *Scientia Horticulturae*, *274*, 109659.
- Liu, W., Xiang, C., Li, X., Wang, T., Lu, X., Liu, Z., Gao, L., & Zhang, W. (2020). Identification of long-distance transmissible mRNA between scion and rootstock in cucurbit seedling heterografts. *International Journal of Molecular Sciences*, *21*(15), 5253.
- Lozano, C. S., Rezende, R., de Freitas, P. S., Hachmann, T. L., Santos, F. A., & Andreato, A. F. (2017). Estimation of evapotranspiration and crop coefficient of melon cultivated in protected environment. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, *21*, 758-762.
- Lubitz, W., Chrysin, M., & Cox, N. (2019). Water oxidation in photosystem II. *Photosynthesis Research*, *142*(1), 105-125.
- Luna Wolter, G. L., Dhar, A., & Naeth, M. A. (2021). *Response of three native grass species on dry tailings reclamation substrate amended with petroleum coke* (0047-2425).
- Maathuis, F. J. (2014). Sodium in plants: perception, signalling, and regulation of sodium fluxes. *Journal of Experimental Botany*, *65*(3), 849-858.
- Maertens, M., De Lannoy, G. J., Vincent, F., Massart, S., Giménez, R., Houspanossian, J., Gasparri, I., & Vanacker, V. (2022). Spatial patterns of soil salinity in the central Argentinean Dry Chaco. *Anthropocene*, *37*, 100322.
- Malakar, A., Snow, D. D., & Ray, C. (2019). Irrigation water quality—A contemporary perspective. *Water*, *11*(7), 1482.
- Manchali, S., Chidambara Murthy, K. N., & Patil, B. S. (2021). Nutritional composition and health benefits of various botanical types of melon (*Cucumis melo* L.). *Plants*, *10*(9), 21.
- Mascarenhas, F. R., de Medeiros, D. C., de Medeiros, J. F., Dias, P. M. S., & de Moraes Souza, M. S. (2010). Produção e qualidade de melão gália cultivado sob diferentes níveis de salinidade. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, *5*(5), 31.
- McCauley, D., Levin, A., & Nackley, L. (2021). Reviewing Mini-lysimeter Controlled Irrigation in Container Crop Systems. *HortTechnology*, *31*(6), 634-641.
- Meier, U. (2018). Etapas de desarrollo de las plantas monocotiledóneas y dicotiledóneas: BBCH Monografía. *Open Agrar Repositorium*.
- Meza, S. L., Egea, I., Massaretto, I. L., Morales, B., Purgatto, E., Egea-Fernández, J. M., Bolarin, M. C., & Flores, F. B. (2020). Traditional tomato varieties improve fruit quality without affecting fruit yield under moderate salt stress. *Frontiers in Plant Science*, *11*, 587754.

