



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

**CAMPUS MONTECILLO
POSTGRADO DE EDAFOLOGÍA**

TOLERANCIA A SALINIDAD DE TOMATE INJERTADO

BLANCA ESTELA OROSCO ALCALÁ

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRA EN CIENCIAS

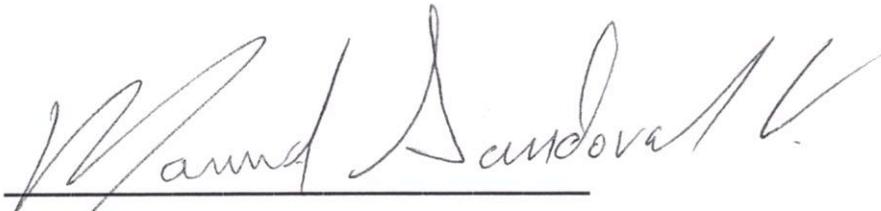
MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO,
2008

La presente tesis titulada: "TOLERANCIA A SALINIDAD DE TOMATE INJERTADO", realizada por la alumna: Blanca Estela Orosco Alcalá, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRA EN CIENCIAS
EDAFOLOGÍA**

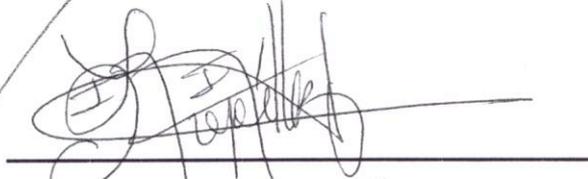
CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO:



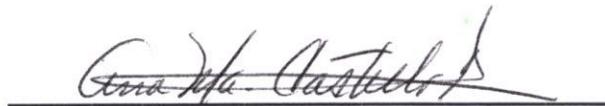
DR. MANUEL SANDOVAL VILLA

ASESORA:



DRA. LIBIA IRIS TREJO-TÉLLEZ

ASESORA:



DRA. ANA MARÍA CASTILLO GONZÁLEZ

Montecillo, Texcoco, Edo. de México, Noviembre del 2008.

AGRADECIMIENTOS

Al autor de la vida, Dios Jehová, por ser mi luz, mi salvación y la fortaleza de mi vida.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el apoyo otorgado durante mi formación académica como Maestra en Ciencias.

Al Colegio de Postgraduados por darme la oportunidad de seguir con mis estudios.

A la empresa Vegetales de Teotihuacan S. A. de C. V. y al Lic. Jorge Cravioto por permitirme realizar la fase experimental de la investigación.

Al Dr. Manuel Sandoval Villa quien fue mi profesor consejero y director de tesis. Por su disposición y aportación durante la realización y revisión de la presente investigación.

A la Dra Libia Iris Trejo-Téllez por su indispensable apoyo y valiosas aportaciones. Por su consejo y aliento en los momentos difíciles.

A la Dra Ana María Castillo González por sus observaciones y sugerencias para la elaboración de la tesis.

Al M.C. Rosalino Gasga Peña por su valiosa ayuda en el análisis estadístico y sobre todo por ser un buen amigo y una excelente persona.

A todos mis profesores por sus grandes y profundos conocimientos transmitidos durante la estancia de la maestría.

A todo el personal de biblioteca, laboratorio y oficina por el apoyo y facilidades otorgadas durante el desarrollo del presente trabajo.

A todos mis amigos y compañeros que de una o de otra manera me ayudaron a culminar una más de mis metas.

DEDICATORIA

A Dios porque puedo decir EBEN-EZER: hasta aquí me ayudado Jehová y porque el principio de la sabiduría es el temor a Jehová, y de su boca viene el conocimiento y la inteligencia.

A mi hijo Josué Adriel Martínez Orosco, por ser la principal razón de mi existencia; gracias por ser esa fuente de inspiración para seguir adelante.

A mis padres Antonio Orosco y Marta Alcalá, por darme el mejor regalo, la vida; por su amor, comprensión, confianza y apoyo incondicional. Los amo mucho.

A mis hermano(a)s: Ana, Eliza, Marta, Marina, Ramón, Ofelia, Celia, Rafael, Luís y Juan por el cariño, confianza y amor que siempre me han brindado.

A mi esposo Herlindo Martínez Álvarez, por su gran amor incondicional, apoyo y comprensión durante todo este tiempo. Te amo.

A Lino y Sol, por ser buenos amigos y en todo tiempo ama el amigo y es como un hermano en tiempo de angustia.

A la familia Rivas Campos por todo su apoyo otorgado, especialmente a Mayra. Gracias por su amistad.

.

CONTENIDO

	Pág.
ÍNDICE GENERAL	i
ÍNDICE DE CUADROS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	2
2.1. Salinidad	2
2.1.1. Efecto de la salinidad en la planta	2
2.1.2. Genética y fisiología de la tolerancia al estrés en las plantas.	3
2.1.3. Resistencia a la salinidad de tomate injertado.....	4
2.2. Injertos.....	5
2.2.1. Empleo de injertos	5
2.2.2. Propósito del injerto	5
2.2.3. Porta injertos.....	6
2.2.4. Proceso de unión	6
2.2.5. Tipos de injertos.....	7
2.2.6. Problemática del injerto	7
2.2.7. Perspectivas futuras.....	8
III. OBJETIVOS	9
3.1. General.....	9
3.2. Específicos.....	9
IV. HIPÓTESIS	10

4.1. General.....	10
4.2. Específicos.....	10
V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
5.1. Localización del sitio experimental	11
5.2. Características del invernadero.....	11
5.3. Material Vegetal.....	11
5.4. Método y técnica del injerto	12
5.5. Solución Nutritiva.....	13
5.6. Diseño experimental y de tratamientos.....	14
5.7. Variables evaluadas	15
5.8. Análisis de los datos.....	19
5.9. Manejo experimental.....	19
5.9.1. Siembra.....	19
5.9.2. Sustrato.....	20
5.9.3. Tutorado	20
5.9.4. Poda.....	20
5.9.5. Polinización.....	20
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
6.1. Altura de planta	21
6.2. Diámetro de tallo	25
6.3. Fotosíntesis	29
6.4. Rendimiento	31
6.5. Peso fresco y seco	34
6.6. Calidad de fruta	37
6.6.1. Color	37
6.6.2. Firmeza.....	43
6.6.3. Acidez titulable.....	43
6.6.4. Sólidos solubles totales.....	46
6.7. Concentración de nutrimentos en hojas.....	48
6.7.1. Macro nutrimentos.....	48
6.7.1.1. Nitrógeno.....	48

6.7.1.2. Fósforo.....	51
6.7.1.3. Potasio.....	53
6.7.1.4. Calcio.....	55
6.7.1.5. Magnesio.....	57
6.7.2 Micro nutrimentos.....	59
6.7.2.1. Manganeso.....	59
6.7.2.2. Hierro.....	61
6.7.2.3. Boro.....	63
6.7.2.4. Cobre.....	63
6.7.2.5. Zinc.....	63
6.7.2.6. Sodio.....	65
6.8. Concentración de prolina.....	68
VII. CONCLUSIONES.....	72
VIII. LITERATURA CITADA	73
IX. APÉNDICE.....	83

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1 Fuente de fertilizantes para los macronutrientes para la preparación de la solución nutritiva Steiner.....	13
Cuadro 2 Fuentes que aportaron los micronutrientes a la solución nutritiva.....	14
Cuadro 3 Características químicas del agua de riego utilizada en el estudio del tomate híbrido Caimán injertado y sin injertar, tratado con diferentes concentraciones de cloruro de sodio....	14
Cuadro 4 Tratamientos estudiados en plantas injertadas de tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.).....	15
Cuadro 5 Etapas del desarrollo del color y maduración del fruto del tomate para cultivares de fruta roja.....	16
Cuadro 6 Composición del fruto del tomate.....	17
Cuadro 7 Significancia estadística de la altura de la planta en tomate híbrido Caimán sin injertar e injertado expuesto a diferentes concentraciones de cloruro de sodio a lo largo de su desarrollo.....	21
Cuadro 8 Significancia estadística del diámetro de tallo en tomate híbrido Caimán sin injertar e injertado expuesto a diferentes concentraciones de cloruro de sodio a lo largo de su desarrollo.....	25
Cuadro 9 Significancia de la tasa de asimilación neta (TAN; $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) en tomate híbrido Caimán sin injertar e injertado en diferentes portainjertos y tratados con cuatro concentraciones de cloruro de sodio.....	30
Cuadro 10 Significancia del rendimiento de frutos en tomate híbrido Caimán sin injertar e injertado en diferentes portainjertos y tratados con cuatro concentraciones de NaCl.....	31
Cuadro 11 Significancia del peso fresco y seco (g planta^{-1}) en plantas de tomate híbrido Caimán sin injertar e injertado en diferentes portainjertos y tratados con cuatro concentraciones de cloruro de sodio a los 135 ddt.....	34

Cuadro 12	Efecto del cloruro de sodio (NaCl) sobre el peso fresco y seco (g planta ⁻¹) de parte aérea y en raíz de plantas de tomate híbrido Caimán injertados en diferentes portainjertos.....	36
Cuadro 13	Significancia de la calidad de fruta en tres racimos de tomate híbrido Caimán injertado y con suministro creciente de cloruro de sodio.....	38
Cuadro 14	Efecto de la concentración de NaCl en la luminosidad (%) en frutos de tomate híbrido Caimán injertado sobre diferentes portainjertos.....	40
Cuadro 15	Efecto de la concentración de NaCl en el índice de saturación (chroma) en frutos de tomate híbrido Caimán injertado sobre diferentes portainjertos.....	41
Cuadro 16	Efecto de la concentración de NaCl en el ángulo hue en frutos de tomate híbrido Caimán injertado sobre diferentes portainjertos.....	42
Cuadro 17	Efecto de la concentración de cloruro de sodio sobre el porcentaje de acidez titulable en la fruta en tomate híbrido Caimán injertado sobre diferentes portainjertos.....	45
Cuadro 18	Efecto de la concentración de cloruro de sodio en los sólidos solubles totales (°Brix) en frutos de tomate híbrido Caimán injertado en diferentes portainjertos.....	47
Cuadro 19	Significancia de la concentración de macronutrientes (%) en tomate híbrido Caimán sin injertar e injertado en diferentes portainjertos y expuestos a cuatro concentraciones de cloruro de sodio (NaCl).....	49
Cuadro 20	Efecto del cloruro de sodio (NaCl) en nitrógeno total (%) en hojas de tomate híbrido Caimán injertados en diferentes portainjertos.....	50
Cuadro 21	Efecto del cloruro de sodio (NaCl) sobre la concentración de fósforo (%) en tomate híbrido Caimán injertados en diferentes portainjertos.....	52

Cuadro 22	Efecto del cloruro de sodio (NaCl) sobre la concentración de potasio (%) en tomate híbrido Caimán injertados en diferentes portainjertos.....	54
Cuadro 23	Efecto del cloruro de sodio (NaCl) sobre la concentración de calcio (%) en tomate híbrido Caimán injertados en diferentes portainjertos.....	56
Cuadro 24	Efecto del cloruro de sodio (NaCl) en magnesio (%) en tomate híbrido Caimán injertados en diferentes portainjertos.....	58
Cuadro 25	Concentración de micronutrientos en tomate híbrido Caimán sin injertar e injertado en diferentes portainjertos y tratados con cuatro concentraciones de cloruro de sodio.....	60
Cuadro 26	Efecto del cloruro de sodio (NaCl) sobre la concentración de manganeso (mg kg^{-1}) en tomate híbrido Caimán injertados en diferentes portainjertos.....	62
Cuadro 27	Efecto del cloruro de sodio (NaCl) sobre la concentración de zinc (mg kg^{-1}) en tomate híbrido Caimán injertados en diferentes portainjertos.....	64
Cuadro 28	Efecto del cloruro de sodio (NaCl) sobre la concentración de sodio (mg kg^{-1}) en tomate híbrido Caimán injertados sobre diferentes portainjertos.....	67
Cuadro 29	Significancia estadística de la concentración de prolina (mmol g^{-1} de peso de biomasa seca) en hojas de tomate híbrido Caimán sin injertar e injertado en distintos patrones a los 33, 66 y 108 días después del tratamiento con diferentes concentraciones de cloruro de sodio.....	68

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Curvas de calibración a los 33 (A), 66 (B) y 108 (C) días después de inicio de tratamientos para determinar el contenido de prolina en hojas de diferentes portainjertos de tomate: MX = maxifort, MF = multifort y BF = beaufort y de las plantas no injertadas (NI) aplicándoles concentraciones crecientes de cloruro de sodio.....	19
Figura 2 Altura de plantas de tomate injertadas en distintos portainjertos: a) no injertadas, b) portainjerto Maxifort, c) portainjerto Multifort y d) portainjerto Beaufort y tratadas con diferentes concentraciones de cloruro de sodio.....	22
Figura 3 Altura de plantas de tomate a los a) 45 ddt, b) 65 ddt, c) 107 ddt y d) 135 ddt, injertadas con distintos portainjertos y tratadas con diferentes concentraciones de cloruro de sodio.....	24
Figura 4 Efecto de diferentes concentraciones de cloruro de sodio (NaCl) sobre el diámetro en planta de tomate híbrido Caimán sin injertar e injertado en diferentes portainjertos en distintas fechas del transplante.	26
Figura 5 Altura de plantas de tomate injertadas sobre distintos portainjertos y tratadas con diferentes concentraciones de cloruro de sodio.....	28
Figura 6 Efecto del portainjerto y la concentración de cloruro de sodio sobre la tasa de asimilación neta de CO ₂ en plantas de tomate híbrido Caimán a los 88 días después del transplante.....	31
Figura 7 Efecto del portainjerto y de la concentración de NaCl sobre el rendimiento total en tomate híbrido Caimán a los 135 días después del transplante.....	33
Figura 8 Concentración de prolina (mmol g ⁻¹ peso seco) en hojas de tomate híbrido Caimán sin injertar e injertado con distintos patrones a los 33, 66 y 108 días después del tratamiento con diferentes concentraciones de cloruro de sodio.....	69

APÉNDICE

	Pág.
Cuadro 1A Modelos matemáticos con los que se estimaron los datos observados de altura en plantas de tomate híbrido Caimán sin injertar e injertado en diferentes portainjertos en distintas fechas del trasplante.....	83
Cuadro 2A Modelos matemáticos con los que se estimaron los datos observados de diámetro de tallo en plantas de de tomate híbrido Caimán sin injertar e injertado en diferentes portainjertos en distintas fechas del trasplante.....	83
Cuadro 3A Efecto de diferentes concentraciones de cloruro de sodio (NaCl) en la altura (cm) en planta de tomate híbrido Caimán sin injertar e injertado en diferentes portainjertos en distintas fechas del trasplante.....	84
Cuadro 4A Efecto de portainjertos sobre altura de la planta (cm) de tomate híbrido Caimán a los 31 y 45 días después del trasplante.....	85
Cuadro 5A Efecto de la concentración de cloruro de sodio sobre la altura de planta (cm) en tomate híbrido Caimán.....	85
Cuadro 6A Efecto de diferentes concentraciones de cloruro de sodio (NaCl) sobre el diámetro en planta de tomate híbrido Caimán sin injertar e injertado en diferentes portainjertos en distintas fechas del trasplante.....	86
Cuadro 7A Efecto de los portainjertos sobre diámetro de la planta de tomate híbrido Caimán a lo largo de su desarrollo y la interacción.....	87
Cuadro 8A Efecto de la concentración de cloruro de sodio sobre el diámetro de planta de tomate híbrido Caimán.....	87
Cuadro 9A Tasa de asimilación neta de CO ₂ ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) en plantas de tomate híbrido Caimán injertado en diferentes portainjertos y suministrándoles diferentes concentraciones de cloruro de sodio (NaCl) a los 88 días después del trasplante.....	88
Cuadro 10A Efecto de los portainjertos sobre la tasa de asimilación neta de	

	CO ₂ (μmol CO ₂ m ⁻² s ⁻¹) de tomate híbrido Caimán.....	88
Cuadro 11A	Efecto de la concentración de cloruro de sodio sobre tasa de asimilación neta de CO ₂ (μmol CO ₂ m ⁻² s ⁻¹) en tomate híbrido Caimán.....	88
Cuadro 12A	Rendimiento (g planta ⁻¹) en plantas de tomate híbrido Caimán injertado en diferentes portainjertos y suministrándoles diferentes concentraciones de cloruro de sodio (NaCl) a los 88 días después del transplante.....	89
Cuadro 13A	Efecto de los portainjertos sobre el rendimiento (g planta ⁻¹) de tomate híbrido Caimán sin injertar e injertado en distintos patrones.....	89
Cuadro 14A	Efecto de la concentración de cloruro de sodio sobre el rendimiento (g planta ⁻¹) en tomate híbrido Caimán.....	89
Cuadro 15A	Efecto de portainjertos sobre peso fresco y seco en parte aérea y raíz en plantas de tomate híbrido Caimán.....	90
Cuadro 16A	Efecto de la concentración de cloruro de sodio sobre el peso fresco y seco en parte aérea y raíz en plantas de tomate híbrido Caimán.....	90
Cuadro 17A	Efecto de los portainjertos sobre la calidad de fruta en tomate híbrido Caimán.....	91
Cuadro 18A	Efecto de la concentración de NaCl sobre la calidad de fruta en tomate híbrido Caimán injertado sobre diferentes portainjertos.....	92
Cuadro 19A	Efecto de portainjertos sobre el contenido de macronutrientes (%) en hojas de tomate híbrido Caimán.....	93
Cuadro 20A	Efecto de la concentración de cloruro de sodio sobre el contenido de macronutrientes (%) en hojas de tomate híbrido Caimán.....	93
Cuadro 21A	Efecto de portainjertos sobre el contenido de micronutrientes (mg g ⁻¹) en hojas de tomate híbrido Caimán.....	94
Cuadro 22A	Efecto de la concentración de cloruro de sodio sobre el contenido de micronutrientes (mg g ⁻¹) en hojas de tomate híbrido Caimán.	95

Cuadro 23A	Concentración de prolina (mmol g^{-1} de peso de biomasa seca) en hojas de tomate híbrido Caimán sin injertar e injertado en distintos patrones a los 33, 66 y 108 días después del tratamiento con diferentes concentraciones de cloruro de sodio.....	96
Cuadro 24A	Efecto de los portainjerto sobre prolina (mmol g^{-1} peso de biomasa seca) en hojas de tomate híbrido Caimán sin injertar e injertado en distintos patrones a los 33, 66 y 108 días después del tratamiento.....	97
Cuadro 25A	Efecto de la concentración de cloruro de sodio sobre la prolina en hojas de tomate híbrido Caimán.....	97

TOLERANCIA A SALINIDAD DE TOMATE INJERTADO

Blanca Estela Orosco Alcalá, M.C.

Colegio de postgraduados, 2008

La presente investigación se llevó a cabo en la empresa Vegetales de Teotihuacan S. A de C. V. ubicada en Teotihuacan, de agosto a diciembre de 2007. Se estudió el efecto de los injertos de tomate Maxifort (MX), Multifort (MF), Beaufort (BF) y de cuatro concentraciones de NaCl (0, 50, 100 y 150 mM) suministradas en la solución nutritiva Steiner sobre la altura de planta, diámetro de tallo, fotosíntesis, rendimiento, peso fresco y seco, calidad de fruta, concentración nutrimental y contenido de prolina en hojas. Se utilizó el híbrido Caimán sobre los portainjertos y éste mismo se usó como control (NI). Los resultados indican una disminución de altura de planta, diámetro de tallo, fotosíntesis y rendimiento, al aumentar el NaCl en la solución nutritiva. La altura de la planta disminuyó 35.2, 24.96, 34.2 y 40% en NI, MX, MF y BF, respectivamente. Respecto a diámetro de tallo, las plantas injertadas sobre MX fueron las que presentaron menor descenso (4.8%) por efecto de la salinidad al final del ciclo del cultivo. La fotosíntesis disminuyó 34.7% en las plantas sin injertar y 2, 25.4 y 23.4% en las injertadas sobre MX, MF y BF, respectivamente al incrementar los niveles de NaCl de 0 a 100 mM. El rendimiento disminuyó 90.6, 86.7, 86.0 y 82.5% en las plantas sin injertar y en las injertadas sobre MX, MF y BF respectivamente, al incrementar de 0 a 150 mM el NaCl. En el caso del peso seco y fresco, se encontró que desde 0 a 150 mM de NaCl, las plantas sin injertar presentaron menor crecimiento comparadas con las injertadas. La interacción portainjertos x NaCl afectó el color del fruto, sin presentar ninguna tendencia definida. La salinidad no afectó la firmeza de los frutos, pero si su sabor, ya que al incrementar la concentración de sal en la solución nutritiva, también lo hizo la acidez titulable y lo sólidos solubles totales. Al aumentar la concentración de NaCl en el medio de cultivo disminuyó la concentración de N, K, Ca y Mg; no obstante, sucedió lo contrario para P, Mn, Zn y Na; en el Fe, B y Cu no existió efecto alguno. La concentración de prolina en hojas aumentó al hacerlo el NaCl.