- Minhas, P., Ramos, T. B., Ben-Gal, A., & Pereira, L. S. (2020). Coping with salinity in irrigated agriculture: Crop evapotranspiration and water management issues. *Agricultural Water Management*, 227, 105832.
- Mirtalebi, M., & Banihashemi, Z. (2019). Effect of salinity on root rot of Cucumis melo L. caused by phytophthora melonis. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 21(1), 209-220.
- Mitchell, J., Shennan, C., Grattan, S., & May, D. (1991). Tomato fruit yields and quality under water deficit and salinity. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 116(2), 215-221.
- Modarelli, G. C., Roupshael, Y., De Pascale, S., Öztekin, G. B., Tüzel, Y., Orsini, F., & Gianquinto, G. (2020). Appraisal of Salt Tolerance under Greenhouse Conditions of a Cucurbitaceae Genetic Repository of Potential Rootstocks and Scions. *Agronomy*, 10(7). <https://doi.org/10.3390/agronomy10070967>
- Monteith, J. L. (1965). Evaporation and environment. *Symposia of the society for experimental biology*,
- Morton, M. J., Awlia, M., Al-Tamimi, N., Saade, S., Pailles, Y., Negrão, S., & Tester, M. (2019). Salt stress under the scalpel—dissecting the genetics of salt tolerance. *The Plant Journal*, 97(1), 148-163.
- Muhamad Hassan, M. H., Awang, Y., Jaafar, J. N., Sayuti, Z., Othman Ghani, M. N., Mohamad Sabdin, Z. H., & Nazli, M. H. (2022). Effects of Salinity Sources on Growth, Physiological Process, Yield, and Fruit Quality of Grafted Rock Melon (Cucumis melo L.). *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science*, 45(4).
- Munns, R. (2002). Comparative physiology of salt and water stress. *Plant, cell & environment*, 25(2), 239-250.
- Munns, R., & Tester, M. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. *Annual review of plant biology*, 59, 651.
- Musabyisoni, A., Waweru, B., & Nishizawa, T. (2022). Effect of salt stress by “onsen” water on plant growth and fruit quality of tomato cv. Reika in pot soil. *Advances in Horticultural Science*, 35(4), 383.
- Mustafa, G., Akhtar, M. S., & Abdullah, R. (2019). Global concern for salinity on various agro-ecosystems. In *Salt stress, microbes, and plant interactions: Causes and solution* (pp. 1-19). Springer.
- Naranjo Morán, J. A. (2014). *Evaluación de la tolerancia a la salinidad de cucurbitáceas silvestres del Ecuador y sus potenciales usos como patrones en injertos de cucurbitáceas comerciales*
- Negacz, K., Malek, Ž., de Vos, A., & Vellinga, P. (2022). Saline soils worldwide: Identifying the most promising areas for saline agriculture. *Journal of Arid Environments*, 203, 104775.
- Németh, D., Balázs, G., Bodor, Z., Zaukuu, J.-L. Z., Kovács, Z., & Kappel, N. (2020). Food quality attributes of melon (Cucumis melo L.) influenced by grafting. *Progress in Agricultural Engineering Sciences*, 16(S1), 53-66.
- Nguyen, L. H., Phan, H. C., Kim, T. T. T., & Trinh, A. N. (2019). EFFECTS OF SALINITY ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF 3 CUCUMIS MELO CULTIVARS. *THE SCIENTIFIC JOURNAL OF TRAVINH UNIVERSITY; ISSN: 2815-6072; E-ISSN: 2815-6099*, 1(3), 33-41.
- Nicolás-Cuevas, J. A., Parras-Burgos, D., Soler-Méndez, M., Ruiz-Canales, A., & Molina-Martínez, J. M. (2020). Removable Weighing Lysimeter for Use in Horticultural Crops. *Applied Sciences*, 10(14), 48-65. <https://www.mdpi.com/2076-3417/10/14/4865>

- Nieves-Cordones, M., Aleman, F., Martinez, V., & Rubio, F. (2014). K<sup>+</sup> uptake in plant roots. The systems involved, their regulation and parallels in other organisms. *J Plant Physiol*, *171*(9), 688-695. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2013.09.021>
- Nisini, P. T., Colla, G., Granati, E., Temperini, O., Crino, P., & Saccardo, F. (2002). Rootstock resistance to fusarium wilt and effect on fruit yield and quality of two muskmelon cultivars. *Scientia Horticulturae*, *93*(3-4), 281-288.
- Niu, G., Davis, T. D., & Masabni, J. (2019). A review of salinity tolerance research in horticultural crops. *Journal of Arid Land Studies*, *29*(2), 53-59.
- Niu, M., Wei, L., Peng, Y., Huang, Y., & Bie, Z. (2022). Mechanisms of increasing salt resistance of vegetables by grafting. *Vegetable Research*, *2*(1), 1-9.
- Orgaz, F., Fernández, M., Bonachela, S., Gallardo, M., & Fereres, E. (2005). Evapotranspiration of horticultural crops in an unheated plastic greenhouse. *Agricultural Water Management*, *72*(2), 81-96.
- Özbek, Ö., & Kaman, H. (2019). Water-yield relationship in grafted melon. *Scientific Papers-Series B, Horticulture*, *63*(2), 135-140.
- Paladino, I., Sokolowski, A. C., Barbara, P. M. C., Wolski, J. E., & Navas, M. (2020). Soil Quality Problems Associated with Horticulture in the Southern Urban and Peri-Urban Area of Buenos Aires, Argentina. In B. B. o. Demand (Ed.), *Urban Horticulture-Necessity of the Future* (pp. 117-137). IntechOpen.
- Paladino, I. R., Sokolowski, A. C., Irigoien, J., Rodriguez, H., Gagey, M. C., Barrios, M. B., De Grazia, J., Debelis, S., Wolski, J., & Buján, A. (2018). Soil properties evaluation in horticultural farms of Florencio Varela, Buenos Aires, Argentina. *Environmental Earth Sciences*, *77*(11), 1-8.
- Palma, J. M., Corpas, F. J., & Luís, A. (2011). Proteomics as an approach to the understanding of the molecular physiology of fruit development and ripening. *Journal of proteomics*, *74*(8), 1230-1243.
- Pardo-Alonso, J.-L., Carreño-Ortega, Á., Martínez-Gaitán, C.-C., Golasi, I., & Gómez Galán, M. (2019). Conventional Industrial Robotics Applied to the Process of Tomato Grafting Using the Splicing Technique. *Agronomy*, *9*(12), 880. <https://www.mdpi.com/2073-4395/9/12/880>
- Penman, H. L. (1948). Natural evaporation from open water, bare soil and grass. *Proceedings of the Royal Society of London. Series A. Mathematical and Physical Sciences*, *193*(1032), 120-145.
- Penuelas, J., & Sardans, J. (2021). Developing holistic models of the structure and function of the soil/plant/atmosphere continuum. *Plant and Soil*, *461*(1), 29-42.
- Phogat, V., Mallants, D., Cox, J., Šimůnek, J., Oliver, D., & Awad, J. (2020). Management of soil salinity associated with irrigation of protected crops. *Agricultural Water Management*, *227*, 105845.
- Pico, B., Thompson, A. J., Gisbert, C., YETISir, H., & Bebeli, P. (2017). Genetic resources for rootstock breeding. *Vegetable Grafting: Principles and Practices, Valencia, ES: CABI*, *1*, 22-69.
- Porto Filho, F. d. Q., Medeiros, J. F. d., Maia, C. E., Dantas, D. d. C., Pinto, A. C., & Gheyi, H. R. (2021). Soil salinity and production of the melon plant irrigated with saline waters. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, *9*, 353-358.
- Powell, A. E., & Lenhard, M. (2012). Control of organ size in plants. *Current Biology*, *22*(9), R360-R367.
- Prajapati, J. (2019). The essential nutrient element for the crop. *International Journal Of All Research Writings*, *1*(1), 17-22.