Palabras claves: *Lycopersicon esculentum* Mill., portainjertos, prolina, fotosíntesis, rendimiento.

SALT TOLERANCE OF GRAFTED TOMATO

Blanca Estela Orosco Alcalá, M.C.

Colegio de Postgraduados, 2008

The present investigation was carried out in the company Vegetables de Teotihuacan S.A. of C.V. located in Teotihuacan, from August to December of 2007. It was studied the effect of the grafts Maxifort (MX), Multifort (MF), Beaufort (BF), and of four concentrations of NaCl (0, 50, 100, and 150 mM) provided in the Steiner nutrient solution over height of plant, diameter of stem, photosynthesis, yield, fresh and dry weight, quality of fruit, nutrimental concentration, and concentration of proline in leaves. The Caiman hybrid was used over the rootstocks and the same hybrid was utilized as control. The results indicated a diminution in height of plant, diameter of stem, photosynthesis, and yield, when increasing the NaCl in the nutrient solution. The height of the plant decreased 35.2, 24.96, 34.2, and 40% for NI, MX, MF, and BF, respectively. Regarding the diameter of stem, the plants grafted on MX were those that presented less reduction (4.8%) by effect of the salinity at the end of the cycle of the culture. The photosynthesis diminished 34.7% in the plants without grafting and 2, 25.4, and 23.4% in the grafted ones on MX, MF, and BF, respectively when increasing the levels of NaCl from 0 to 100 mM. Yield decreased 90.6, 86.7, 86.0, and 82.5% in the plants without grafting and the grafted ones on MX, MF, and BF respectively, when increasing from 0 to 150 mM. In the case of the dry and fresh weight, it was found that plants supplied from 0 to 150 mM of NaCl no grafted plants displayed minor growth compared to the grafted ones. The interaction of the rootstocks*NaCl affected the color of the fruit, with no defined tendency. The salinity did not affect the firmness of the fruit, but its flavor, since when increasing the concentration of salt in the nutrient solution, also did the tritable acidity and the total soluble solids. When increasing the concentration of NaCl in the solution it diminished the concentration of N, K, Ca, and Mg; however, the opposite for P, Mn, Zn, and Na happened; in the case of Fe, B, and Cu did not exist any effect. The concentration of proline in leaves increased when increasing the levels of NaCl.

Key words: *Lycopersicon esculentum* Mill., rootstocks, proline, photosynthesis, yield.

I. INTRODUCCIÓN

El tomate es el principal cultivo en invernadero en México y en el mundo. Sin embargo, la salinidad en los diferentes medios de cultivo (suelo e hidroponía), es un factor limitante que afecta de manera negativa algunos aspectos de la fisiología y bioquímica de las plantas cultivadas reduciendo, drásticamente su potencial de producción.

Además, la salinidad es un problema presente que amenaza a los cultivos, y en sí es una limitante para la agricultura, principalmente en las regiones áridas y semiáridas de México y del mundo. En general, ésta aumentó por el mal manejo del hombre en las zonas irrigadas. Aunque, la tolerancia a las condiciones salinas por las plantas es variable, la mayoría de los cultivos son intolerantes a la salinidad. Las sales solubles acumuladas en el suelo son: sodio, calcio, magnesio, cloro, sulfato, bicarbonatos, carbonatos; no obstante, el mayor daño a las plantas se le atribuye al exceso de cloro y sodio. Estos iones alteran la absorción de agua y la transpiración, causando desbalances eléctricos, nutrimentales y por lo tanto disminución en el crecimiento y, en casos severos, conduce a la senescencia y después la muerte de la planta. Sin embargo, el injerto resulta ser una técnica prometedora para disminuir los efectos de la salinidad, en ella se utilizan portainjertos resistentes capaces de reducir los daños nocivos. Esta técnica ha incrementado a través de los años, y los objetivos de su uso son los siguientes: bajar los efectos de enfermedades vasculares (por ejemplo *Fusarium* en tomate); además de incrementar el vigor de la planta; mejorar el tamaño de los frutos y por lo tanto aumentar el rendimiento; mejorar la calidad de fruta, inducir resistencia a bajas y altas temperaturas, disminuir la clorosis férrica en suelos calcáreos, aumentar la absorción de nutrientes, promover la síntesis de hormonas endógenas e incrementar a tolerancia a la salinidad.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Salinidad

El concepto de salinidad se refiere a la acumulación de sales solubles en agua y suelo. La FAO (2000) considera que la salinidad está destruyendo al menos 3 ha de capa arable cada minuto y estimó que en el año 2005 cerca del 20% de la superficie de cultivo bajo irrigación, estaría afectada por salinidad; esto representa una superficie mayor a los 60 millones de ha (Zhang y Blumwald, 2001).

2.1.1. Efecto de la salinidad en la planta

Las sales solubles que se acumulan en el suelo consisten principalmente de iones Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- y CO_3^{2-} . El daño de la salinidad se ha atribuido principalmente a un exceso de la acumulación de Cl^- y Na^+ en las hojas, que provocan un desequilibrio, pues estos iones reducen la concentración de Ca^{2+} , Mg^{2+} y K^+ (Zekri y Pearsons, 1990; 1992).

La salinidad produce diferentes efectos sobre las distintas especies vegetales. En general, provoca disminución del tamaño de la planta, la cual adopta formas achaparradas, una disminución en la producción de frutos, semillas e incluso puede morir cuando se supera su límite de tolerancia (Hasegawa *et al.*, 2000).

Los efectos anteriormente mencionados se deben a: una disminución del potencial osmótico del medio y, en consecuencia del potencial hídrico del suelo; una toxicidad específica, normalmente asociada con la absorción excesiva de Na^+ y de Cl^- ; un desequilibrio nutrimental debido a la interferencia de los iones salinos con los nutrimentos esenciales. La alta concentración del Cl^- y Na^+ en las partes aéreas causa disturbios fisiológicos (alteración de la permeabilidad de las membranas a los iones y al agua, cierre estomático, disminución de transpiración y fotosíntesis, etc.) y daños visibles en el follaje. Algunos de estos efectos nocivos de la salinidad han sido atribuidos a una deficiencia de K^+ , debido a la acción antagonica con Na^+ . Como consecuencia de estos efectos primarios, a menudo ocurren otros estreses secundarios, como el daño oxidativo (Zhu, 2001).

Las plantas disponen de complejos mecanismos moleculares de respuesta a estos efectos de la salinidad, que incluyen biosíntesis de solutos compatibles,

control del flujo hídrico y transporte de iones para reestablecer la homeostasis (Hasegawa *et al.*, 2000; Zhu, 2001).

2.1.2. Genética y fisiología de la tolerancia al estrés en las plantas

El control del estrés abiótico por genes de efecto mayor son modificados por muchos genes de menor efecto y puede ser entendido mejor si se consideran los mecanismos de la sal y la tolerancia al estrés empleando especies de plantas no halófitas. El exceso de sales en el suelo afecta las plantas de dos maneras. En primer lugar, la alta concentración externa de sal crea un gradiente osmótico que dificulta a la planta extraer agua y nutrientes del suelo y se acentúa cuando la humedad disminuye (Frommer *et al.*, 1999). De esta manera, la salinidad ejerce un estrés fisiológico similar a la sequía. El estrés osmótico puede ser el efecto a corto plazo más importante de la salinidad en las plantas. En segundo lugar, los iones Na^+ y Cl^- que entran en los tejidos de la planta pueden tener efectos tóxicos o interrumpir específicamente rutas metabólicas como resultado de un desequilibrio iónico (Allen *et al.*, 1994). Bajo condiciones prolongadas de exposición a sales, la máxima concentración de sal tolerada por hojas totalmente expandidas se cree que es el factor más importante que afecta el funcionamiento de la planta (Munns, 1993).

Los efectos secundarios del exceso de sal incluyen un aumento en el gasto de energía para mantener la respiración o el transporte de iones, reduciendo la energía para la translocación de carbohidratos, y desviando fotosintatos de crecimiento a osmoregulación. Además, el cierre de estomas debido al estrés por sequía inducido por sal reduce la disponibilidad de CO_2 para la síntesis de carbohidratos aun cuando la fotosíntesis continúe, conduciendo a un exceso de radicales libres de alta energía que pueden dañar directamente las células de la planta (Allen *et al.*, 1994).

Dado los varios mecanismos de respuesta de la planta a salinidad, los genes implicados en la tolerancia a la sal incluyen los que controlan los siguientes procesos: (1) la capacidad de la raíz de excluir la absorción de sodio y cloro por medios activos (canales iónicos) o pasivos (permeabilidad de la membrana), pero manteniendo la absorción selectiva de iones importantes para el crecimiento; (2) habilidad de compartimentalizar el sodio y cloro dentro de la vacuola de la célula, o en tejidos finos senescentes, manteniendo así bajos niveles citoplásmicos de

estos iones dañinos, particularmente en hojas de activo crecimiento; (3) síntesis de osmoprotectantes que ayudan a la planta a conservar la turgencia de las células, a mantener el agua y la absorción de nutrientes contra un gradiente osmótico creado por la sal en el suelo; y (4) respuestas secundarias al estrés que eliminan radicales libres de alta energía para prevenir daños en la célula (Dale y Henry, 2003).

Estudios recientes han identificado y caracterizado genes involucrados en la tolerancia al estrés iónico y osmótico que abren la posibilidad en la ingeniería de cultivos a incrementar la tolerancia a sal en plantas. Nakayama *et al.* (2004) resumen los más recientes hallazgos sobre cuatro genes que confieren a las plantas tolerancia a sal. Primero, la expresión de NtHAL3a, una 4-fosfopantotenoilcisteína descarboxilasa involucrada en la biosíntesis de coenzima A (CoA), incrementa la producción de solutos compatibles (Yonamine *et al.*, 2004). Segundo, la expresión de Ena1p, una bomba de eflujo de sodio, exporta Na^+ citosólico durante los eventos de estrés por salinidad (Nayakama *et al.*, 2004). La identificación y caracterización de dos transportadores de potasio de alta afinidad en arroz (OsHKTs), miembros de la familia de transportadores de potasio de alta afinidad (HKT), explican el mecanismo de homeostasis del Na^+ y K^+ en esta especie (Horie *et al.*, 2001; Mäser *et al.*, 2002).

2.1.3. Resistencia a la salinidad de tomate injertado

Respecto al sistema radical, las plantas que toleran salinidad se pueden agrupar en plantas excluyentes o incluyentes de iones (Kramer, 1984). Las plantas excluyentes tienen diversos mecanismos de adaptación para restringir el acceso de la sal a la parte aérea. Las plantas incluyentes, toman la sal en grandes cantidades y las almacenan en los vástagos y hojas (Tudela y Tadeo, 1993).

Se asume que las plantas injertadas de tomate desarrollan mecanismos para evitar el daño fisiológico causado por la acumulación excesiva de estos iones en hoja, incluyendo la exclusión del ion Cl^- o disminución de la absorción del Cl^- por las raíces y el reemplazo o la sustitución de K^+ total por el Na^+ total en las láminas foliares. Por lo que la selección de los portainjertosa, tanto inclusivos como exclusivos, puede conferir resistencia a las altas concentraciones de sal en el suelo. Fernández-García *et al.* (2003) demostraron que bajo condiciones salinas (60 mM de NaCl) los niveles de Cl^- y Na^+ en plantas de tomate injertado

eran perceptiblemente más bajos que en plantas no injertadas, por lo que indicaron que las plantas injertadas tendrían tolerancia a salinidad.

Un método para comprobar si el portainjerto presenta tolerancia a la sal es la determinación de la concentración de prolina en hojas. De acuerdo a Sánchez-Díaz y Aguirreola (1993), cuando las sales se acumulan en hojas, las plantas utilizan sustancias orgánicas para bajar el potencial osmótico del citoplasma y vacuola y por lo tanto el potencial hídrico foliar. Romero *et al.* (1997) demostraron que las plantas de melón injertado exhibían diferencias en la concentración de Na^+ en hoja y especialmente de Cl^- en comparación con las plantas no injertadas.

2.2. Injertos

2.2.1. Empleo de injertos

El injerto es una práctica que permite cultivar una planta en la raíz de otra. Consiste en la unión de dos porciones de tejido vegetal vivo, de modo que crezcan y se desarrollen como una sola planta (Hartmann *et al.*, 1990). La variedad o cultivar se injerta sobre una planta resistente al factor de estrés que se desea prevenir y que pertenece a otra variedad, especie o género de la misma familia. Normalmente el sistema radical que se utiliza es del portainjerto que posee el carácter de resistencia a factores de estrés abióticos y bióticos, razón por la cual permanece sano y asegura una absorción nutrimental normal de la planta.

2.2.2. Propósito del injerto

Tolerancia a enfermedades. El fin primordial del injerto es obtener resistencia a enfermedades producidas por hongos presentes en el suelo. La variedad sensible a cultivar se injerta sobre una planta resistente a la enfermedad que se desea prevenir, perteneciente a otra variedad, otra especie u otro género compatible. Las enfermedades que se previenen con el injerto son causados principalmente por *Fusarium* spp., nemátodos, *Verticillium* spp., virus, hongos del suelo y *Phytophthora* spp. en pimiento (Hartmann *et al.*, 1990; Oda, 1999; Lee, 2003).

Incremento en el rendimiento. El rendimiento está fuertemente correlacionado con un buen vigor de la planta y la resistencia mostrada por el portainjerto a

ciertas enfermedades. Así, el portainjerto resistente permanece sano y es capaz de absorber eficientemente agua y nutrimentos (Lee, 2003).

Otros propósitos. Conforme se incrementa la utilización de cultivos injertados se han ampliado sus ventajas, entre ellas están: tolerancia a bajas temperaturas, a salinidad, a exceso de humedad del suelo (Lee, 2003), y se ha demostrado que incrementan la absorción de nutrimentos y en consecuencia el contenido mineral en la parte aérea (Ruiz *et al.*, 1997) y agua, incremento en el vigor de la planta y la vida postcosecha aumenta la producción de hormonas endógenas que promueven el desarrollo de la parte aérea (Lee, 2003).

2.2.3. Portainjertos

De acuerdo con Oda (1999) y Lee (2003) un portainjerto debe reunir las siguientes cualidades:

- ✓ Ser inmune a la enfermedad que se desea prevenir.
- ✓ Que no haya algún otro parásito del suelo que le afecte frecuente o gravemente.
- ✓ Vigor y rusticidad. Un patrón vigoroso hace que la planta injertada también lo sea y permite instalar menos plantas por unidad de superficie sin disminuir la producción, ya que cada una de ellas produce mayor número de frutos con lo que los costos de implantación se reducen notablemente.
- ✓ Es también una característica positiva que la raíz del patrón se desarrolle bien con temperaturas del suelo relativamente bajas, lo cual permite hacer plantaciones tempranas.
- ✓ Tener afinidad con la planta que se injerta.
- ✓ Presentar condiciones para la realización del injerto.
- ✓ No modificar desfavorablemente la calidad del fruto.

2.2.4. Proceso de unión

El injerto es la unión de dos porciones de tejido vegetal viviente para que se desarrollen como una sola planta. Para que el injerto tenga éxito ha de haber una coincidencia de los tejidos próximos a la capa de *cambium* que produce un callo (Hartmann *et al.*, 1990). Si se ponen en contacto los tejidos del patrón y el injerto de manera que ambas regiones de un *cambium* estén estrechamente unidas, el injerto será exitoso. Deben mantenerse condiciones de temperatura, humedad y

baja radiación que estimulen el prendimiento en las células recién puestas en contacto y en las circundantes (Oda, 1999). Las conexiones vasculares en injertos compatibles se realizan en tres fases. La primera es la de cohesión del patrón y la variedad. Poco después de la realización del injerto se forma una capa de aislamiento o capa necrótica que se forma por los residuos de las paredes celulares destruidas por el corte del injerto. La segunda etapa es la proliferación del callo en la unión. En esta fase se produce una división celular parenquimática en la superficie de contacto entre células e inicia la formación de un callo y la tercera se conoce como diferenciación vascular. Por último, existe una diferenciación del parénquima y de las células del callo en los tubos cribosos formándose una conexión vascular simplástica (Jeffrey y Yerman, 1982).

2.2.5. Tipos de injertos

Existen varios tipos de injertos, y se llegan a utilizar en cada caso uno u otro dependiendo de las especies a injertar, el que asegure mayor prendimiento o más supervivencia de la planta. Los más importantes y más frecuentemente utilizados en solanáceas son: empalme y púa (Oda, 1999; Lee, 2003).

2.2.6. Problemática del injerto

Existen varios problemas asociados con la práctica de injertar y las plántulas injertadas, tales como: costo adicional de la plántula del portainjerto, cámara de injertado, mano de obra y equipo para injertar; falta de experiencia en el manejo en operaciones de post injerto. Es necesario una prudente y adecuada selección del portainjerto; al no hacerlo, es posible que se presente desigualdad entre la senescencia del portainjerto y de la variedad teniéndose problemas al momento de injertar, al igual que un desorden fisiológico de la planta. También, es necesario considerar los cambios en la calidad del fruto. Por otro lado, las plantas injertadas muestran un vigoroso crecimiento de la raíz (Lee, 2003), por lo que suele producirse un exceso de crecimiento vegetativo y en ocasiones algunas dificultades para lograr un balance entre el crecimiento reproductivo y el vegetativo. La planta injertada tiende a requerir menos fertilizantes, simplemente por ser más eficiente en la absorción de nutrimentos, debido a su vigoroso crecimiento radicular.

2.2.7. Perspectivas futuras

El proceso del injerto parecería ser un método costoso, pues de hecho se requieren dos semillas para conseguir una planta. Sin embargo, la mayor producción y calidad en cultivos de ciclo largo y el ahorro en el uso de agroquímicos (Steenhoek, 2002), así como el incremento en la eficiencia de absorción de nutrientes, además del vigor de la planta injertada, compensa la inversión en esa práctica. Por otro lado, es importante recalcar que cuando se usa planta injertada se manejan dos tallos por planta, lo que permite reducir la cantidad de semilla a la mitad.

En el cultivo sin suelo, se han empleado plantas injertadas para proporcionar resistencia a nemátodos (*Meloidogyne* spp), en determinadas variedades, así como para darle vigor al cultivo en la etapa final de producción. Con el injerto se pierde precocidad, pero las plantas pronto recuperan su balance reproductivo y superan a las no injertadas. El vigor obtenido en las plantas injertadas es superior al logrado en plantas sin injertar (Hoyos y Duque, 2003). Romano y Paratore (2001) reportan un vigor y rendimiento superior de las plantas de tomate injertadas, con respecto a las no injertadas.

Se estima que en México, la superficie de invernaderos, incluidas las casas sombra, durante 2004 fue de 2500 ha y cuya superficie va en continuo incremento, siendo el tomate el principal cultivo que se produce en estas estructuras (Castellanos y Vargas, 2004). Debido a este incremento, la técnica del injerto ha empezado a utilizarse en forma exponencial en los últimos años, en el ciclo 2000 y 2001 se llegaron a injertar más de 60 mil plantas de tomate, pimiento y sandía en los estados de Sinaloa y Jalisco (Burgueño y Barba, 2001). Se espera que en los próximos años esta tecnología crezca consistentemente e incluso se extienda rápidamente a las hortalizas producidas en campo.

III. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

Evaluar la tolerancia a la salinidad del tomate injertado sobre tres portainjertos (Maxifort, Beaufort y Multifort).

3.2. Objetivos Específicos

1. Determinar si el uso del portainjerto incrementa la tolerancia a sales.
2. Determinar cual de los tres portainjertos (Maxifort, Beaufort y Multifort) es más tolerante a la salinidad.
3. Evaluar el efecto de la salinidad sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo del tomate (altura de planta, diámetro de tallo y peso fresco y seco).
4. Evaluar el efecto de la salinidad en la concentración de prolina en los tres portainjertos (Maxifort, Beaufort y Multifort) y del tratamiento control.
5. Evaluar el efecto de la salinidad sobre la concentración nutrimental en hojas de los injertos.
6. Evaluar el efecto de la salinidad en la calidad de fruta (sólidos solubles totales, acidez titulable, color, firmeza) y rendimiento de tomate en los tres portainjertos (Maxifort, Beaufort y Multifort) y el tratamiento control.

IV. HIPÓTESIS

4.1. Hipótesis General

La tolerancia a la salinidad, concentración nutrimental, rendimiento y calidad de fruta del tomate injertado en hidroponía bajo invernadero es mayor que en el híbrido sin injertar.

4.2. Hipótesis Específicas

1. El uso de los portainjertos incrementará la tolerancia a sales.
2. El portainjerto Maxifort es más tolerante a la salinidad comparado con Beaufort y Multifort.
3. El crecimiento y desarrollo del cultivo del tomate (altura de planta, diámetro de tallo y peso fresco y seco) será más tolerante en las plantas injertadas sobre los portainjertos tolerantes que aquellas sin injertar.
4. Al incrementar la salinidad la concentración de prolina en las hojas de la planta de tomate será mayor.
5. La concentración nutrimental de la planta de tomate injertado será mayor que la de la planta sin injertar.
6. El rendimiento y calidad de fruto del tomate injertado será mayor respecto al tomate sin injertar.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Localización del sitio experimental

La presente investigación se llevó a cabo en invernaderos de la empresa Vegetales de Teotihuacán S. A. de C. V. ubicada en el Rancho Concepción Tlajinga, municipio de San Juan Teotihuacan, Estado de México, cuyas coordenadas geográficas son 19° 39' 34.26" latitud norte y 98° 51' 26.62" longitud oeste, y su altitud es de 2303 m.

5.2. Características del invernadero

El invernadero utilizado es de tipo multicapilla asimétrico, cubierto con plástico calibre 800 galgas, ocupa una superficie de 1600 m² y consta de seis capillas, cada una de las cuales mide 6.66 m de ancho y 40 m de largo y con una altura de 5.5 m al cenit y 4 m a las canaletas de desagüe. La estructura del invernadero es de madera (común en Chile), manual en la operación de ventanas cenitales y laterales y calefacción y nebulización.

5.3. Material vegetal

Como portainjerto se utilizaron los siguientes híbridos de tomate:

Maxifort. Es de hábito vegetativo muy vigoroso, presenta resistencia al virus del mosaico del tabaco (ToMV), a las razas A, B, C, D y E de *Cladosporium* (mildeú), a *Verticillium*, a las razas 1, 2 de *Fusarium oxysporum*, a las especies más comunes de nemátodos. Este híbrido tiene mejor tolerancia a las bajas temperaturas y a las condiciones de alta salinidad comparado con Beaufort y Multifort.

Multifort. Es un patrón con vigor típico de Maxifort, es intermedio entre las raíces comerciales más fuertes en el mercado de semillas de los portainjertos. La combinación a la alta resistencia a la raza 3 de *Fusarium* (F3) y la resistencia a nemátodos (N) hacen a Multifort una excelente opción para el cultivo en suelo.

Beaufort. Su crecimiento es de tipo indeterminado, con un sistema radical profuso, tolera bajas temperaturas, aumenta el vigor de la planta. Además, es resistente al virus del mosaico del tabaco (ToMV), *Fusarium oxysporum* raza 1 y 2 (F2), *Fusarium radici* (Fr), *Verticillium* (V), *Pyrenochaete lycopersici* y nemátodos (N) (Marín, 2001).

En general, los portainjertos son de crecimiento indeterminado con un sistema radical profuso, toleran bajas temperaturas, aumentan el vigor de planta, incrementan la producción y el calibre de la fruta (Marín, 2001).

Como injerto se utilizó el híbrido Caimán, éste es de crecimiento vigoroso y de tipo indeterminado, tiene poderoso sistema radical, sus frutos son redondos de forma globosa y excelente brillo, sin hombros verdes, con buen cierre apical, resistente a pudrición apical, son de tamaño extra grande (245 g) y maduran lentamente a un color rojo intenso. El fruto es susceptible al rajado y a la caída de frutos verdes en invierno.

5.4. Método y técnica del injerto

Las plántulas de tomate híbrido comercial Caimán se injertaron a los 30 días después de la siembra mediante el método de empalme. El injerto se realizó cuando el patrón y la variedad tenían entre 1.3 a 1.8 mm de diámetro en tallo. Se cortó el ápice del patrón en forma diagonal con un ángulo de 45°, la altura del corte se hizo a unos 2.5 cm de la base del tallo sin dejar las hojas cotiledonales; después se colocó la pinza de silicón sobre el patrón a continuación se cortó el ápice del injerto con dos hojas verdaderas con ángulo de 45° y se unieron los dos tallos con la pinza. La charola con plantas injertadas se introdujo inmediatamente en la cámara de prendimiento donde se mantuvieron en un ambiente de 23 a 28 °C, con una humedad relativa entre 85 a 95%. En esta etapa la entrada de luz fue mínima para evitar la actividad fotosintética de la plántula, para esto se cubrió la cámara de prendimiento con plástico negro en su totalidad.

Al quinto día se retiró el plástico negro que evitaba la entrada de luz directa debido a que se observó un ligero abultamiento en la zona de unión lo que indicó el inicio de la formación de callo. La ventilación se inició gradualmente al séptimo día, lo que provocó una disminución en la humedad relativa en el interior de la cámara de prendimiento. No se observó marchitamiento del injerto, lo que mostró

un avance en el prendimiento. Un día después se ventiló por completo la cámara de prendimiento abriendo toda la ventana, para ese momento el callo estaba bien formado.

Al noveno día después de realizado el injerto las plantas fueron extraídas de la cámara de prendimiento y colocadas en semillero en un área semi-controlada de humedad y temperatura para evitar cambios bruscos que afectaran la unión del injerto, hasta que la plántula estuvo lista para establecimiento.

5.5. Solución Nutritiva

Como fuente de nutrimentos se empleó la solución nutritiva de Steiner (1984), la cual tiene la siguiente concentración de aniones y cationes expresada en meq L⁻¹: 12 NO₃⁻, 1 H₂PO₄⁻, 7 SO₄²⁻, 7 K⁺, 9 Ca²⁺, 4 Mg²⁺. En la primera etapa de la planta (16 días después del trasplante) se utilizó al 75%, y posteriormente (30 días después del trasplante) al 100%. Los fertilizantes comerciales empleados en la solución nutritiva se presentan en el Cuadro 1. Estos valores corresponden a las cantidades que se requieren para elaborar la solución Steiner una vez que se incluyeron los iones presentes en el agua de riego.

Cuadro 1. Fuente de fertilizantes para los macronutrimentos para la preparación de la solución nutritiva Steiner.

Fuente	Peso molecular	Peso equivalente	Meq L ⁻¹	mg L ⁻¹
Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O	236.16	118.08	7.5	885
KNO ₃	101.11	101.11	4.5	455
MgSO ₄ ·7H ₂ O	246.48	123.24	3.0	370
K ₂ SO ₄	174.30	87.14	1.1	96
KH ₂ PO ₄	136.09	136.09	1.0	136
H ₂ SO ₄	98	49	1.9	51.6 mL m ⁻³

El potencial osmótico de la solución es de -0.072 MPa, y el valor de la CE es de 2.0 dS m⁻¹. A la solución nutritiva se le agregaron fertilizantes que aportaron los micronutrimentos esenciales (Cuadro 2; Muñoz-Ramos, 2003).

Cuadro 2. Fuentes que aportaron los micronutrientes a la solución nutritiva.

Nutrimiento	Mg L ⁻¹
Quelato de hierro 5% (Fe-EDDHA)	11.00
MnSO ₄ H ₂ O	1.70
CuSO ₄ 5H ₂ O	0.12
ZnSO ₄ 7H ₂ O	1.09
NA ₂ B ₄ O ₇ 10H ₂ O (Borax)	1.82
(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄	0.12

El pH de la solución se mantuvo de 5.5 a 6.5 usando ácido sulfúrico. Para calcular la cantidad de fertilizantes para preparar la solución se consideró el aporte de iones en el agua de riego, cuya concentración se presenta en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Características químicas del agua de riego utilizada en el estudio del tomate híbrido Caimán injertado y sin injertar, tratado con diferentes concentraciones de cloruro de sodio.

Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	H ₂ PO ₄ ⁻	HCO ₃ ⁻	CE
-----meq L ⁻¹ -----							dS m ⁻¹
1.5	1.0	0.4	0	0	0	5.0	0.5

5.6. Diseño experimental y de tratamientos

Se empleó un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial 4 x 4, con cuatro repeticiones. El primer factor fue la concentración de cloruro de sodio (0, 50, 100 y 150 mM), el segundo factor correspondió al portainjerto (4): híbrido Caimán injertado sobre portainjerto Maxifort (MX), Caimán injertado sobre portainjerto Beaufort (BF), Caimán injertado en portainjerto Multifort (MF) y Caimán sin injertar (NI; testigo) . La unidad experimental consistió de una planta sembrada en maceta a una distancia de 1.80 m entre hileras y 0.5 m entre plantas. Los tratamientos obtenidos y evaluados se muestran en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Tratamientos estudiados en plantas injertadas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.).

Portainjerto	Cloruro de sodio (mM)			
	0	50	100	150
NI	NI-0	NI-50	NI-100	NI-150
MX	MX-0	MX-50	MX-100	MX-150
MF	MF-0	MF-50	MF-100	MF-150
BF	BF-0	BF-50	BF-100	BF-150

NI = híbrido Caimán sin injertar; MX = híbrido Caimán injertado sobre portainjerto Maxifort; MF = híbrido Caimán injertado en portainjerto Multifort; BF = híbrido Caimán injertado sobre portainjerto Beaufort.

5.7. Variables evaluadas

Altura de planta (cm). Se evaluó desde una semana antes de la aplicación de los tratamientos, y después cada siete días a partir de la superficie del sustrato hasta la yema de crecimiento. La medición se realizó con un flexómetro.

Diámetro de tallo (cm). Se realizó con un vernier tipo Scala, al momento de la aplicación de los tratamientos y posteriormente cada siete días; se midió 5 cm arriba del callo del injerto.

Fotosíntesis ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$). La tasa de fotosíntesis se midió con el equipo portátil IRGA LI-6200 (LI-COR, Inc. Lincoln, NE, USA), en la hoja madura más joven en condiciones de luz natural a las 11:30 am, a los 88 días después del trasplante. En lo posible se trato de efectuar las lecturas en un lapso de 30 a 45 min.

Rendimiento (kg planta^{-1}). Para determinar esta variable se consideró el peso total de frutos por planta en cada corte, para lo cual se utilizó una balanza.

Peso fresco y seco de parte área y raíz (g planta^{-1}). Cada planta se separó en vástago y raíz, esto se realizó al final del ciclo. Se determinó el peso fresco en una balanza electrónica (Mod. EK 3052, capacidad para 5 kg), a continuación las muestras se secaron en una estufa con circulación forzada de aire a 72 °C por 72 h hasta alcanzar peso constante.

Coloración del fruto. Se colectaron los frutos de tres racimos, un fruto por racimo, el color de éstos fue rosa de acuerdo a Rubatzky y Yamaguchi (1997).

Esta variable se determinó con un colorímetro HunterLab D25-PC2 (Reston, Virginia, USA), la evaluación se llevó a cabo en los lados opuestos ecuatoriales del fruto; con la lectura se midieron tres parámetros: “L” que mide la luminosidad, “a” registra las tonalidades correspondientes al color verde con valores negativos (-a) o positivos para el color rojo (+a), y “b” el cual registra las tonalidades correspondientes al amarillo (-b) y el valor negativo (-b) para el azul. A partir de los valores de a y b se calcularon el Índice de saturación y el ángulo Hue.

Cuadro 5. Etapas del desarrollo del color y maduración del fruto del tomate para cultivares de fruta roja.

Etapa de cosecha (días después del verde maduro)	Características del fruto
Verde inmaduro	Los frutos continúan en crecimiento, son color verde pálido, el gel aún no se forma, semillas inmaduras no aptas para germinación, color del fruto no apropiado.
Verde maduro (0)	Semillas maduras embebidas en gel y pueden germinar, fruto maduro bajo condiciones adecuadas.
Torneado (2)	Color rojo en la parte apical del fruto, internamente la placenta esta rosada.
Rayado (4)	Color rosa extendido desde la parte apical, abarcando un 10-30% del fruto.
Rosa (6)	Rosa a color rojo abarcando del 30-60% del fruto.
Ligeramente rojo (8)	Rosa a rojo en un 60-90% del fruto.
Rojo (10)	Color rojo en más del 90% del fruto.

Rubatzky y Yamaguchi (1997).

Firmeza del fruto (kg cm^{-2}). Esta variable se determinó con un texturómetro Chantillon marca Force Five, modelo FDV-30, con un puntal cónico de 8 mm de diámetro, que cuantifica la fuerza necesaria para penetrar el fruto en la zona ecuatorial de cada lado en estado rojo maduro.

Acidez titulable (%). Se determinó de acuerdo a la metodología propuesta por la AOAC (1990), la cual consiste en pesar 10 g de fruto de la parte central, licuar junto con 50 mL de agua destilada. A continuación se mide el volumen total, se

toma una alícuota de 10 mL y se titula con NaOH 0.01 N. El porcentaje de acidez, con base al ácido cítrico, se calculó con la siguiente expresión:

$$\% \text{ ácido} = \frac{(\text{mL NaOH gastados}) (\text{N NaOH})(\text{meq del ácido}) (V) (100)}{(\text{peso de la muestra}) (\text{alícuota})}$$

Donde:

N = normalidad del NaOH.

meq = miliequivalentes del ácido que se encuentra en mayor proporción en el fruto (ácido cítrico = 0.064).

V = volumen total (mL de agua más gramos de fruto).

Sólidos solubles totales (°Brix). La cantidad de sólidos solubles totales se determinó con un refractómetro digital ATAGO (Palette), modelo PR-100 (0 - 32%) colocando una gota del jugo de los frutos directamente sobre la celda del equipo.

El sabor del fruto del tomate es uno de los mayores atractivos para el consumidor. De acuerdo con Peet (1996), cuando el fruto presenta alta acidez y buen contenido de sólidos solubles totales se le considera de muy buen sabor. Stevens (1986), ha sugerido la siguiente composición del fruto del tomate, tanto para el mercado en fresco como para procesamiento (Cuadro 6).

Cuadro 6. Composición del fruto del tomate.

Ingrediente	Mercado fresco		Procesamiento	
	Presente	Potencial	Presente	Potencial
	-----%-----			
Sólidos solubles totales	5.8	7.5	5.7	7.5
Azúcares reductores	3.2	4.3	2.7	3.9
Total de ácidos	0.8	0.9	0.7	0.9
	$\mu\text{g g}^{-1}$	$\mu\text{g g}^{-1}$	$\mu\text{g g}^{-1}$	$\mu\text{g g}^{-1}$
Carotenoides				
Licopeno	40	80	48	80
β -Caroteno	5	10	5	10

Concentración nutrimental en hojas. Se realizaron tres muestreos de hojas para determinar el contenido nutrimental; el primero a los 47, segundo a los 77 y

el tercero a los 107 días después del inicio de tratamientos. Se tomaron una hoja por planta. Las muestras de hojas se secaron en una estufa a 70 °C, aproximadamente 24 horas, después se molieron en un molino tipo Wiley de acero inoxidable provisto de un tamiz malla 40. La concentración de N total se determinó empleando el método Semimicro-Kjeldahl (Bremner, 1965). Las concentraciones de P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn, B y Na, se cuantificaron en hojas, mediante digestión húmeda del material seco con una mezcla de ácidos perclórico y nítrico (Alcántar y Sandoval, 1999). Posteriormente, los extractos obtenidos se leyeron en un equipo de espectrofotometría de emisión atómica, de inducción con plasma acoplado ICP-AES VARIAN™ Liberty II.

Determinación de prolina (mmol g⁻¹ peso de biomasa seca). Se determinó en hojas recientemente maduras, en donde se tomaron tres folíolos por planta, las cuales se colocaron de manera inmediata en nitrógeno líquido, para detener la actividad metabólica, posteriormente se liofilizaron en un liofilizador (Labanco 4.5, USA) esto durante 48 a 72 h. La extracción de prolina en hojas se llevó a cabo en ácido sulfosalicílico al 3% y su estimación se realizó siguiendo la metodología propuesta por Bates *et al.* (1973). Se utilizaron 5 mg de material vegetal liofilizado y tolueno (como blanco). Esta variable se cuantificó a los 33, 66 y 108 días después del inicio de tratamientos o a los 49, 82 y 124 días después del trasplante, en cada muestreo se obtuvo una curva de calibración, que se presentan en la Figura 1.

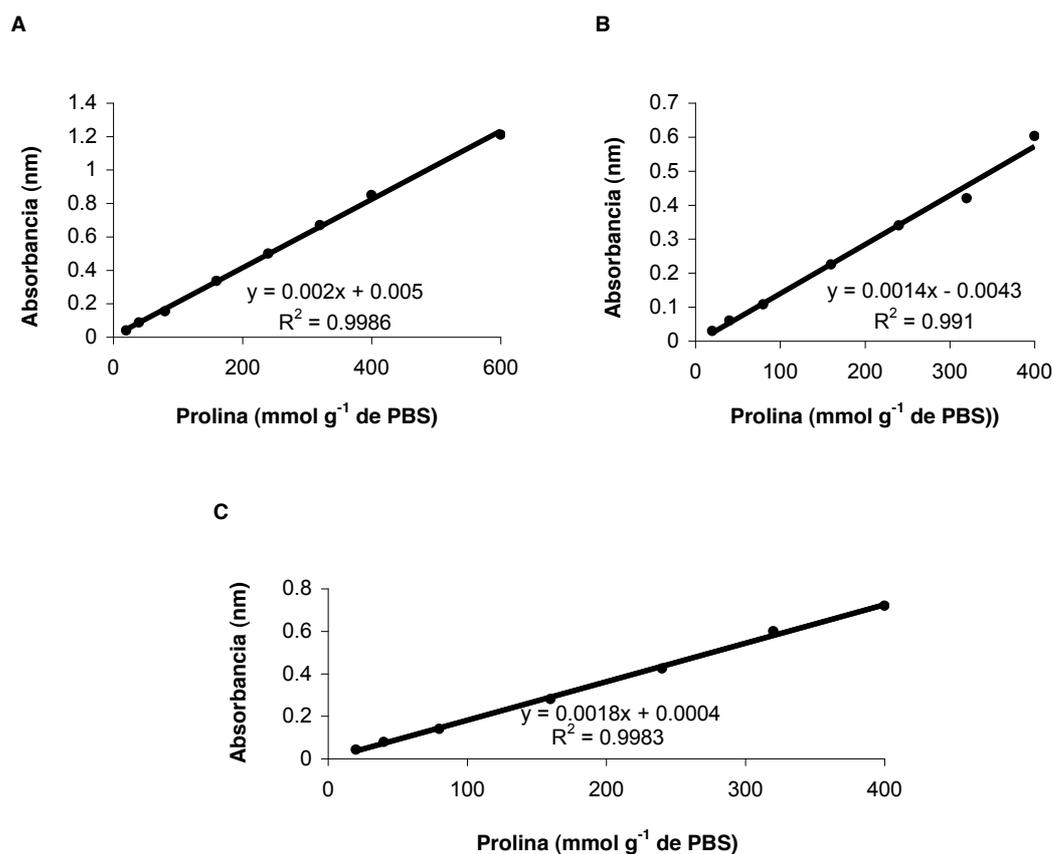


Figura 1. Curvas de calibración a los 33 (A), 66 (B) y 108 (C) días después de inicio de tratamientos para determinar el contenido de prolina en hojas de diferentes portainjertos de tomate: MX = maxifort, MF = multifort y BF = beaufort y de las plantas no injertadas (NI) aplicándoles concentraciones crecientes de cloruro de sodio. PBS = peso de biomasa seca.