- Price, C., & Munns, R. (2017). Growth analysis: A quantitative approach. In *Plants in action* (Second ed.). Australian Society of Plant Scientists. <https://web.archive.org/web/20180313191609/http://plantsinaction.science.uq.edu.au/>
- Pulido-Bosch, A., Rigol-Sanchez, J. P., Vallejos, A., Andreu, J., Ceron, J., Molina-Sanchez, L., & Sola, F. (2018). Impacts of agricultural irrigation on groundwater salinity. *Environmental Earth Sciences*, 77(5), 1-14.
- Qaderi, M. M., Martel, A. B., & Dixon, S. L. (2019). Environmental Factors Influence Plant Vascular System and Water Regulation. *Plants (Basel)*, 8(3). <https://doi.org/10.3390/plants8030065>
- Ramírez-Cuesta, J. M., Mirás-Avalos, J. M., Rubio-Asensio, J. S., & Intrigliolo, D. S. (2018). A novel ArcGIS toolbox for estimating crop water demands by integrating the dual crop coefficient approach with multi-satellite imagery. *Water*, 11(1), 38.
- Rasool, A., Mansoor, S., Bhat, K., Hassan, G., Baba, T. R., Alyemeni, M. N., Alsahli, A. A., El-Serehy, H. A., Paray, B. A., & Ahmad, P. (2020). Mechanisms underlying graft union formation and rootstock scion interaction in horticultural plants. *Frontiers in Plant Science*, 11, 590847.
- Raza, A., Tabassum, J., Fakhar, A. Z., Sharif, R., Chen, H., Zhang, C., Ju, L., Fotopoulos, V., Siddique, K. H., & Singh, R. K. (2022). Smart reprogramming of plants against salinity stress using modern biotechnological tools. *Critical Reviews in Biotechnology*, 1-28.
- Ren, R., Liu, T., Ma, L., Fan, B., Du, Q., & Li, J. (2021). Irrigation based on daily weighted evapotranspiration affects yield and quality of oriental melon. *Scientia Horticulturae*, 275, 109714.
- Resende, T. B., Souza, V. H. S., Castanheira, D. T., Carvalho, M. A. d. F., & Guimarães, R. J. (2021). Water retainer polymer in coffee plants deployment under different levels of irrigation.
- Roman, C. C., Loy, J. B., & Ogden, A. B. Grafting to Interspecific Rootstocks Increases Fruit Size and Yield of Cantaloupe, Cucumis melo.
- Romero-Trigueros, C., Cabañero, J. J., Tortosa, P. A., Gambín, J. M., Maestre-Valero, J. F., & Nicolás, E. N. (2020). Medium-long term effects of saline reclaimed water and regulated deficit irrigation on fruit quality of citrus. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100(3), 1350-1357.
- Romero, L., Belakbir, A., Ragala, L., & Ruiz, J. M. (1997). Response of plant yield and leaf pigments to saline conditions: effectiveness of different rootstocks in melon plants (*Cucumis melo* L.). *Soil Science and Plant Nutrition*, 43(4), 855-862.
- Rouphael, Y., Kyriacou, M. C., & Colla, G. (2018). Vegetable grafting: A toolbox for securing yield stability under multiple stress conditions. *Frontiers in Plant Science*, 8, 2255.
- Rouphael, Y., Petropoulos, S. A., Cardarelli, M., & Colla, G. (2018). Salinity as eustressor for enhancing quality of vegetables. *Scientia Horticulturae*, 234, 361-369.
- Rouphael, Y., Schwarz, D., Krumbein, A., & Colla, G. (2010). Impact of grafting on product quality of fruit vegetables. *Scientia Horticulturae*, 127(2), 172-179.
- Rouphael, Y., Venema, J. H., Edelstein, M., Savvas, D., Colla, G., Ntatsi, G., Ben-Hur, M., Kumar, P., & Schwarz, D. (2017). Grafting as a tool for tolerance of abiotic stress. In CABI (Ed.), *Vegetable Grafting: Principles And Practices* (pp. 171-215). CABI, UK.
- Safdar, H., Amin, A., Shafiq, Y., Ali, A., Yasin, R., Shoukat, A., Hussan, M. U., & Sarwar, M. I. (2019). A review: Impact of salinity on plant growth. *Nat. Sci*, 17(1), 34-40.
- Saied, A. S., Keutgen, A. J., & Noga, G. (2005). The influence of NaCl salinity on growth, yield and fruit quality of strawberry cvs. 'Elsanta' and 'Korona'. *Scientia Horticulturae*, 103(3), 289-303.