5.8. Análisis de los datos

Usando el programa estadístico Statistical Analysis System (SAS, 1999) se realizó análisis de varianza y la prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha \leq 0.05$) para cada variable respuesta de acuerdo con el diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial 4 x 4. Para el análisis de los datos se utilizó el siguiente modelo:

$$Y_{ij} = \mu + P_i + S_j + PS_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ij} = variable respuesta

μ = media general

P = factor cloruro de sodio

S = factor portainjertos

ε = error experimental

5.9. Manejo experimental

5.9.1. Siembra

Las semillas de los híbridos de los portainjertos a evaluar se sembraron 11 días antes que Caimán, debido al vigor de este último; la siembra se realizó en charolas de 200 cavidades empleando como sustrato turba y se cubrió con una capa de 0.5 cm de vermiculita. Después se colocaron en un cuarto oscuro durante tres días, aproximadamente, a una temperatura constante de 25 °C y una humedad relativa de 80%. A partir de la emergencia hasta el momento del injerto las plántulas se colocaron en un área de almácigo, donde se regaban diario con una solución de Steiner al 25%.

5.9.2. Sustrato

Como sustrato se utilizó tezontle rojo, el cual fue tamizado para obtener partículas con diámetro entre 3 a 5 mm, debido a que son éstas las que presentan las mejores características de retención de humedad (Castellanos y Vargas, 2004).

5.9.3. Tutorado

El tutorado de las plantas se realizó 20 días después del trasplante, con la finalidad de mantener la planta erguida, sujetando con rafia y anillos en su parte basal y en el otro extremo en una alambre galvanizado colocado a una altura de 3.5 m.

5.9.4. Poda

Se eliminaron las yemas axilares y las hojas avejentadas cada que era necesario.

5.9.5. Polinización

Se realizó al momento de la antesis de las flores, la cual ocurrió a los 29 días después del trasplante. Se llevó a cabo de manera mecánica vibrando los alambres dos veces al día, cada tercer día.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Altura de planta

De acuerdo al análisis de varianza se observó que los portainjertos no tuvieron efecto en la altura de planta durante el ciclo del cultivo, excepto a los 31 y 45 días después del trasplante (ddt) (Cuadro 7); siendo las plantas injertadas sobre el patrón Maxifort las que presentaron mayor altura para dichas fechas (19.44 y 65.07 cm, respectivamente) y las injertadas sobre Beaufort las de menor altura con 17.56 y 60.42 cm, respectivamente (Cuadro 4A).

Cuadro 7. Significancia estadística de la altura de la planta en tomate híbrido Caimán sin injertar e injertado expuesto a diferentes concentraciones de cloruro de sodio a lo largo de su desarrollo.

FV	GL	Días después del trasplante															
		24	31	38	45	51	58	65	72	80	88	94	101	107	114	126	135
Portainjerto	3	NS	*	NS	*	NS	NS	NS	NS	NS							
NaCl	3	NS	NS	NS	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Portainjerto x NaCl	9	NS	NS	NS	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**

FV = fuente de variación; GL = grados de libertad; NS = no significativo; * = significativo al 5%; ** = significativo al 1%.

Respecto al efecto de cloruro de sodio se tuvo que a partir de los 45 ddt existieron diferencias estadísticas altamente significativas ($P \leq 0.01$), lo cual se observa en la Figura 2. En ésta es evidente que al incrementar la concentración de cloruro de sodio la planta crece menos. Al respecto, Shannon (1997), reporta que en *Medicago sativa* conforme se incrementa la concentración de cloruro de sodio en el medio, el crecimiento vegetativo disminuye, ya que los altos niveles de sodio estresan y restringen el crecimiento de los brotes, como respuesta de la raíz al estrés hídrico (Munns y Termaat, 1986).

En la interacción de portainjertos con NaCl a partir de los 45 ddt se tuvieron diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$) (Cuadro 7). Se seleccionaron cuatro gráficas en las que se observan con mayor claridad el comportamiento del efecto, tanto de los portainjertos como del cloruro de sodio en la altura de la planta (Figura 3).

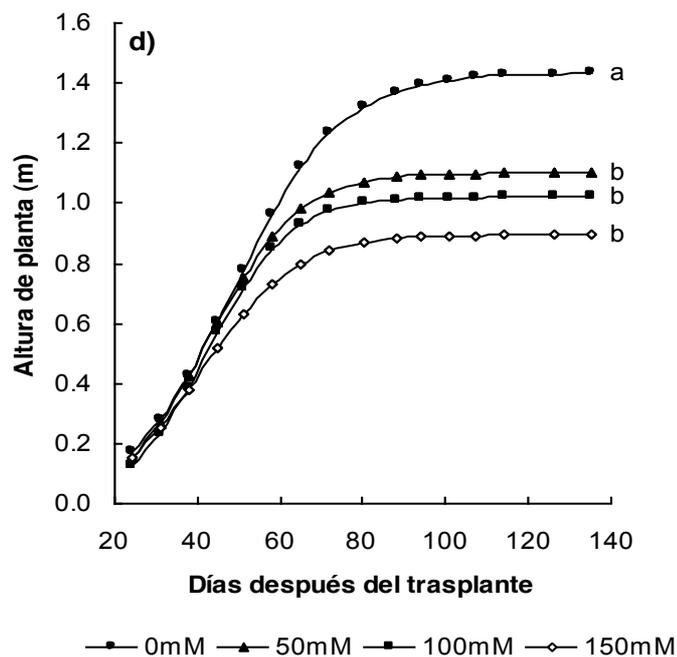
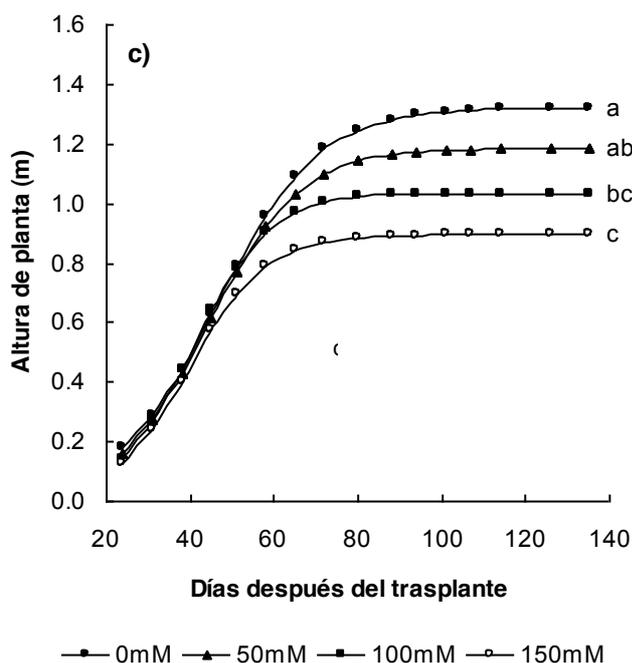
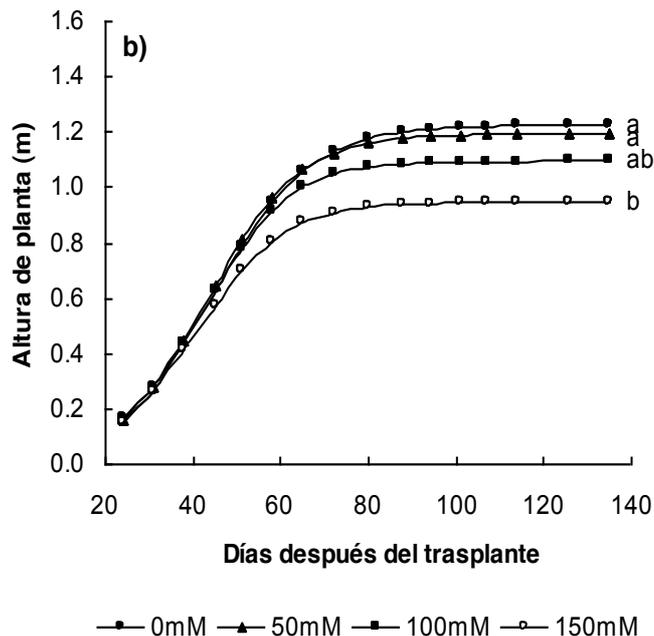
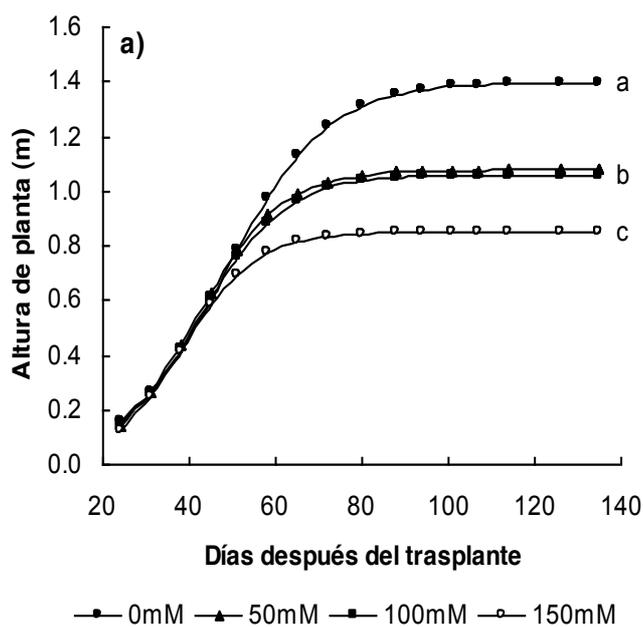


Figura 2. Altura de plantas de tomate injertadas en distintos portainjertos: a) no injertadas, b) portainjerto Maxifort, c) portainjerto Multifort y d) portainjerto Beaufort y tratadas con diferentes concentraciones de cloruro de sodio de sodio.

Letras distintas indican diferencia estadística significativa entre concentración de cloruro de sodio a los 135 ddt (Tukey, $P \leq 0.05$).

A los 45 ddt se observó una disminución en la altura al incrementar la concentración de NaCl en la solución nutritiva. Al final del ciclo del cultivo (135 ddt) las plantas más afectadas fueron las tratadas con 150 mM de NaCl, mostrando una diferencia respecto al testigo (0 mM) de 7.93, 12.30, 17.02 y 8.84% para Maxifort, Multifort, Beaufort y no injertado, respectivamente. La mayor altura la presentaron Maxifort (50 mM) y Multifort (0 mM) con 67.72 y 66.45 cm, respectivamente, en tanto que los más afectados en su crecimiento fueron Beaufort y no injertado (150 mM) con 54.85 y 62.22 cm, respectivamente (Figura 3).

A los 65 ddt, en las concentraciones extremas (0 y 150 mM), la diferencia en altura de las plantas no injertadas fue de 26.7%, en las injertadas en Maxifort de 17.48%, en las injertadas en Multifort de 20.4% y en las injertadas en Beaufort de 30.9%. A los 107 ddt la diferencia en altura de las plantas no injertadas fue de 33.7%, en las injertadas en Maxifort de 21.8%, en las injertadas en Multifort de 35.4% y en las injertadas en Beaufort de 35.1 5. Al final del ciclo del cultivo (135 ddt), la diferencia en altura de las plantas no injertadas fue de 35.2%, en las injertadas en Maxifort de 24.96%, en las injertadas en Multifort de 34.2% y en las injertadas en Beaufort de 40.0%.

A los 65, 107 y 135 ddt existe la misma tendencia en la altura de planta tanto para portainjertos como para concentraciones de NaCl (Figura 3); ya que al incrementar la concentración del sodio, éste afecta el crecimiento y desarrollo de las plantas (Munns, 2005).

Santa-Cruz *et al.* (2002) encontraron resultados similares en el cultivo del tomate injertado sobre distintos portainjertos y expuesto a diferentes concentraciones de sodio, ya que al incrementar la concentración de la sal disminuye drásticamente el crecimiento de los brotes. Además, mencionan que los portainjertos tienen la capacidad de incrementar su contenido de agua bajo condiciones salinas (100 mM) con más de 35% comparado con aquellas sin injertar.

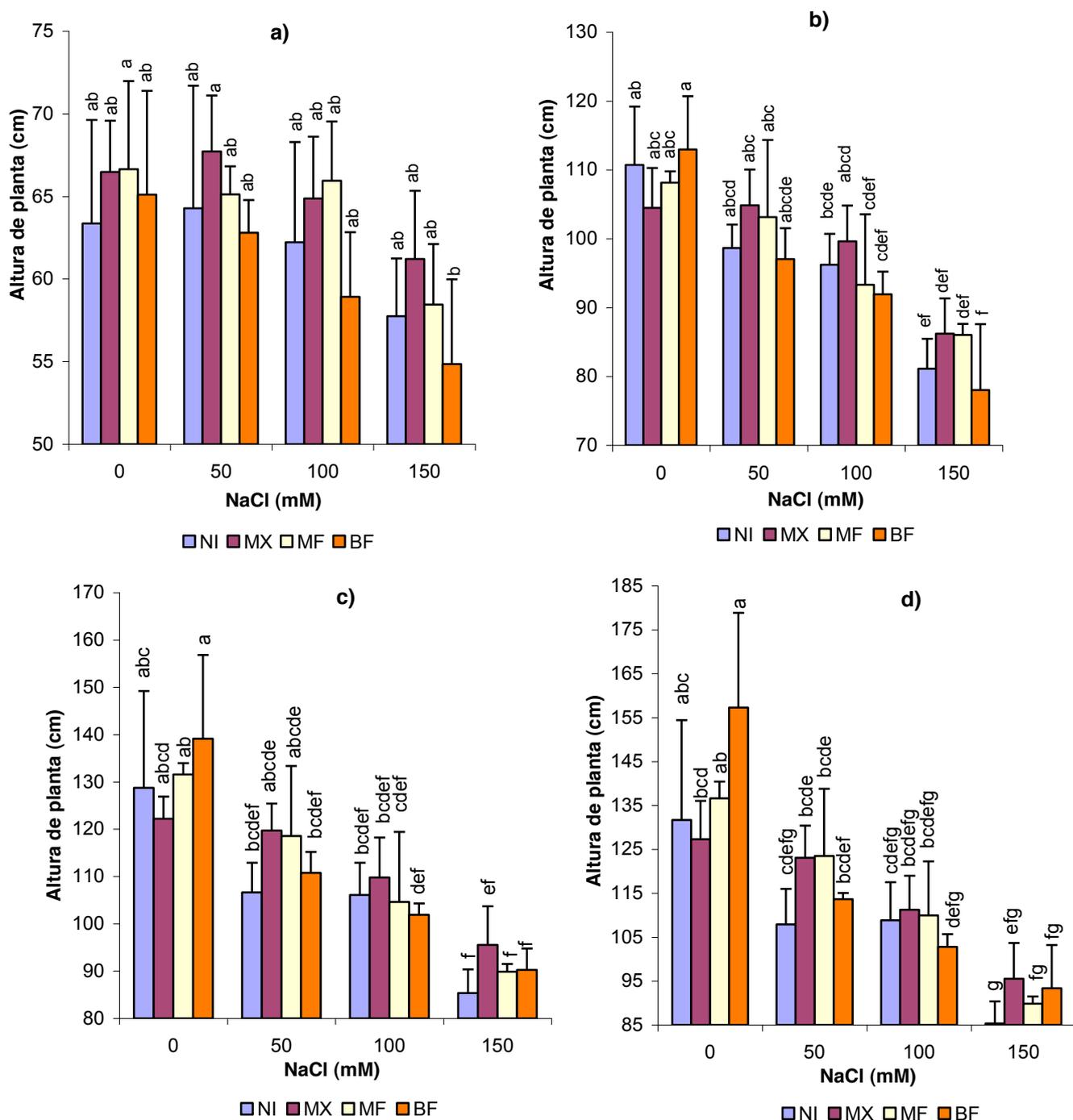


Figura 3. Altura de plantas de tomate a los a) 45 ddt, b) 65 ddt, c) 107 ddt y d) 135 ddt, injertadas con distintos portainjertos y tratadas con diferentes concentraciones de cloruro de sodio.

MX = Portainjerto Maxifort; BF = Portainjerto Beaufort; MF = Portainjerto Multifort. Letras distintas indican diferencia estadística significativa entre portainjertos por efecto de la concentración de cloruro de sodio (Tukey, $P \leq 0.05$).

6. 2. Diámetro de tallo

El análisis de varianza indicó que los portainjertos tuvieron efecto significativo sobre el diámetro de tallo durante el ciclo del cultivo, excepto a los 31 y 38 ddt (Cuadro 8); siendo las plantas injertadas en los diferentes portainjertos las que presentaron mayor diámetro. Al final del ciclo (135 ddt) los diámetros fueron 1.81, 1.83 y 1.76 cm en las plantas injertadas en Maxifort, Multifort y Beaufort, respectivamente y la no injertada alcanzó menor diámetro; 1.60 cm (Cuadro 7A).

Cuadro 8. Significancia estadística del diámetro de tallo en tomate híbrido Caimán sin injertar e injertado expuesto a diferentes concentraciones de cloruro de sodio a lo largo de su desarrollo.

FV	GL	Días después del trasplante														
		31	38	45	51	58	65	72	80	88	94	101	107	114	126	135
Portainjerto	3	NS	NS	*	**	**	**	*	**	**	*	**	**	*	**	*
NaCl	3	NS	NS	*	**	**	*	**	*	**	**	**	**	*	**	**
Portainjerto x NaCl	9	NS	NS	*	**	**	**	*	**	**	**	**	**	*	**	**

FV = fuente de variación; GL = grados de libertad; NS = no significativo; * = significativo al 5%; ** = significativo al 1%.

Respecto al efecto del NaCl, en las plantas no injertadas se tuvo que a partir de los 72 ddt existieron diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$), lo cual se aprecia en la Figura 4a. En ésta se observa que al incrementar la concentración de NaCl, el diámetro del tallo disminuye, debido a un estrés hídrico relacionado con la salinidad (Munns, 2005). Al respecto, Suwa *et al.* (2006) encontraron en tabaco que al incrementar la concentración de NaCl disminuye el diámetro de tallo.

En las plantas injertadas sobre Maxifort (Figura 4b), no se observó una tendencia definida ante el NaCl. Es probable que el excesivo vigor del portainjerto Maxifort (Marín, 2001) impidiera la manifestación de una respuesta definida; ya que de acuerdo con Marín (2001), este portainjerto es de hábito vegetativo muy vigoroso.