- Sarabi, B., Bolandnazar, S., Ghaderi, N., & Ghashghaie, J. (2017). Genotypic differences in physiological and biochemical responses to salinity stress in melon (*Cucumis melo* L.) plants: prospects for selection of salt tolerant landraces. *Plant Physiology and Biochemistry*, *119*, 294-311.
- Schwarz, D., Roupshael, Y., Colla, G., & Venema, J. H. (2010). Grafting as a tool to improve tolerance of vegetables to abiotic stresses: Thermal stress, water stress and organic pollutants. *Scientia Horticulturae*, *127*(2), 162-171. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2010.09.016>
- Seifikalhor, M., Aliniaefard, S., Shomali, A., Azad, N., Hassani, B., Lastochkina, O., & Li, T. (2019). Calcium signaling and salt tolerance are diversely entwined in plants. *Plant signaling & behavior*, *14*(11), 1665455.
- SEMARNAT. (2008). El injerto en el cultivo de melón y sandía como alternativa al uso de bromuro de metilo. In: SEMARNAT MEX.
- Seoares de Lima, G., Pereira da Silva, A. R., Sá da Silva, F. V., Gheyi, H. R., & Soares, L. A. D. A. (2020). Physicochemical quality of fruits of West Indian cherry under saline water irrigation and phosphate fertilization. *Revista Caatinga*, *33*, 217-225.
- Sharma, D., Negi, R., Verma, A., Sharma, K., Nagraik, P., Thukral, S., Tanwar, D., & Gautam, S. (2022). Approaches for improvement of quality traits in vegetable crops.
- Shelke, D., Nikalje, G., Nikam, T., Maheshwari, P., Punita, D., Rao, K., Kavi Kishor, P., & Suprasanna, P. (2019). Chloride (Cl<sup>-</sup>) uptake, transport, and regulation in plant salt tolerance. *Molecular plant abiotic stress: biology and biotechnology*, 241-268.
- Singh, K. (2021). Vegetable Grafting: A Tool for Improving Quality and Yield of Crop. *Biotica Research Today*, *3*(5), 399-401.
- Smagin, A., Sadovnikova, N., Kirichenko, A., Egorov, Y. V., Vityazev, V., & Bashina, A. (2018). Dependence of the osmotic pressure and electrical conductivity of soil solutions on the soil water content. *Eurasian Soil Science*, *51*(12), 1462-1473.
- Sonneveld, C., & Voogt, W. (2009). Nutrient Management in Substrate Systems. In *Plant Nutrition of Greenhouse Crops* (pp. 277-312). Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/978-90-481-2532-6\\_17](https://doi.org/10.1007/978-90-481-2532-6_17)
- Srivastava, A. K., Shankar, A., Nalini Chandran, A. K., Sharma, M., Jung, K.-H., Suprasanna, P., & Pandey, G. K. (2020). Emerging concepts of potassium homeostasis in plants. *Journal of Experimental Botany*, *71*(2), 608-619.
- Sustr, M., Soukup, A., & Tylova, E. (2019). Potassium in root growth and development. *Plants*, *8*(10), 435.
- Taha, N., Abdalla, N., Bayoumi, Y., & El-Ramady, H. (2020). Management of greenhouse cucumber production under arid environments: a review. *Environment, Biodiversity and Soil Security*, *4*(2020), 123-136.
- Takahashi, S., & Murata, N. (2008). How do environmental stresses accelerate photoinhibition? *Trends in Plant Science*, *13*(4), 178-182. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tplants.2008.01.005>
- Terceiro Neto, C. P. C., Gheyi, H. R., Medeiros, J. F. d., Dias, N. d. S., & Campos, M. d. S. (2013). Produtividade e qualidade de melão sob manejo com água de salinidade crescente. *Pesquisa agropecuária tropical*, *43*, 354-362.
- Thor, K. (2019). Calcium—nutrient and messenger. *Frontiers in Plant Science*, *10*, 440.