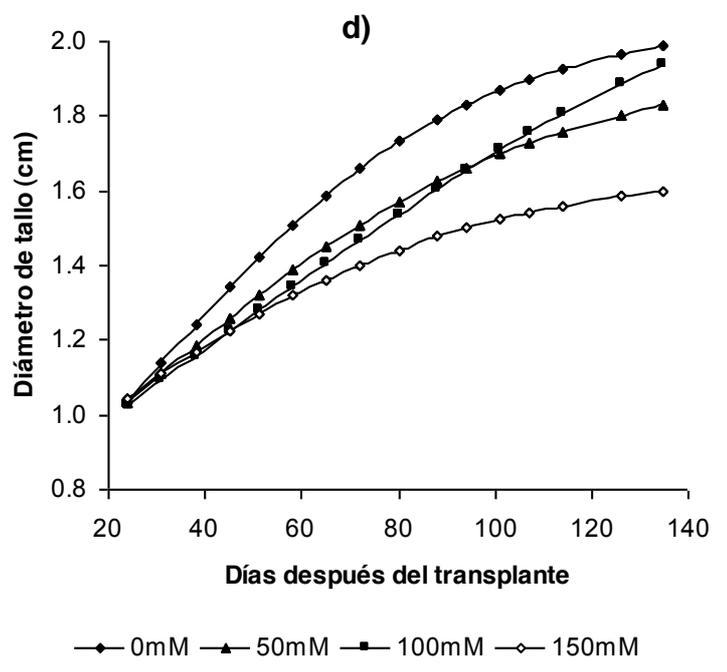
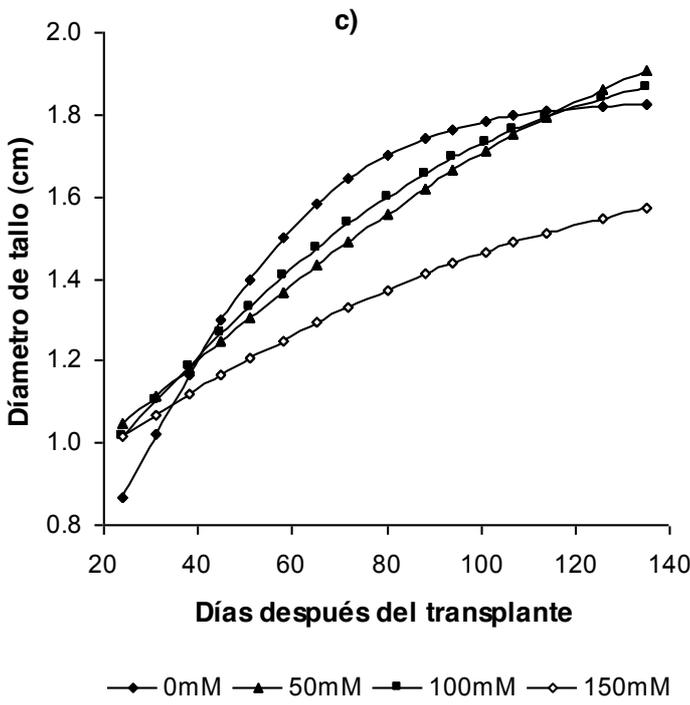
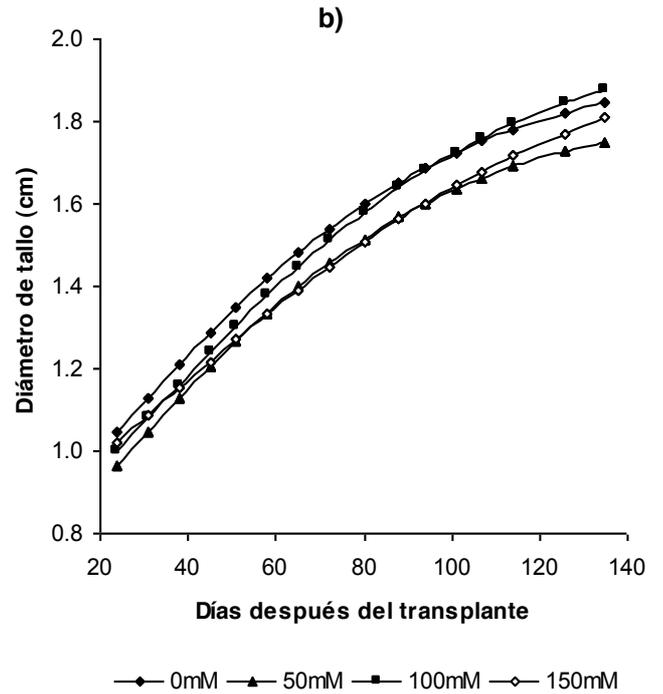
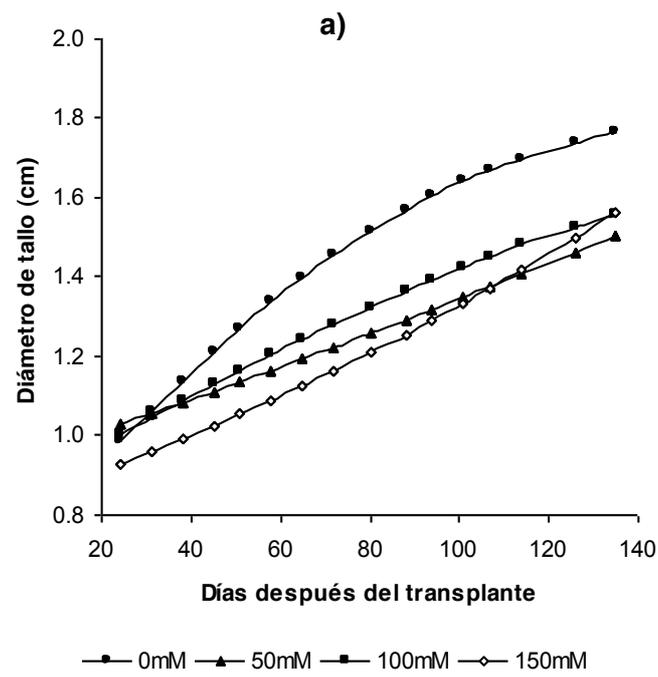


Figura 4. Efecto de diferentes concentraciones de cloruro de sodio (NaCl) sobre el diámetro de tallo en planta de tomate híbrido Caimán sin injertado e injertado en diferentes portainjertos en distintas fechas del trasplante. a) NI = no injertado; b) MX = portainjerto Maxifort; c) MF = portainjerto Multifort; d) BF = portainjerto Beaufort.

A partir de los 72 ddt, en el portainjerto Multifort, se tuvieron diferencias significativas entre las diferentes concentraciones de NaCl (Figura 4c), se muestra un incremento en el diámetro del tallo cuando no existe cloruro de sodio en la solución nutritiva, además se observó que este portainjerto es sensible al estrés causado por la salinidad. En el caso del portainjerto Beaufort, en las concentraciones 0, 50 y 100 mM de NaCl, no se tuvieron diferencias estadísticas en el diámetro de tallo, en tanto que en la concentración 150 mM se observó una separación respecto a las tres anteriores, ya que fue la que presentó el menor diámetro de tallo (Figura 4d).

Se eligieron cuatro de las fechas de evaluación en las que se observan con mayor claridad el efecto de los portainjertos y el NaCl sobre el diámetro de tallo y los resultados de éstas son mostrados en la Figura 5. En la interacción de los portainjertos y NaCl a partir de los 45 ddt se tuvieron diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$; Cuadro 8).

A los 51 ddt se observó una disminución en el diámetro de tallo al incrementar la concentración de NaCl en el medio, es decir, las plantas tratadas con 150 mM de NaCl fueron más afectadas, mostrando una diferencia con respecto al testigo (0 mM) de 18.36, 14.0, 18.67 y 6.1% para Maxifort, Multifort, Beaufort y plantas sin injertar, respectivamente. El mayor diámetro lo presentaron Multifort, Beaufort y Maxifort (0 mM) con 1.55, 1.50 y 1.47 cm, respectivamente, en tanto que los más afectados en su crecimiento fueron las plantas no injertadas (150 mM) con 0.8 cm (Figura 5a).

A los 72 ddt, en las concentraciones 0 y 150 mM, la diferencia en el diámetro del tallo de las plantas no injertadas fue de 21.77%, en las injertadas sobre Maxifort de 10.0%, en las injertadas sobre Multifort de 11.18% y en las injertadas en Beaufort de 25.29%. A los 107 ddt la diferencia en altura de las plantas no injertadas fue de 12.12%, en las injertadas sobre Maxifort de 6.11%, en las injertadas en Multifort de 18.72% y en las injertadas sobre Beaufort de 19.44%. Al final del ciclo del cultivo (135 ddt) la diferencia de diámetro de tallo de las plantas no injertadas fue de 10.4%, en las injertadas sobre Maxifort de 4.8%, en las injertadas en Multifort de 19.09% y en las injertadas en Beaufort de 16.35%.

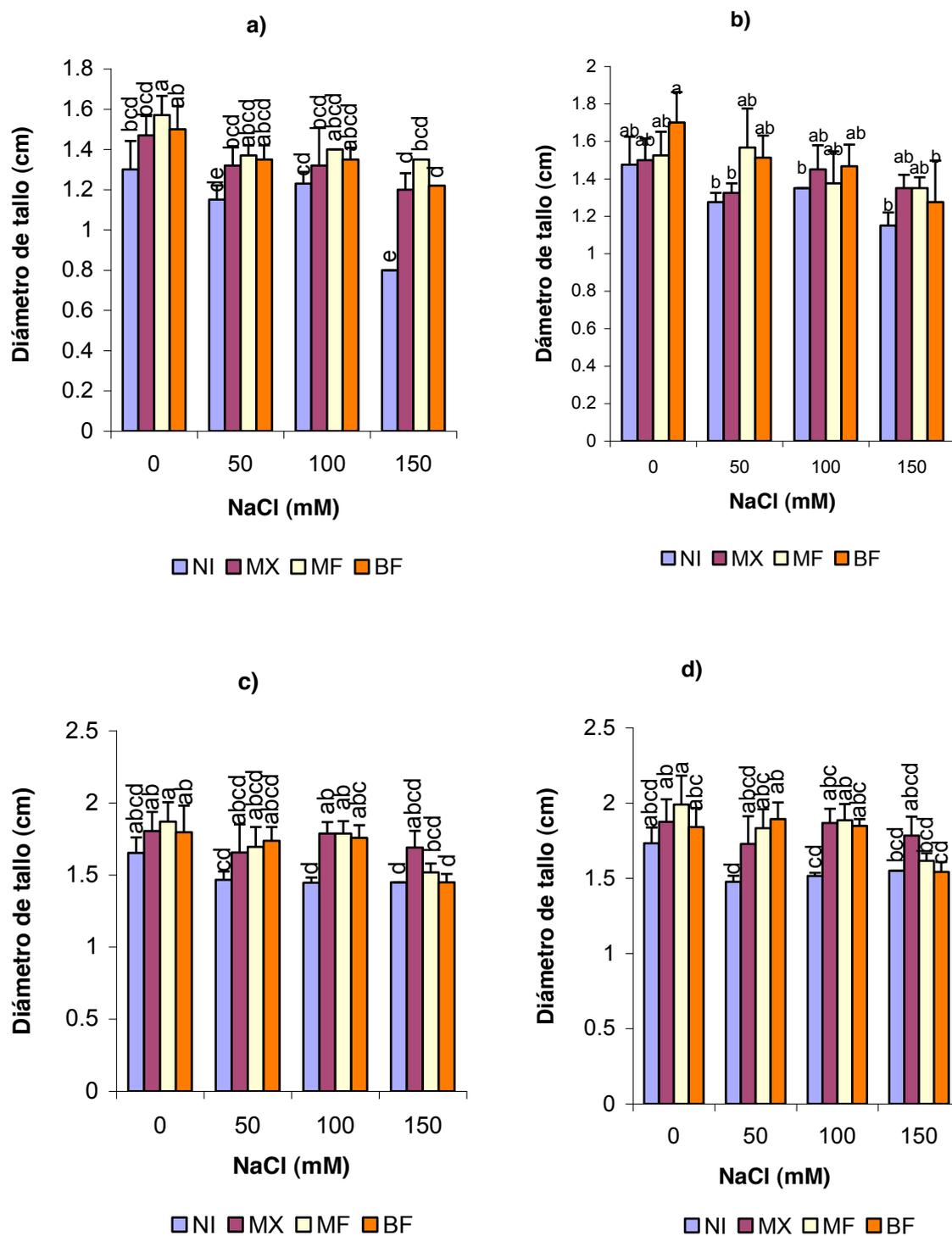


Figura 5. Altura de plantas de tomate injertadas sobre distintos portainjertos y tratadas con diferentes concentraciones de cloruro de sodio. a) 51 ddt, b) 72 ddt, c) 107 ddt, d) 135 ddt. NI = no injertado; MX = portainjerto Maxifort; BF = portainjerto Beaufort; MF = portainjerto Multifort. Letras distintas indican diferencia estadística significativa entre portainjertos por efecto de la concentración de cloruro de sodio (Tukey, $P \leq 0.05$).

Para 51, 80, 107 y 135 ddt, existió la misma tendencia en el diámetro de tallo tanto por portainjertos como por concentración de NaCl (Figura 5); al incrementar la concentración del Na⁺, éste afectó el crecimiento y desarrollo de las plantas, siendo las no injertadas las más afectadas en el diámetro de tallo, debido a que los portainjertos presentan mayor vigor (Santa-Cruz *et al.*, 2002). Además, los mismos autores mencionan que los portainjertos tienen la capacidad de incrementar su contenido de agua bajo condiciones salinas (100 mM) por 35% más comparado con aquellas sin injertar.

Resultados similares encontraron Costa *et al.* (2004) en tomate sometido a 2 y 8 dS m⁻¹, ya que al incrementar la CE disminuyó el diámetro del tallo hasta 38% al final del ciclo del cultivo. Este decremento en el diámetro de tallo bajo condiciones salinas concuerda con lo encontrado por Romero-Aranda *et al.* (2001) y Li *et al.* (2001) en tomate.

6.3. Fotosíntesis

De los factores evaluados, sólo la concentración de NaCl y su interacción con el portainjerto afectó en forma significativa ($P \leq 0.05$) la tasa de asimilación neta de CO₂ en tomate Caimán (Cuadro 9).

Conforme se incrementó la concentración de NaCl en el medio de cultivo disminuyó la fotosíntesis, y se debe a la reducción del movimiento de gases a través de los estomas (Jones, 1999) ya que el estrés moderado o alto, dificulta la absorción de agua y nutrimentos por la planta (Frommer *et al.*, 1999). En plantas no injertadas y con 100 mM de NaCl se presentó la menor asimilación: 12.21 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ y en Beaufort (0 mM) el más alto (22.2 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$). El decremento fue de 45%, porque el NaCl ejerce un estrés fisiológico similar a la sequía (Allen *et al.*, 1994).

En la Figura 6 se observa un descenso de la fotosíntesis de 34.7% en las plantas sin injertar (0 mM) comparadas con el tratamiento de 100 mM, no obstante, las plantas injertadas sobre Maxifort, Multifort y Beaufort tan solo descendieron 2, 25.4 y 23.4%, respectivamente. Por lo tanto, las plantas injertadas son más tolerantes a este tipo de estrés abiótico debido al efecto de los portainjertos (Santa-Cruz *et al.*, 2002; Fernández-García *et al.*, 2003). Estos resultados coinciden con los obtenidos por Walker *et al.* (1986), quienes injertaron

el cultivar de cítricos 'Washington navel' en un portainjerto deficiente en la exclusión de NaCl (Rouge Leon), lo que incrementó su concentración en las hojas y dañó al sistema fotosintético.

Cuadro 9. Significancia de la tasa de asimilación neta (TAN; $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) en tomate híbrido Caimán sin injertar e injertado en diferentes portainjertos y tratados con cuatro concentraciones de cloruro de sodio.

Fuente de variación	Grados de libertad	TAN ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)
Portainjerto	3	NS
NaCl	3	**
Portainjerto x NaCl	9	*

NS = no significativo; * = significativo al 5%; ** = significativo al 1%.

Romero-Aranda (2001) encontró un decremento de la transpiración, conductancia estomatal y en la proporción fotosintética en tomate al incrementar la CE de 4 a 6 dS m^{-1} en el medio de cultivo, lo cual atribuyó a una disminución en la densidad estomatal. Behboudian *et al.* (1986) encontraron en pistachio (*Pistacia vera* L.) que al incrementar la concentración de Na^+ en las hojas, éste interfiere con la fotosíntesis y la respiración.

Las concentraciones moderadas a altas de NaCl inhiben la fotosíntesis como resultado de la disminución de la fijación de CO_2 , decremento en el contenido de clorofila e inhibición de la fosforilación (Yeo, 1998). Rivero *et al.* (2003) asumen que las plantas injertadas desarrollan varios mecanismos para evitar los daños fisiológicos causados por la excesiva acumulación de los iones Na^+ y Cl^- en las hojas incluyendo la exclusión de Cl^- y el decremento la absorción de este ión por las raíces y el reemplazamiento o sustitución de K^+ por Na^+ en las hojas.

De acuerdo a lo presentado anteriormente se tiene que las plantas de tomate expuestas a altas concentraciones de sal cierran sus estomas y reducen la disponibilidad de CO_2 para la síntesis de carbohidratos. Además presentan un incremento en el gasto de energía para mantener la respiración o el transporte de iones, disminuyendo así la translocación de carbohidratos y desvío de los fotosintatos de crecimiento a osmorregulación (Allen *et al.*, 1994). No obstante, los portainjertos de tomate presentan ventajas comparativas al evitar que la fotosíntesis disminuya.

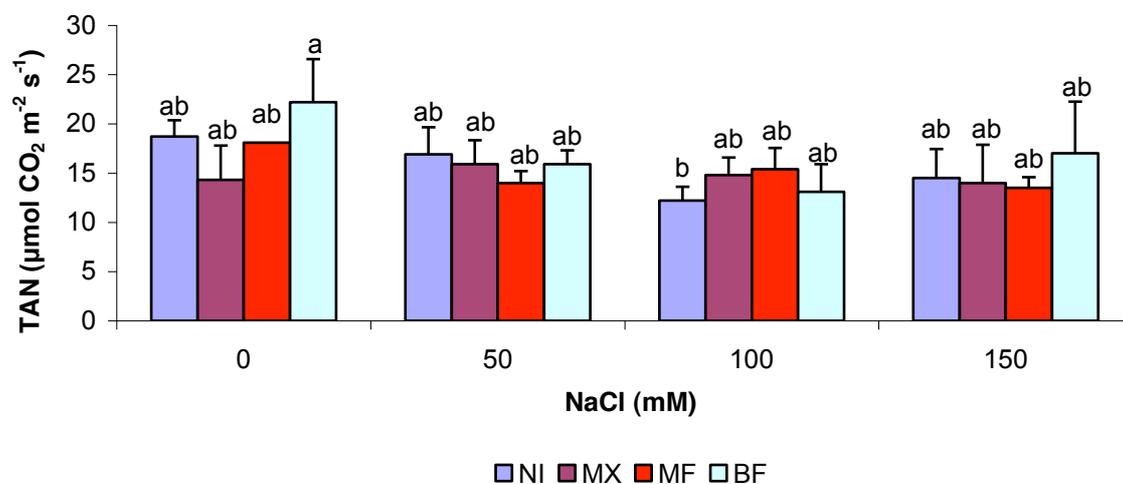


Figura 6. Efecto del portainjerto y la concentración de cloruro de sodio sobre la tasa de asimilación neta de CO₂ en plantas de tomate híbrido Caimán a los 88 días después del transplante.

NI = no injertado; MX = portainjerto Maxifort; BF = portainjerto Beaufort; MF = portainjerto Multifort. Letras distintas indican diferencia estadística significativa entre los portainjertos con diferentes concentraciones de sal (Tukey, $P \leq 0.05$).

6.4. Rendimiento

En el Cuadro 10 se presenta la significancia estadística ($P \leq 0.05$) para el rendimiento total siendo ésta no significativo para los portainjertos, pero si para concentración de NaCl; la interacción de estos dos factores resultó altamente significativa ($P \leq 0.01$).

Cuadro 10. Significancia del rendimiento de frutos en tomate híbrido Caimán sin injertar e injertado en diferentes portainjertos y tratados con cuatro concentraciones de NaCl.

Fuente de variación	Grados de libertad	Rendimiento (g planta ⁻¹)
Portainjerto	3	NS
NaCl	3	**
Portainjerto x NaCl	9	**

NS = no significativo; * = significativo al 5%; ** = significativo al 1%.

En la Figura 7 se presenta el rendimiento total considerando la interacción de los portainjertos con NaCl y se observan diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$) debido a NaCl y su interacción con portainjerto, mostrando que las plantas sin injertar e injertadas en la concentración 0 mM presentaron rendimientos similares; no obstante, conforme se incrementó la salinidad a 150 mM, las plantas no injertadas redujeron su rendimiento hasta en 90.6%; mientras que en las injertadas sobre Maxifort, Multifort y Beaufort la disminución en el rendimiento fue de 86.7, 86.0 y 82.5%, respectivamente (Figura 7). El portainjerto Beaufort tuvo mayor rendimiento, mostrando su tolerancia a la salinidad. Estos resultados reflejan diferencias en el rendimiento en condiciones de salinidad por el vigor de cada planta. Además, la disminución del rendimiento se relaciona con el estrés hídrico causado por la salinidad (Richards, 1992).

Las plantas tratadas con 150 mM de NaCl presentaron menor rendimiento ($0.468 \text{ kg planta}^{-1}$) debido a que la salinidad redujo el crecimiento celular ocasionado por la baja cantidad de transporte de agua en el fruto (Ho *et al.*, 1987). Además, el rendimiento correspondiente a las plantas injertadas en Maxifort, Multifort y Beaufort y aquellas sin injertar no se afectó cuando fueron expuestas a 0 mM de NaCl. La respuesta del cultivo de tomate a diferentes concentraciones de NaCl es similar a lo que encontraron Santa-Cruz *et al.* (2002), quienes encontraron que los portainjertos de tomate no tuvieron efecto significativo sobre el rendimiento en ausencia de sales (0 mM), y al incrementar éstas en el medio de cultivo también lo hizo la tolerancia por el uso del injerto, y obtienen que el rendimiento se incrementó más del 60% en las plantas injertadas sobre Moneymaker y Pera respecto a las no injertadas en una solución 50 mM de NaCl, y lo atribuyen al descenso en el contenido de agua en los frutos. También Estañ *et al.* (2004) encontraron un incremento de 80% en el rendimiento de las plantas de tomate injertadas en los portainjertos Radja, Pera y Volgogradskij x Pera comparadas con aquellas plantas sin injertar bajo condiciones salinas (75 mM), y estos autores relacionan sus resultados principalmente a las diferentes habilidades que tienen los portainjertos para regular el transporte de iones salinos.

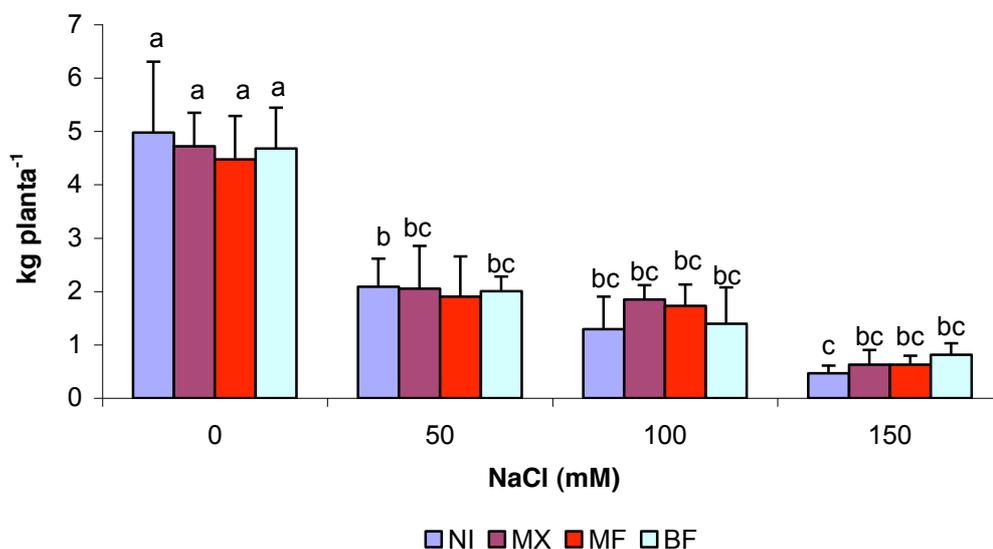


Figura 7. Efecto del portainjerto y de la concentración de NaCl sobre el rendimiento total en tomate híbrido Caimán a los 135 días después del transplante.

NI = no injertado; MX = portainjerto Maxifort; BF = portainjerto Beaufort; MF = portainjerto Multifort. Letras distintas en la figura indican diferencia estadística significativa entre los portainjertos con diferentes aplicaciones de NaCl (Tukey, $P \leq 0.05$).

Chung (1995) encontró un incremento de 54 y 51% en el rendimiento de tomate con el portainjerto Kagemusia y Helper, respectivamente, y encontró un descenso significativo de los frutos anormales en las plantas injertadas, esto por efecto de los portainjertos en presencia de sales. Lee y Oda (2003) mencionan que lo anterior está fuertemente relacionado con mayor vigor de la planta. No obstante, Godoy (2007) al trabajar con plantas con y sin injertar en tres diferentes niveles de la solución Steiner (33, 66 y 100%) no encontró diferencias estadísticas, y lo atribuyó a que se trabajó a dos tallos.

Estos resultados sugieren que los portainjertos juegan un papel importante en la tolerancia a la salinidad y, por tanto, incrementan el rendimiento de los híbridos cultivados en condiciones de estrés, comparados con las plantas que no fueron injertadas. Entonces, una posibilidad de evitar o reducir al máximo los daños causados por la salinidad pueden ser los portainjertos. Esta estrategia también

proporciona la oportunidad a los agricultores de obtener plantas con buenos caracteres de brotes y de raíces (Zijlstra *et al.*, 1994; Pardo *et al.*, 1998).

6.5. Peso fresco y seco

La significancia estadística para las variables peso fresco y seco se presenta en el Cuadro 11. En éste se observa que hubo diferencias estadísticas altamente significativas ($P \leq 0.01$) y se obtuvo una relación negativa entre el peso fresco y la salinidad: conforme asciende el NaCl, desciende el peso fresco y seco, ya que la salinidad disminuye el crecimiento de la planta por dos razones: 1) la planta disminuye la absorción del agua por efecto de la sal, y 2) por efecto de la transpiración el agua entra a la planta y daña las células de la hojas disminuyendo, por lo tanto, su crecimiento (Munns, 2005).

Cuadro 11. Significancia de peso fresco y seco (g planta^{-1}) en plantas de tomate híbrido Caimán sin injertar e injertado en diferentes portainjertos y tratados con cuatro concentraciones de cloruro de sodio a los 135 ddt.

Fuente de variación	Grados de libertad	Peso fresco		Peso seco	
		Parte aérea	Raíz	Parte aérea	Raíz
Portainjerto	3	**	**	**	**
NaCl	3	**	**	**	**
Portainjerto x NaCl	9	**	**	**	**

NS = no significativo; * = significativo al 5%; ** = significativo al 1%.

En el peso fresco (Cuadro 12) se obtuvo una relación negativa altamente significativa ($P \leq 0.05$). Las plantas sin injertar presentaron una disminución de 70.7% al pasar de la solución con 0 a la de 150 mM de NaCl. También se observó que con 0 mM de NaCl se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos y son las plantas sin injertar las que presentaron menor peso comparadas con las injertadas sobre Maxifort Multifort, Beaufort, las cuales tuvieron un incremento del 18, 26.9 y 17.7%, respectivamente. Pero en el tratamiento con 150 mM se incrementaron aún más las diferencias (32.6, 11.7 y 32%, respectivamente). Debido a la disminución de la absorción del agua se disminuye el peso fresco y seco tanto en las plantas injertadas como las que

están sin injertar. Sin embargo, el menor peso se obtuvo siempre en las plantas no injertadas. Datos similares encontraron Ruiz *et al.* (2005) al injertar tomate Sevilla sobre el portainjerto Brillante, ya que su biomasa aérea incrementó 47%.

Las plantas no injertadas presentaron, desde el inicio de la aplicación de los tratamientos, menor crecimiento de raíz en comparación con las plantas injertadas (Maxifort, Multifort, Beaufort), las cuales disminuyeron 52.4, 47.4 y 41.9% respecto al testigo (no injertadas), éstos resultados son consistentes con los Del Amor *et al.* (1999) y Eldestein *et al.* (2004), quienes encuentran que al aumentar la CE decrece la biomasa fresca y el rendimiento, tanto en plantas injertadas como en las no injertadas. Wimmer *et al.* (2003) muestran que la salinidad redujo hasta un 50% el peso fresco del vástago en plantas de trigo. Se ha encontrado que en plantas injertadas de pepino, sandía, berenjena y tomate sobre patrones vigorosos se tiene un incremento en el área foliar, área foliar específica, longitud de tallo y biomasa (Asao *et al.*, 1999; Chung y Choi, 2002; Lee y Oda, 2003). En general, los portainjertos presentan mayor vigor de planta y un sistema radical capaz de absorber eficientemente agua y nutrientes (Kim *et al.*, 1999; Lee y Oda, 2003).

El peso seco en la parte aérea y en la raíz siguen el mismo comportamiento del peso fresco (Cuadro 12).

Las plantas no injertadas tratadas con 0 mM de NaCl produjeron menor materia seca aérea (149.43 g planta⁻¹) comparadas con las plantas injertadas. Al pasar de 0 a 150 mM, nuevamente fueron las plantas no injertadas las que presentaron la mayor reducción (66.55%) y Beaufort la menor (53%) (Cuadro 12).

Cuadro 12. Efecto del cloruro de sodio (NaCl) sobre el peso fresco y seco (g planta⁻¹) de parte aérea y en raíz de plantas de tomate híbrido Caimán injertados en diferentes portainjertos.

Portainjerto	Concentración de NaCl (mM)									
	0	50		100		150		150		
	Peso fresco	Peso seco	Peso fresco	Peso seco	Peso fresco	Peso seco	Peso fresco	Peso seco	Peso fresco	Peso seco
	Parte aérea									
NI	918.36 abc	149.43 abcd	453.47 bcde	97.68 cde	386.77 de	70.67 de	268.53 e	49.98 e		
MX	1120.00 ab	206.08 ab	737.63 bcd	136.53 abad	906.73 abc	145.78 abad	398.73 de	74.90 de		
MF	1255.75 a	208.57 a	800.93 abc	133.97 abad	865.07 abc	153.79 abad	304.09 de	69.80 de		
BF	1115.72 ab	183.03 abc	706.27 bcd	114.11 bcde	641.960 bcd	118.41 abad	396.49 de	86.00 de		
CV	24.90	28.68	24.90	28.68	24.90	28.68	24.90	28.68		
DMS _{0.05}	5.12	5.11	5.12	5.11	5.12	5.11	5.12	5.11		
	Raíz									
NI	77.84 bcd	11.97 abcd	55.80 cd	6.50 cd	42.31 de	5.29 cd	25.73 e	2.90 d		
MX	163.65 a	20.79 a	59.52 cd	8.20 bcd	53.73 cd	7.79 bcd	40.82 de	5.57 cd		
MF	148.03 ab	20.28 a	85.43 abcd	11.24 abcd	91.30 abcd	11.61 abcd	26.48 e	4.07 cd		
BF	134.07 abc	17.24 ab	114.00 abc	14.12 abc	74.26 bcd	9.47 bcd	31.56 e	4.01 cd		
CV	41.54	40.29	41.54	40.29	41.54	40.29	41.54	40.29		
DMS _{0.05}	5.11	10.36	5.11	10.36	5.11	10.362	5.11	10.362		

NI = no injertado; MX = portainjerto Maxifort; BF = portainjerto Beaufort; MF = portainjerto Multifort. Letras distintas, en columnas e hileras de igual órgano de la planta, por cada variable evaluada indican diferencia estadística significativa por efecto de la interacción de los factores de estudio, el portainjerto y Concentración de cloruro de sodio (Tukey, $P \leq 0.05$).

En raíz se presentó el comportamiento antes descrito, en donde existió una relación negativa entre la concentración de NaCl y el peso seco de raíz, y en tratamiento sin injertar se tuvo el menor peso ($2.9 \text{ g-planta}^{-1}$) en la concentración de 150 mM, además en este tratamiento en la solución 0 mM se tuvo el menor peso (11.97 g) en la parte aérea. Por lo tanto, al incrementar la concentración de NaCl en la solución nutritiva disminuye el crecimiento de la planta y con ello el peso seco (Suwa *et al.*, 2006; Francois *et al.*, 1986). Sin embargo, las plantas con portainjertos exhiben mayor acumulación en la materia seca total (aérea y raíz), lo cual es consistente con los valores de Rivero *et al.* (2003) y Godoy (2007).

El portainjerto Maxifort presentó el mayor peso fresco de raíz (168.65 g) y seco ($20.79 \text{ g planta}^{-1}$). Quizás por que es el de mayor capacidad para incrementar el contenido de agua en la hoja en respuesta al estrés por agua (Santa-Cruz *et al.*, 2002).

6.6. Calidad de fruta

Los cambios que ocurren en la fruta del tomate durante la maduración se han enumerado por Grierson y Kader (1986), los cuales son: degradación de almidón y producción de glucosa y fructosa, disminución de clorofila, síntesis de pigmentos (como β -caroteno y licopeno), incremento de pectinas solubles (resultado de su ablandado externo y degradación), producción de sabor y aroma, incremento en la proporción de ácidos cítrico y málico y disminución de los alcaloides tóxicos.

6.6.1. Color

Las etapas de desarrollo de la maduración y el color del fruto de tomate se usan para identificar al fruto, sus etapas y sus características. Generalmente, el color del fruto se asocia a rojo como el color normal del fruto del tomate, aunque a la madurez el fruto puede ser rosa o amarillo. El color del tomate tiene tres características: luminosidad, tono e índice de saturación.

La luminosidad de los frutos de tomate fue afectada por el NaCl, más permaneció inalterada por los portainjertos (Cuadro 13). Mientras que, la interacción de estos dos factores también afectó los racimos dos y cuatro.

Cuadro 13. Significancia de la calidad de fruta en tres racimos de tomate híbrido Caimán injertado y con suministro creciente de cloruro de sodio.

Factor	L	IS	AH	Firmeza	AT	SST
Racimo 2						
Portainjerto	NS	NS	**	NS	NS	**
NaCl	**	**	NS	NS	**	**
Portainjerto x NaCl	**	**	**	NS	**	**
Racimo 3						
Portainjerto	NS	NS	NS	NS	NS	NS
NaCl	*	**	NS	NS	**	**
Portainjerto x NaCl	NS	NS	NS	NS	**	**
Racimo 4						
Portainjerto	NS	NS	NS	NS	NS	NS
NaCl	**	**	NS	NS	*	**
Portainjerto x NaCl	**	NS	NS	NS	NS	NS

NS = no significativo; * = significativo al 5%; ** = significativo al 1%.

L = Luminosidad; IS = índice de saturación; AH = ángulo hue; AT = acidez titulable; SST = sólidos solubles totales.

Para luminosidad se registraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en el segundo racimo de plantas sin injertar (0 mM) mostrando el valor más bajo (32.8%). El más alto (43.3%) correspondió a las plantas injertadas sobre Beaufort combinadas con 100 mM de NaCl (Cuadro 14). Sin embargo, no se presentó una tendencia definida, pero los valores más altos se obtuvieron con el uso de las concentraciones de 150 mM, por lo tanto disminuye el vigor de la planta y en consecuencia el tamaño de brotes y de hojas causando así un descenso en el tamaño de fruto y aumento en el color.

Para el tercer racimo (Cuadro 14), no se observaron diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$); sin embargo, la luminosidad es más alta comparada con el racimo anterior, pero presentan la misma tendencia; al incrementar la concentración de NaCl también lo hace la variable en cuestión. Para el cuarto racimo, existió un efecto significativo ($P \leq 0.05$) entre tratamientos, además de obtenerse el mismo comportamiento en los dos racimos anteriores. En el Cuadro 14 se exhibe una relación positiva entre la luminosidad y el NaCl y, es en las

plantas injertadas sobre el portainjerto Maxifort (0 mM de NaCl) en donde se tiene el menor valor (44.5%) y el mayor (61.9%) de luminosidad en Maxifort (150 mM de NaCl) donde no hay efecto del portainjerto pero si de NaCl. Estos valores coinciden con los de García (2007). No obstante, difieren con los de Lee (1994), quien menciona que los portainjertos influyen en la forma y color de fruto, espesor de corteza y concentración de sólidos solubles.

El índice de saturación (chroma) indica la pureza del color, es decir, la proporción del tono puro predominante. En los tres racimos muestreados no existe significancia en el caso de los portainjertos, pero si para la concentración de cloruro de sodio, sin embargo la interacción de los dos factores únicamente es significativo en el racimo dos (Cuadro 13).

En el segundo racimo (Cuadro 15), existen diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$) para el índice de saturación, aunque no se tiene una tendencia definida. Al incrementar la concentración de sal en la solución nutritiva, también lo hace el índice de saturación. El menor índice (18.3) se presentó en plantas sin injertar y con 0 mM NaCl, y el mayor (26.2) en Maxifort con 150 mM NaCl. En el caso del tercer y cuarto racimo no se obtuvo efecto significativo ($P > 0.05$), sin embargo, se observó la misma tendencia en donde se tiene una relación positiva. Valores similares encontraron Tadesse *et al.* (1999) en pimiento morrón, al mostrar un aumento en el índice de saturación al ascender la CE. García (2007) menciona que al incrementar la salinidad de 0 a 205 mM en pepino variedad Slice Max, el índice de saturación asciende.

La interacción de NaCl x portainjerto no afectó el ángulo hue (racimo tres y cuatro), no obstante, en el racimo dos si se presentaron diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.01$) (Cuadro 13), siendo el tratamiento de las plantas no injertadas (0 mM) el que tuvo el mayor ángulo (78.7) y Maxifort (150 mM) el menor (48), pero no se tiene una tendencia definida en cuanto a portainjerto ni a la salinidad (Cuadro 16), resultados que no coinciden con García (2007).

Cuadro 14. Efecto de la concentración de NaCl en la luminosidad (%) en frutos de tomate híbrido Caimán injertado sobre diferentes portainjertos.

Porta	Concentración de NaCl (mM)											
	0			50			100			150		
Injerto	Racimo 2	Racimo 3	Racimo 4	Racimo 2	Racimo 3	Racimo 4	Racimo 2	Racimo 3	Racimo 4	Racimo 2	Racimo 3	Racimo 4
NI	32.8±4.4	40.4±6.5	45.9±1.1	38.2±2.5	47.3±3.9	50.6±0.6	41.3±7.3	45.0±5.1	53.7±0.0	39.8±5.9	43.9±5.8	55.6±0.9
	b	a	ab	ab	a	ab	ab	a	ab	ab	a	ab
MX	36.7±0.9	39.0±8.7	45.8±8.3	35.9±3.8	44.0±5.7	52.6±7.4	37.7±3.2	45.5±5.2	52.9±2.7	42.52±3.0	48.9±7.2	61.9±5.5
	ab	a	ab	ab	a	ab	ab	a	ab	1 ab	a	a
MF	36.6±1.5	40.6±7.8	44.5±6.3	37.2±2.0	40.6±6.6	44.8±7.4	40.7±0.9	48.0±2.6	46.5±8.7	42.41±1.7	48.0±7.4	57.1±4.1
	ab	a	b	ab	a	ab	ab	a	ab	4 ab	a	ab
BF	35.0±2.8	42.7±2.8	47.0±2.5	38.8±5.1	47.2±6.4	52.7±1.7	43.3±3.5	47.7±5.4	54.5±3.7	45.4±6.5	z	z
	ab	a	1 ab	ab	a	ab	a	a	ab	a	z	z
CV	10.12	10.22	10.40	10.12	10.22	10.40	10.12	13.22	10.40	10.12	13.22	10.40

NI = no injertado; MX = portainjerto Maxifort; BF = portainjerto Beaufort; MF = portainjerto Multifort. Letras distintas en una misma columna indican diferencias estadísticas significativas entre portainjertos por efecto de concentración de cloruro de sodio (Tukey, $P \leq 0.05$).

z = no hay datos.

Cuadro 15. Efecto de la concentración de NaCl en el índice de saturación (chroma) en frutos de tomate híbrido Caimán injertado sobre diferentes portainjertos.