- Tränkner, M., Tavakol, E., & Jáklí, B. (2018). Functioning of potassium and magnesium in photosynthesis, photosynthate translocation and photoprotection. *Physiologia plantarum*, 163(3), 414-431.
- Ulas, A., Aydın, A., Ulas, F., Yetisir, H., & Miano, T. F. (2020). Cucurbita rootstocks improve salt tolerance of melon scions by inducing physiological, biochemical and nutritional responses. *Horticulturae*, 6(4), 66.
- Ulas, F., Aydın, A., Ulas, A., & Yetisir, H. (2019). Grafting for sustainable growth performance of melon (*Cucumis melo*) under salt stressed hydroponic condition. *European Journal of Sustainable Development*, 8(1), 201-201.
- Uyeda, C. A., Gurgel, M. T., Gheyi, H. R., de Oliveira, F. H., & Fernandes, P. D. (2021). Productivity of two melon cultivares irrigated with high and low salinity water. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 9, 318-321.
- Van Zelm, E., Zhang, Y., & Testerink, C. (2020). Salt tolerance mechanisms of plants. *Annual review of plant biology*, 71, 403-433.
- Velmurugan, A., Swarnam, P., Subramani, T., Meena, B., & Kaledhonkar, M. (2020). Water demand and salinity. *desalination-challenges and opportunities*.
- Verbraeken, L., Wuyts, N., Mertens, S., Cannoot, B., Maleux, K., Demuyne, K., De Block, J., Merchie, J., Dhondt, S., & Bonaventure, G. (2021). Drought affects the rate and duration of organ growth but not inter-organ growth coordination. *Plant Physiology*, 186(2), 1336-1353.
- Villalobos, F., & Fereres, E. (1990). Evaporation measurements beneath corn, cotton, and sunflower canopies. *Agronomy Journal*, 82(6), 1153-1159.
- Visconti, F., Salvador, A., Navarro, P., & de Paz, J. M. (2019). Effects of three irrigation systems on 'Piel de sapo' melon yield and quality under salinity conditions. *Agricultural Water Management*, 226, 105829.
- Wall, D., & Plunkett, M. (2021). *Major and micro nutrient advice for productive agricultural crops*.
- Wang, Q., Yang, S., Wan, S., & Li, X. (2019). The significance of calcium in photosynthesis. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(6), 1353.
- Wang, Y., Wang, S., Xu, M., Xiao, L., Dai, Z., & Li, J. (2019). The impacts of  $\gamma$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles on the physiology and fruit quality of muskmelon (*Cucumis melo*) plants. *Environmental pollution*, 249, 1011-1018.
- Wani, S. H., Kumar, V., Khare, T., Guddimalli, R., Parveda, M., Solymosi, K., Suprasanna, P., & Kavi Kishor, P. (2020). Engineering salinity tolerance in plants: progress and prospects. *Planta*, 251(4), 1-29.
- Wege, S., Gilliam, M., & Henderson, S. W. (2017). Chloride: not simply a 'cheap osmoticum', but a beneficial plant macronutrient. *Journal of Experimental Botany*, 68(12), 3057-3069.
- White, P. J., & Broadley, M. R. (2001). Chloride in soils and its uptake and movement within the plant: a review. *Annals of botany*, 88(6), 967-988.
- White, P. J., & Broadley, M. R. (2003). Calcium in plants. *Annals of botany*, 92(4), 487-511.
- Wungrampha, S., Joshi, R., Singla-Pareek, S., & Pareek, A. (2018). Photosynthesis and salinity: are these mutually exclusive? *Photosynthetica*, 56(1), 366-381.
- Xiong, M., Zhang, X., Shabala, S., Shabala, L., Chen, Y., Xiang, C., Nawaz, M. A., Bie, Z., Wu, H., & Yi, H. (2018). Evaluation of salt tolerance and contributing ionic mechanism in nine Hami melon landraces in Xinjiang, China. *Scientia Horticulturae*, 237, 277-286.
- Xu, G., Magen, H., Tarchitzky, J., & Kafkafi, U. (1999). Advances in chloride nutrition of plants. *Advances in agronomy*, 68, 97-150.