Porta Injerto	Concentración de NaCl (mM)															
	0				50				100				150			
	Racimo 2	Racimo 3	Racimo 4		Racimo 2	Racimo 3	Racimo 4		Racimo 2	Racimo 3	Racimo 4		Racimo 2	Racimo 3	Racimo 4	
NI	18.3±2.0	21.4±3.0	22.8±0.0	23.0±1.6	25.9±2.69	26.9±0.4	22.6±3.1	24.0±2.6	19.4±11.6	23.8±2.7	26.2±1.6	27.8±0.1				
	b	a	a	ab	a	a	ab	a	a	ab	a	a	ab	a	a	
MX	20.8±0.8	23.1±2.7	26.3±1.6	22.1±2.8	22.9±3.7	28.7±1.2	23.4±0.4	25.2±1.3	26.1±1.7	25.2±1.9	25.4±2.5	26.5±3.2				
	ab	a	a	ab	a	a	ab	a	a	a	a	a	a	a	a	
MF	21.3±1.5	21.2±2.4	22.5±4.8	23.0±2.9	24.1±5.4	25.4±1.7	24.9±2.3	25.2±2.5	26.6±4.6	26.2±2.9	25.7±1.1	28.2±0.4				
	ab	a	a	ab	a	a	ab	a	a	a	a	a	a	a	a	
BF	18.9±3.1	22.3±3.4	23.5±1.4	22.9±3.2	26.6±1.8	28.5±1.1	24.6±2.1	25.2±2.5	24.7±4.1	25.7±3.6	z	z	z	z	z	
	b	a	a	ab	a	a	ab	a	a	a	a	a	z	z	z	
CV	10.69	11.88	13.05	10.69	11.88	13.05	10.69	11.88	13.05	10.69	11.88	13.05	10.69	11.88	13.05	

NI = no injertado; MX = portainjerto Maxifort; BF = portainjerto Beaufort; MF = portainjerto Multifort. Letras distintas en una misma columna indican diferencias estadísticas significativas entre portainjertos por efecto de la concentración de cloruro de sodio (Tukey, $P \leq 0.05$).

^z = no hay datos

Cuadro 16. Efecto de la concentración de NaCl en el ángulo hue en frutos de tomate híbrido Caimán injertado sobre diferentes portainjertos.

	Concentración de NaCl (mM)											
	0			50			100			150		
Porta	Racimo 2	Racimo 3	Racimo 4	Racimo 2	Racimo 3	Racimo 4	Racimo 2	Racimo 3	Racimo 4	Racimo 2	Racimo 3	Racimo 4
Injerto												
NI	78.715 a	73.77 a	69.27 a	59.79 ab	69.46 a	69.65 a	65.80 ab	72.00 a	73.00 a	62.73 ab		
MX	57.27 ab	73.77 a	68.44 a	50.44 ab	80.20 a	70.16 a	49.03 ab	72.64 a	78.99 a	47.99 b	80.64 a	68.73 a
MF	54.80 ab	71.73 a	64.57 a	72.12 ab	80.37 a	63.96 a	54.17 ab	69.62 a	69.66 a	55.73 ab	63.00 a	63.96 a
BF	71.13 ab	75.07 a	66.86 a	67.39 ab	63.03 a	61.96 a	63.37 ab	77.89 a	70.07 a	76.16 ab	72.87 a	66.04 a
CV	16.02	10.156	9.486	16.02	10.156	9.486	16.02	10.156	9.486	16.02	10.156	9.486
DMS _{0,05}	5.25	5.22	5.31	5.25	5.22	5.31	5.25	5.22	5.31	5.25	5.22	5.31

NI = no injertado; MX = portainjerto Maxifort; BF = portainjerto Beaufort; MF = portainjerto Multifort. Letras distintas en una misma columna indican diferencias estadísticas significativas entre portainjertos por efecto de la concentración de cloruro de sodio (Tukey, $P \leq 0.05$).

^z = no hay datos.

6.6.2. Firmeza

En firmeza de los frutos en el segundo, tercer y cuarto racimo muestreados no se presentaron diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$) por efecto de sales y de portainjertos, ni por la interacción de estos factores (Cuadro 13). Valores similares fueron encontrados por Cornish (1992) en frutos de tomate, donde al incrementar la CE en la solución nutritiva, no hubo efecto sobre la firmeza. En el cultivo de pepino, García (2007) también menciona que la salinidad no afecta la firmeza de los frutos.

6.6.3. Acidez titulable

El fruto del tomate está compuesto principalmente de agua, carbohidratos y sales. El crecimiento del fruto se asocia con la acumulación relativa de agua e iones inorgánicos (Lorenz y Maynard, 1988). De acuerdo con Jones (1999), la acidez y la cantidad de sólidos solubles son las dos características principales que dan el sabor al fruto del tomate.

Stevens *et al.* (1977) encontró en el fruto del tomate que la fructosa y el ácido cítrico son los principales compuestos que le dan dulzura y acidez.

La concentración de NaCl afectó significativamente ($P \leq 0.01$) la acidez titulable del fruto del tomate Caimán en los racimo 2 y 3, sin embargo, ésta no fue afectada por el factor portainjerto (Cuadro 13). Además, la interacción de los dos factores la disminuyó de forma significativa en el segundo y tercer racimo, pero no en el cuarto, quizá por que los frutos evaluados eran pequeños y no uniformes debido al daño causado por el NaCl.

En el segundo racimo se presentaron datos de acidez de 0.46 a 1.26% de ácido cítrico, valores que difieren con los mencionados por Jones (1999), quien encontró que los frutos, para el mercado en fresco, presentaron una acidez de 0.8 a 0.9% (Cuadro 17). Las plantas no injertadas e injertadas sobre Beaufort y combinados con 0 mM de NaCl presentaron la menor acidez (0.46 y 0.53%), y la mayor (1.26%) se encontró en las plantas injertadas sobre Maxifort (150 mM NaCl), en donde se observó un incremento de 58% en la acidez de la fruta del tomate. Esto concuerda con los hallazgos de López-Galarza *et al.* (2004), quienes mencionan que el injerto en plantas de tomate incrementa la calidad del fruto. Además, al incrementar la concentración de NaCl asciende la acidez titulable (46, 49.5, 48 y 57.4% del tratamiento de 0 a 150 mM) para plantas no injertadas, Maxifort, Multifort y Beaufort, respectivamente. Datos similares encontraron Flores *et al.* (2003) en fruto de tomate en donde se da un aumento significativo del ácido cítrico al incrementar la concentración de NaCl en el medio de cultivo. No obstante, estos datos difieren con los de García (2007) en pepino ya que este autor no encontró diferencias significativas.

En el tercer racimo los valores encontrados presentaron la misma tendencia a los del racimo anterior, siendo las plantas de los tratamientos no injertadas y de las plantas injertadas en Maxifort (0 mM de NaCl), en donde se observó el valor más bajo de acidez titulable (0.49 y 0.49%) y el mayor (1.25%) en los frutos de las plantas sin injertar (150 mM). Asimismo, al aumentar la salinidad también lo hizo la acidez, lo cual coincide con lo encontrado por Flores *et al.* (2003).

Cuadro 17. Efecto de la concentración de cloruro de sodio sobre el porcentaje de acidez titulable en la fruta en tomate híbrido Caimán injertado sobre diferentes portainjertos.

Porta Injerto	Concentración de NaCl (mM)											
	0			50			100			150		
	Racimo 2	Racimo 3	Racimo 4	Racimo 2	Racimo 3	Racimo 4	Racimo 2	Racimo 3	Racimo 4	Racimo 2	Racimo 3	Racimo 4
NI	0.53±0.11 d	0.49±0.12 e	0.58±0.30 a	0.79±0.04 bcd	0.77±0.19 bcde	0.64±0.18 a	0.77±0.13 bcd	0.67±0.15 de	0.80±0.30 a	0.99±0.22 abc	1.25±0.31 a	0.64±0.28 a
MX	0.53±0.08 d	0.49±0.04 e	0.70±0.18 a	0.77±0.33 bcd	0.79±0.11 abcde	0.91±0.13 a	0.77±0.17 bcd	0.89±0.21 abcde	0.77±0.09 a	1.05±0.13 abc	1.19±0.23 abc	0.73±0.0 a
MF	0.65±0.19 cd	0.75±0.15 de	0.55±0.17 a	0.85±0.08 bcd	0.84±0.25 abcde	0.96±0.07 a	0.83±0.13 bcd	0.93±0.14 abcd	0.72±0.01 a	1.26±0.15 a	1.18±0.19 abc	0.84±0.13 a
BF	0.46±0.10 d	0.65±0.13 de	0.61±0.10 a	0.74±0.22 bcd	0.89±0.02 abcde	0.73±0.14 a	0.80±0.10 bcd	0.77±0.07 abad	0.68±0.07 a	1.08±0.03 ab	z	z
CV	19.84	20.50	21.15	19.84	20.50	21.15	19.84	20.50	21.15	19.84	20.50	21.15

NI = no injertado; MX = portainjerto Maxifort; BF = portainjerto Beaufort; MF = portainjerto Multifort. Letras distintas entre columnas indican diferencias estadísticas significativas entre portainjertos por efecto de la concentración de Cloruro de Sodio (Tukey, $P \leq 0.05$).

z = no hay datos

6.6.4. Sólidos solubles totales

Los sólidos solubles en el fruto del tomate varían de 5 a 7% y están dados principalmente por la fructosa y la glucosa. La calidad de fruta se ve afectada por la etapa de maduración y el sabor del fruto se reduce significativamente al aumentar su manipuleo (Jones, 1999).

En los sólidos solubles totales, en la interacción de Portainjertos x NaCl, expresados en °Brix, se presentaron diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.01$) en el segundo y tercer racimo, no así para el cuarto (Cuadro 13). En el segundo racimo los valores fueron de 5.2 a 13.2 °Brix (Cuadro 18), lo cual difiere de lo mencionado por Jones (1999). La salinidad aumentó los °Brix en el fruto del tomate debido a que limitó la absorción de agua por las raíces de la planta. Las plantas no injertadas son las que obtuvieron el menor contenido de sólidos (5.2 °Brix), y las plantas injertadas sobre Maxifort y Multifort (150 mM) obtuvieron el mayor contenido (13.1 y 13.2 °Brix, respectivamente), dando un incremento de 61% en las plantas con injerto. Al aumentar la concentración de NaCl también lo hicieron los sólidos solubles: 52.7, 50.2, 53.2 y 38.53% para NI, MX, MF y BF, respectivamente. Lo anterior concuerda con Shannon y Noble (1990), al mencionar que la alta salinidad aumenta las características de calidad, entre ellas los sólidos solubles. Al respecto Francois (1987), en un estudio en espárrago, concluye que al incrementar el estrés salino también lo hacen los azúcares.

Las plantas de tomate (híbrido Caimán) injertadas en el portainjerto Multifort fueron las que presentaron la mayor concentración de sólidos solubles totales (13.2 °Brix, Cuadro 18).

En el tercer racimo los sólidos solubles fueron influenciados significativamente ($P \leq 0.05$) por la interacción NaCl x portainjerto, y la tendencia es la misma que la del racimo anterior (Cuadro 18). En las plantas sin injertar (0 mM) se tuvo el menor contenido de sólidos (5.5 °Brix) y en las plantas injertadas en Maxifort y Multifort (150 mM) el mayor (11.0 °Brix). De nuevo se observó el efecto del portainjerto en el incremento de los sólidos. Sin embargo, esto no se apreció en las plantas sin injertar de la solución 150 mM de NaCl, debido a la muerte de las plantas de este tratamiento a causa de las altas concentraciones de sal.

Cuadro 18. Efecto de la concentración de cloruro de sodio en los sólidos solubles totales (°Brix) en frutos de tomate híbrido Caimán injertado en diferentes portainjertos.

Porta	Concentración de NaCl (mM)											
	0			50			100			150		
Injerto	Racimo	Racimo 3	Racimo 4	Racimo 2	Racimo 3	Racimo 4	Racimo 2	Racimo 3	Racimo 4	Racimo 2	Racimo 3	Racimo 4
NI	5.2±0.5	5.5±0.4d	6.1±0.7	8.7±0.17	7.5±0.5	6.6±1.4	8.0±0.5	8.5±1.0	7.8±0.0	10.9±2.2	11.0±1.8	8.8±0.14
	f	e	a	bcde	bcde	a	bcdef	acde	a	ab	a	a
MX	6.5±0.7	7.1±0.3	6.1±1.0	8.7±1.0	9.0±0.2	7.8±1.4	9.5±1.3	8.2±0.8	7.6±1.2	13.1±0.4	11.0±2.59	8.0±1.2
	def	de	a	bcde	acd	a	bcd	acde	a	a	a	a
MF	6.2±0.6	6.5±0.7	6.0±0.5	9.1±1.6	9.0±1.7	8.2±1.4	9.7±0.9	8.1±1.3	8.1±1.9	13.2±1.6	10.5±1.8	8.4±1.3
	fe	de	a	bcde	acd	a	bc	acde	a	a	ac	a
BF	6.6±1.3	6.1±1.0	6.2±1.8	7.5±0.6	8.1±0.7	7.3±0.5	8.8±0.7	8.7±1.0	7.7±0.9	10.8±2.3	z	z
	def	de	a	cdef	acde	a	bcde	acd	a	ab		
CV	13.46	14.84	17.34	13.46	14.84	17.34	13.46	14.84	17.34	13.46	14.84	17.34

NI = no injertado; MX = portainjerto Maxifort; BF = portainjerto Beaufort; MF = portainjerto Multifort. Letras distintas entre columnas de un mismo racimo indican diferencias estadísticas significativas entre portainjertos por efecto de la concentración de cloruro de sodio (Tukey, $P \leq 0.01$).

z = no hay datos

Sin embargo, las plantas injertadas en Maxifort, Multifort y Beaufort alcanzaron 35.4, 40.4 y 41.4% de sólidos solubles al incrementar la concentración de NaCl de 0 mM a 150 mM, mostrando valores similares. Estos resultados difieren de los de Chung *et al.* (1997), ellos encontraron que los portainjertos de tomate disminuyen los sólidos solubles totales. También difieren con García (2007) quien sometió al pepino a altas concentraciones de sal (205 mM de NaCl) y no encontró diferencias significativas entre tratamientos.

6.7. Concentración de nutrimentos en hojas

Los muestreos foliares se realizaron a los 47, 77 y 107 ddt en los 16 tratamientos con sus cuatro repeticiones para evaluar el estado nutrimental de la planta. A continuación se describen estos resultados, en donde se dividen en macronutrimentos y micronutrimentos:

6.7.1. Macronutrimentos

6.7.1.1. Nitrógeno

La concentración de nitrógeno fue afectada únicamente en el primer muestreo (47 ddt) ($P \leq 0.05$). El rango encontrado estuvo entre 3.87 y 4.46%, lo cual coincide con lo reportado por Jones (1999). A los 47 ddt se observan diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$); sin embargo no se tiene una tendencia definida en cuanto a la interacción de la concentración de sodio y de los portainjertos (Cuadro 20), lo cual concuerda con Rodríguez (2006) quien trabajó con plantas de tomate con y sin injerto, y no hubo diferencias en la concentración de N entre ellas. El portainjerto Beaufort (0 mM) presentó una mayor concentración de nitrógeno (4.46%), mientras que Maxifort (100 mM) la menor (3.87%). Respecto a los dos muestreos siguientes (77 y 107 ddt) no se presentó efecto en la interacción de la concentración del NaCl y portainjertos, pero ocurre clara disminución en la concentración del nitrógeno total, en donde a los 77 días después del tratamiento el intervalo oscila de 1.81 a 2.67% y a los 107 la concentración va de 1.71 a 2.38%, contraste con los resultados obtenidos por Jones (1999), quien menciona que los niveles óptimos de la concentración de N

en el tejido foliar del cultivo de tomate es de 3.5 a 5% mientras Wahle y Masiunas (2003) al evaluar el aporte del N sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo bajo condiciones de campo e hidropónicas señalaron que la concentración de N se mantuvo constante alrededor de 4% conforme la planta creció y a medida que fue retranslocando para la producción de frutos.

Cuadro 19. Significancia de la concentración de macronutrientes (%) en tomate híbrido Caimán sin injertar e injertado en diferentes portainjertos y expuestos a cuatro concentraciones de cloruro de sodio (NaCl).

FV	G L	Contenido nutrimental														
		47					77					107				
		N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
Portainjerto	3	**	N	N	N	NS	NS	*	NS	NS	NS	NS	**	NS	NS	NS
NaCl	3	N	**	**	N	NS	*	**	**	**	NS	NS	NS	NS	**	**
Portainjerto x NaCl	9	*	N	N	N	NS	NS	**	**	NS	*	NS	**	NS	**	**

FV = fuente de variación; GL = grados de libertad; NS = no significativo; * = significativo al 5%; ** = significativo al 1%.

Por lo tanto, al incrementar el tiempo de permanencia de las plantas bajo condiciones salinas disminuyen la concentración de NO_3^- , a causa del antagonismo provocado entre iones NO_3^- y Cl^- debido a la competencia directa que se da entre los dos iones sobre su absorción y translocación dentro de la planta (Marschner, 1995). Estos resultados son similares a los encontrados por El-Fouly *et al.* (2002), quienes mencionan que al incrementar la concentración de NaCl decrece la concentración de N total en las hojas. Lo anterior difiere de Munns y Termaat (1986) ya que mencionan que la deficiencia del N *per se* no puede ser por el efecto tóxico de la salinidad, es decir, por la presencia de NaCl.

Cuadro 20. Efecto del cloruro de sodio (NaCl) en nitrógeno total (%) en hojas de tomate híbrido Caimán injertados en diferentes portainjertos.

Portainjerto	Días después del trasplante		
	47	77	107
0 mM de NaCl			
NI	4.13±0.28 ab	2.58±0.16 a	2.16±0.19 a
MX	3.89±0.18 b	2.67±0.38 a	2.38±0.15 a
MF	4.13±0.12 ab	2.63±0.28 a	2.17±0.09 a
BF	4.46±0.31 a	2.60±0.15 a	2.29±0.42 a
CV	4.98	26.07	19.24
50 Mm de NaCl			
NI	4.2±0.06 ab	2.06±0.17 a	1.80±0.19 a
MX	3.99±0.23 ab	2.18±0.23 a	1.98±0.16 a
MF	3.98±0.23 ab	2.29±0.11 a	1.88±0.09 a
BF	4.15±0.10 ab	1.81±1.13 a	2.14±0.18 a
CV	4.98	26.07	19.24
100 mM de NaCl			
NI	4.01±0.19 ab	2.27±0.21 a	1.90±0.53 a
MX	3.87±0.16 b	1.95±1.21 a	2.32±0.12 a
MF	4.19±0.20 ab	2.36±0.44 a	1.71±1.07 a
BF	4.32±0.11 ab	2.37±0.27 a	2.03±0.36 a
CV	4.98	26.07	19.24
150 mM de NaCl			
NI	4.09±0.09 ab	2.09±0.04 a	2.20± . a
MX	4.06±0.16 ab	1.88±0.66 a	1.78±0.02 a
MF	3.98±0.28 ab	2.09±0.01 a	1.77±0.21 a
BF	4.07±0.19 ab	1.84±1.18 a	1.93±0.41 a
CV	4.98	26.07	19.24

NI = no injertado; MX = portainjerto Maxifort; BF = portainjerto Beaufort; MF = portainjerto Multifort. Letras distintas entre columnas indican diferencia estadística significativa entre portainjertos por efecto de la concentración de cloruro de sodio (Tukey, $P \leq 0.05$).

6.7.1.2. Fósforo

En el muestreo realizado a los 47 ddt, no se encontraron diferencias significativas (Cuadro 19; $P > 0.05$). Los valores oscilaron de 0.22 a 0.47%, lo que difiere de lo encontrado por Jones (1999), quien menciona que la concentración óptima de P en hojas de tomate es de 0.4 a 0.7%, mientras Adams (1986) indica que si el P en la hoja excede 1% es tóxico para la planta. Sin embargo, al incrementar la concentración de Na^+ en la solución nutritiva (0 a 150 mM), también la concentración de P en la hoja sin importar portainjerto utilizado (0.28 a 0.33, 0.23 a 0.33, 0.22 a 0.34 y de 0.30 a 0.34 para no injertadas, maxifort, multifort y beaufort, respectivamente; Cuadro 21). Datos similares encontró Rodríguez (2006) en tomate con y sin injerto.