- Yadav, S. P., Bharadwaj, R., Nayak, H., Mahto, R., Singh, R. K., & Prasad, S. K. (2019). Impact of salt stress on growth, productivity and physicochemical properties of plants: A Review. *International Journal of Chemical Studies*, 7(2), 1793-1798.
- Yasuor, H., Yermiyahu, U., & Ben-Gal, A. (2020). Consequences of irrigation and fertigation of vegetable crops with variable quality water: Israel as a case study. *Agricultural Water Management*, 242, 106362.
- Yavuz, D., Seymen, M., Yavuz, N., Çoklar, H., & Ercan, M. (2021). Effects of water stress applied at various phenological stages on yield, quality, and water use efficiency of melon. *Agricultural Water Management*, 246, 106673.
- Zaman, M., Shahid, S. A., & Heng, L. (2018). Irrigation systems and zones of salinity development. In *Guideline for salinity assessment, mitigation and adaptation using nuclear and related techniques* (pp. 91-111). Springer.
- Zhao, C., Zhang, H., Song, C., Zhu, J.-K., & Shabala, S. (2020). Mechanisms of plant responses and adaptation to soil salinity. *The innovation*, 1(1), 100017.
- Zhao, X., Guo, Y., Huber, D. J., & Lee, J. (2011). Grafting effects on postharvest ripening and quality of 1-methylcyclopropene-treated muskmelon fruit. *Scientia Horticulturae*, 130(3), 581-587.
- Zörb, C., Geilfus, C. M., & Dietz, K. J. (2019). Salinity and crop yield. *Plant biology*, 21, 31-38.
- Zörb, C., Senbayram, M., & Peiter, E. (2014). Potassium in agriculture—status and perspectives. *Journal of plant physiology*, 171(9), 656-669.

## Anexo

### EFFECTO DE LA SALINIDAD SOBRE EL CRECIMIENTO DE PLANTINES DE

#### *Cucurbita maxima* Duch. x *Cucurbita moschata* Duch.

Defilipis, Cynthia (0000-0003-4234-0460)<sup>1</sup>; Rossi, Franco Angel (0000-0002-6982-6711)<sup>1</sup>;  
Devecchi, Gastón (0000-0001-9395-5209)<sup>2</sup>; Codaro, Alvaro (0000-0002-4070-9239)<sup>2</sup>; Bouzo,  
Carlos Alberto (0000-0003-2990-2326 )<sup>3</sup>

Universidad Nacional de Luján – Departamento de Tecnología – Ruta 5 y Avda. Constitución, Luján,  
Buenos Aires, Argentina <sup>(1)</sup>

Universidad Nacional de Luján <sup>(2)</sup>

Universidad Nacional del Litoral – Facultad de Ciencias Agrarias – Cátedra de Fisiología Vegetal-  
Instituto de Ciencias Agropecuarias del Litoral (ICiAgro Litoral), CONICET, UNL Laboratorio de  
Investigaciones en Fisiología y Biología Molecular Vegetal (LIFiBVe) <sup>(3)</sup>

[cdefilipis@gmail.com](mailto:cdefilipis@gmail.com)

## **Agradecimientos**

*En primer lugar, a mi hijo Agustín, quién desde su nacimiento me colmó de felicidad y padeció la profesión que elegí.*

*A Susana Pariani, qué confió en mi para lograr mis metas.*

*A Franco, Ale, Juan, Pato, Alex, Isabel y Eduardo, por su apoyo incondicional para el trabajo y por su empuje ante las dificultades.*

*A las autoridades del Departamento de Tecnología de la Universidad Nacional de Luján, particularmente a Elena y a Marina.*

*A mis directores Carlos y Gabriel, por compartir conmigo sus conocimientos y por su acompañamiento en este trayecto.*

*A los docentes y no docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Litoral, en especial al Dr. Marano.*

*A quienes no están presentes, pero sí en mi corazón...*

*...infinitas GRACIAS*