A los 77 ddt se encontraron diferencias significativas en la concentración de P debido a la interacción del NaCl con los portainjertos. El intervalo de concentración varió de 0.29 a 0.46%. El valor más bajo se encontró en las plantas injertadas sobre Maxifort (0 mM NaCl) y el más alto en Multifort (100 mM NaCl). Es decir, al incrementar el NaCl en la solución nutritiva también lo hace el P en el tejido de la planta, sin llegar a ser tóxico para ella, esto de acuerdo a Adams (1986) y Jones (1999). No obstante, en el tratamiento con 150 mM los valores disminuyeron comparados con los de 100 mM (Cuadro 21).

A los 107 ddt la concentración de P varió de 0.36 a 0.75%, al igual que los muestreos anteriores, se vió una relación positiva entre la concentración de NaCl y P, en cambio los portainjertos no tuvieron efecto alguno. La mayor concentración de P (0.75%) se encontró en hojas de tomate no injertado combinado con 150 mM de NaCl, concentración que está dentro del rango de suficiencia del tomate de acuerdo con Jones (1999). Además, coinciden con lo encontrado por Berstein *et al.* (1974), Grattan y Mass (1985), al mencionar que conforme se incrementa el NaCl también lo hace el P e incluso puede llegar a ser tóxico para las plantas. También, concuerda con lo mencionado por Jungkland *et al.* (2003) en *Phaseolus vulgaris* L. al encontrar que al incrementar el NaCl también lo hace el P tanto en vástago como en raíz. Lo anterior difiere con lo encontrado por García (2007), quien menciona que en pepino no se registraron diferencias estadísticas significativas en la concentración de P al incrementar la concentración de NaCl.

Cuadro 21. Efecto del cloruro de sodio (NaCl) sobre la concentración de fósforo (%) en tomate híbrido Caimán injertados en diferentes portainjertos.

Porta injerto	Concentración de NaCl (mM)											
	0		50		100		150		107			
	77	107	47	77	50	77	47	77	107	47	77	107
NI	0.28±0.04 a	0.45±0.08 abcd	0.49±0.18 a	0.29±0.10 a	0.31±0.03 bc	0.68±0.07 abc	0.45±0.11 a	0.42±0.03 abc	0.62±0.03 abcd	0.33±0.12 a	0.38±0.13 abc	0.75±0.0 a
MX	0.23±0.03 c	0.49±0.04 abcd	0.32±0.07 a	0.30±0.03 c	0.41±0.13 cd	0.47±0.07 a	0.38±0.1 abc	0.51±0.08 abcd	0.33±0.05 a	0.35±0.04 abc	0.49±0.02 abcd	
MF	0.22±0.03 a	0.50±0.13 abcd	0.24±0.11 a	0.34±0.05 abc	0.36±0.03 d	0.36±0.06 a	0.46±0.1 a	0.47±0.14 abcd	0.34±0.17 abc	0.36±0.02 abc	0.38±0.04 d	
BF	0.30±0.03 a	0.33±0.12 ab	0.69±.03 abcd	0.34±0.14 abc	0.37±0.04 abcd	0.48±0.07 abc	0.33±0.06 abc	0.45±0.05 abcd	0.34±0.05 abc	0.32±0.03 abc	0.47±0.10 abcd	
CV	32.47	18.0	19.65	32.47	18.0	19.65	32.47	18.0	19.65	32.47	18.0	19.65

NI = no injertado; MX = portainjerto Maxifort; BF = portainjerto Beaufort; MF = portainjerto Multifort. Letras distintas en la misma columna indican diferencia estadística significativa entre portainjertos por efecto de la concentración de cloruro de sodio (Tukey, $P \leq 0.05$).

6.7.1.3. Potasio

Los resultados del análisis de varianza indican que la concentración de K en hojas no es influenciada por los portainjertos en los tres muestreos (47, 77 y 107 ddt), pero si por la concentración de NaCl en el muestreo realizado a los 47 y 77 ddt. La interacción portainjerto x salinidad afectó la concentración de K ($P \leq 0.01$) a los 77 ddt (Cuadro 19).

A los 47 y 107 ddt no existió efecto de la interacción de las sales y los portainjertos (Cuadro 19 y 22) sobre la concentración de K, esto es similar a lo obtenido por Rodríguez (2006), quien no encontró efecto en la concentración de K entre las plantas con y sin injerto. Sin embargo, se observó una tendencia a disminuir el K al incrementar el NaCl. En el Cuadro 22 se observan valores muy por debajo por lo mencionado por Jones (1999) quien menciona que el nivel óptimo de la concentración de K en hojas de tomate es de 2.7 a 5.9%. En la etapa vegetativa se consideran deficientes valores menores a 1.5% y durante la fructificación a aquellos menores a 2.5%. En el tratamiento NI (50 mM) se presentó la concentración más baja (0.8%), por lo tanto, en la planta se observaron síntomas de deficiencia de K. La reducción en la absorción de K^+ en la planta por el Na^+ es un proceso competitivo entre estos dos iones.

A los 77 ddt se presentaron diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$) mostrándose valores desde 1.0 a 2.4%, los cuales son deficientes de acuerdo con Jones (1999). El tratamiento de las plantas sin injertar (0 mM) presentó mayor concentración de K comparado con las plantas injertadas. Esto significa que el injerto no proporciona ventajas en la absorción de K en ausencia de NaCl. No obstante en la solución de 50 y 100 mM las plantas no injertadas disminuyeron un 55% su absorción del K, mientras que las plantas injertadas en MX, MF, BF, tan solo desciende 35.7, 15.8 y 27%, respectivamente. Resultados similares encontró Godoy (2007) en plantas de tomate con y sin injerto, en donde las plantas injertadas extrajeron 35% más K comparadas con las no injertadas.

Cuadro 22. Efecto del cloruro de sodio (NaCl) sobre la concentración de potasio (%) en tomate híbrido Caimán injertados en diferentes portainjertos.

Porta injerto	Concentración de NaCl (mM)											
	0			50			100			150		
	47	77	107	47	77	107	47	77	107	47	77	107
NI	2.0±0.1	2.4±0.3	1.9±0.2	1.4±0.5	1.1±0.1	0.8±0.1	2.0±0.2	1.2±0.1	1.0±0.7	1.2±0.4	2.2±0.3	2.1±.
	a	a	a	a	e	a	a	de	a	a	ab	a
MX	1.9±0.8	2.1±0.1	1.3±0.2	1.9±0.3	1.3±0.4	1.5±0.8	2.1±0.2	1.2±0.4	1.3±0.2	1.6±0.3	1.9±0.2	1.5±0.2
	a	abc	a	a	bcde	a	a	de	a	a	bcde	a
MF	1.7±0.3	2.0±0.1	1.3±0.2	1.6±0.1	1.4±0.3	1.2±0.2	1.8±0.3	1.2±0.3	1.2±0.7	1.4±0.3	1.2±0.3	1.6±0.7
	a	abcd	a	a	bcde	a	a	de	a	a	de	a
BF	1.8±0.5	1.8±0.3	1.3±0.2	1.6±0.7	1.3±0.2	1.2±0.3	1.8±0.3	1.4±0.4	1.2±0.6	1.5±0.1	1.0±0.4	1.4±0.4
	a	bcde	a	a	cde	a	a	bcde	a	a	e	a
CV	25.22	21.16	38.35	25.22	21.16	38.35	25.22	21.16	38.35	25.22	21.16	38.35

NI = no injertado; MX = portainjerto Maxifort; BF = portainjerto Beaufort; MF = portainjerto Multifort. Letras distintas entre columnas indican diferencia estadística significativa entre portainjertos por efecto de la concentración de cloruro de sodio (Tukey, $P \leq 0.05$).

El portainjerto Maxifort tuvo mayor eficiencia en la absorción de K comparado con el híbrido Caimán sin injertar y los otros portainjertos. Chung *et al.* (1997) encontraron que la concentración de K en hojas de tomate fue 54% mayor al injertar las plantas. El tratamiento NI (0 mM) obtuvo la mayor concentración de K (2.4%), mientras que los menores (1.1 y 1.0%) se encuentran en NI (50 mM) y BF (150 mM). En general, en los tres muestreos realizados (Cuadro 22) se hallaron niveles bajos de K al incrementar la concentración del NaCl en el medio de cultivo, debido a que la entrada de K^+ y Na^+ a la planta es mediante transportadores y canales iónicos del plasmalema, en donde los transportadores de K^+ pueden transportar al Na^+ y ser bloqueados debido a las altas concentraciones de este elemento en la solución nutritiva (Maathuis y Amtmann, 1999; Rodríguez-Navarro, 2000). Por lo tanto, existe una competencia por la entrada entre dichos iones.

6.7.1.4. Calcio

La salinidad, portainjerto o la interacción de éstos no influyeron en la concentración de calcio (Ca) en los muestreos 47 y 77 ddt (Cuadro 19). Sin embargo, a los 47 ddt (de 0 a 150 mM) el Ca disminuyó conforme aumentó la concentración de Na en las plantas sin injertar y en aquellas injertadas sobre Maxifort y Multifort. Esta disminución fue de 5.5, 18.8 y 38.8% respectivamente. No obstante, en BF sucede lo contrario, ya que en este caso sube 6.6% al pasar de 0 mM a 150 mM (Cuadro 23). A los 77 ddt, los portainjertos en la solución de 0 a 50 mM aumentaron y posteriormente disminuyeron, 29.1, 8.5, 6.4 y 25.8% para NI, MX, MF y BF (150 mM), respectivamente, donde las plantas sin injertar son las más afectadas en la concentración de calcio y las plantas injertadas en el portainjerto Multifort son las menos afectadas por este tipo de estrés. Al respecto, García (2007) encontró que la alta concentración de NaCl en la solución nutritiva (a los 60 días después del inicio de tratamientos) no afectó la concentración de Ca en la parte aérea joven de las variedades AF-1661 y Slice Max de pepino.

Al tercer muestreo (107 ddt) la interacción portainjerto x NaCl fue altamente significativa ($P \leq 0.01$) en la concentración de Ca (Cuadro 19). Al suministrar más Na en la solución disminuyó la concentración de Ca en hoja. Las altas cantidades de Na absorbido interfieren en la absorción de Ca y provoca deficiencias de éste (Grattan y Grieve, 1994).

Cuadro 23. Efecto del cloruro de sodio (NaCl) sobre la concentración de calcio (%) en tomate híbrido Caimán injertados en diferentes portainjertos.

Porta injerto	Concentración de NaCl (mM)														
	0		50		100		150								
	47	77	107	47	77	107	47	77	107	47	77	107	47	77	107
NI	2.0±0.3	3.3±0.3	4.8±0.6	2.1±0.5	3.7±0.1	4.4±0.4	2.4±1.2	2.9±0.5	2.9±1.0	1.9±0.4	2.6±0.6	3.2±0.0			
	a	a	ab	a	a	ab	a	a	b	a	a	b			
MX	2.2±0.6	3.5±0.4	4.8±0.4	2.9±1.5	3.6±0.2	4.7±0.8	1.6±0.8	2.9±0.6	4.2±0.7	1.8±0.5	3.2±0.4	3.6±0.2			
	a	a	ab	a	a	ab	a	a	ab	a	a	ab			
MF	3.0±0.9	3.4±0.2	4.1±0.5	2.4±0.8	3.6±0.4	4.1±0.7	2.6±0.9	3.7±0.2	4.4±0.7	1.8±0.8	3.5±0.2	3.5±0.7			
	a	a	ab	a	a	ab	a	a	ab	a	a	b			
BF	1.8±0.6	3.3±0.4	5.7±0.2	2.2±0.2	3.6±0.5	4.4±1.1	2.0±0.5	3.2±0.9	3.5±1.1	2.1±0.4	2.7±0.7	3.5±0.5			
	a	a	a	a	a	ab	a	a	b	a	a	b			
CV	37.03	14.81	17.93	37.03	14.81	17.93	37.03	14.81	17.93	37.03	14.81	17.93			

NI = no injertado; MX = portainjerto Maxifort; BF = portainjerto Beaufort; MF = portainjerto Multifort. Letras distintas entre columnas indican diferencia estadística significativa entre portainjertos por efecto de la concentración de cloruro de sodio (Tukey, $P \leq 0.05$).

El Ca en las plantas no injertadas disminuyó 40%, mientras que en las plantas injertadas en Maxifort, Multifort, Beaufort fue de 24.4, 14 y 37.7%, respectivamente. El injerto, en este caso, disminuye la magnitud del antagonismo Na-Ca, lo cual se asocia al mayor vigor del portainjerto ligado a una mayor transpiración (Adams y Ho, 1989). La concentración de Ca a los 107 ddt fue de 2.9 a 5.7%, rango que se considera dentro de los valores óptimos (Jones, 1999). En condiciones de estrés (de cualquier tipo) el Ca es esencial para desencadenar la cascada de señales que conducen a la transcripción de numerosos genes involucrados en la respuesta adaptativa (Bressan *et al.*, 1998; Pardo *et al.*, 1998; Trewavas y Malhó, 1998).

6.7.1.5. Magnesio

El efecto del NaCl y los portainjertos en la concentración de Mg en la planta no fue significativo a los 47 ddt (Cuadro 19). La concentración en hoja varió de 0.4 a 0.7% (Cuadro 24), rango considerado óptimo en tomate (Jones, 1999).

A los 77 ddt, se observaron diferencias estadísticas altamente significativas ($P \leq 0.01$), solo por el efecto de interacción de los factores de estudio (Cuadro 19). En las plantas sin injertar la concentración se mantuvo constante (0.9, 0.8 y 0.8%) en las concentraciones 0, 100 y 150 mM, respectivamente. Maxifort y Multifort presentan el mismo comportamiento; al incrementar el NaCl en la solución nutritiva desciende la concentración de Mg^{2+} en el tejido de la planta, dicho descenso es del 36.1 y 8.9%, respectivamente, al verse afectada la absorción de éste, la fotosíntesis también será afectada negativamente (Cuadro 24), ya que este nutriente forma parte estructural de molécula de la clorofila (Sánchez, 2000). En Beaufort, en las plantas tratadas con 0, 50 y 100 mM presentaron un incremento en la concentración de Mg del 15.7%. Por lo tanto las plantas injertadas sobre Maxifort son las más afectadas por el NaCl, ya que disminuyen el contenido de Mg al incrementar la concentración de sal en la solución, en contraste, con Beaufort al aumentar el Na en la solución, también lo hace el Mg en la planta. El portainjerto Beaufort es más selectivo a Mg, de acuerdo a los resultados para este portainjerto las altas concentraciones de Na no disminuyen la absorción de Mg. La concentración de Mg a los 77 ddt oscilo entre 0.7 a 1.1%, valor que concuerda por lo mencionado por Jones (1999; el rango óptimo de Mg en el tejido foliar de tomate es de 0.4 a 0.9%).

Cuadro 24. Efecto del cloruro de sodio (NaCl) en magnesio (%) en tomate híbrido Caimán injertados en diferentes portainjertos.

Porta injerto	Concentración de NaCl (Mm)															
	0			50			100			150						
	47	77	107	47	77	107	47	77	107	47	77	107	47	77	107	
NI	0.6±0.1	0.9±0.2	1.2±0.1	0.6±0.1	1.1±0.03	1.2±0.05	0.7±0.1	0.8±0.07	0.7±0.08	0.5±0.1	0.8±0.1	0.8±0.1	0.8±0.1	0.8±0.1	0.8±0.1	0.8±0.0
	a	abc	ab	a	a	ab	a	abc	c	a	abc	abc	a	abc	bc	bc
MX	0.5±0.1	1.1±0.2	1.4±0.1	0.7±0.2	0.9±0.05	1.1±0.1	0.7±0.2	0.7±0.1	1.1±0.2	0.7±0.2	0.9±0.06	0.9±0.06	1.0±0.1	1.0±0.1	1.0±0.1	1.0±0.1
	a	ab	a	a	abc	ab	a	bc	ab	a	abc	abc	a	abc	ab	ab
MF	0.6±0.2	0.9±0.1	1.2±0.1	0.4±0.1	0.8±0.07	1.0±0.1	0.7±0.1	0.8±0.05	1.2±0.1	0.6±0.1	0.8±0.07	0.8±0.07	0.9±0.1	0.9±0.1	0.9±0.1	0.9±0.1
	a	abc	ab	a	abc	ab	a	abc	ab	a	abc	abc	a	abc	bc	bc
BF	0.4±0.1	0.7±0.1	1.3±0.1	0.5±0.1	0.8±0.06	1.1±0.1	0.6±0.1	0.9±0.2	0.9±0.2	0.7±0.1	0.7±0.2	0.7±0.2	1.0±0.1	1.0±0.1	1.0±0.1	1.0±0.1
	a	abc	ab	a	abc	ab	a	abc	bc	a	abc	c	a	c	ab	ab
CV	30.28	17.95	14.32	30.28	17.95	14.32	30.28	17.95	14.32	30.28	17.95	14.32	30.28	17.95	14.32	14.32

NI = no injertado; MX = portainjerto Maxifort; BF = portainjerto Beaufort; MF = portainjerto Multifort. Letras distintas entre columnas indican diferencia estadística significativa entre portainjertos por efecto de la concentración de cloruro de sodio (Tukey, $P \leq 0.05$).

A los 107 ddt se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos (Cuadro 19), observándose una tendencia definida, ya que al incrementar la sal en el medio de cultivo disminuye el contenido de Mg en el tejido de la planta (Cuadro 24). En el caso de las plantas no injertadas son las que presentan el mayor descenso (41.9%) en la concentración del Mg, esto comparado con las plantas injertadas en Maxifort, Multifort, Beaufort, ya que éstas disminuyen 29.8, 24,1 y 28.1%, respectivamente. Lo anterior se debe a que las plantas injertadas tienen capacidad de extraer mayor concentración del Mg, lo cual se atribuye a su alto vigor y mayor cantidad de raíces comparadas con aquellas sin injertar. El rango de Mg en este muestreo fue de 0.7 a 1.4%. El menor valor se presentó en plantas no injertadas (100 mM) y el mayor en MX (0 mM); estos valores exceden el rango de suficiencia en el cultivo del tomate (Jones, 1999), quien considera que el rango óptimo de Mg en el tejido foliar es de 0.4 a 0.9%.

6.7.2 Micronutrientos

6.7.2.1. Manganeso

En el Cuadro 25, se observa que a los 47 y 107 ddt no existieron diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$). A los 47 ddt no presentó una tendencia definida respecto a la concentración de manganeso (Mn) por efecto del Na ni de los portainjertos. Resultados similares encontraron El-Fouly *et al.* (2002) en tomate. En el Cuadro 26 se presenta la concentración de este nutriente, la cual varió de 90.58 a 177.5 mg kg⁻¹, valores que se encuentran dentro del rango óptimo para tomate (Jones, 1999). Aunque a los 107 ddt las diferencias no resultaron significativas, se encontró que en las plantas no injertadas la concentración de Mn descendió 16.3% al incrementar el NaCl. Lo contrario sucedió con las plantas injertadas sobre Maxifort, Multifort y Beaufort; éstas aumentaron 90.8, 28.8 y 7.4%, respectivamente, al ascender la concentración de NaCl a 100 mM, por lo que nuevamente se aprecian las ventajas comparativas de los portainjertos al incrementar la concentración del elemento en la planta. En este muestreo los valores van de 191.70 a 348.36 mg kg⁻¹, valor que también excede el rango óptimo en el cultivo del tomate (Jones, 1999), el cual es 55 a 220 mg kg⁻¹ en hojas de tomate.

Cuadro 25. Concentración de micronutrientos (mg kg⁻¹) en tomate híbrido Caimán sin injertar e injertado en diferentes portainjertos y tratados con cuatro concentraciones de cloruro de sodio.

FV	GL	Concentración nutrimental																	
		47				77				107									
		Mn	Fe	Cu	B	Zn	Na	Mn	Fe	Cu	B	Zn	Na	Mn	Fe	Cu	B	Zn	Na
Portainjerto	3	NS	NS	NS	NS	NS	*	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
NaCl	3	NS	NS	NS	NS	*	**	**	NS	NS	NS	NS	**	NS	NS	NS	NS	NS	**
Portainjerto	9	NS	NS	NS	NS	NS	**	**	NS	NS	NS	NS	**	NS	NS	NS	NS	*	**
* NaCl																			

FV = fuente de variación; GL = grados de libertad; NS = no significativo; * = significativo al 5%; ** = significativo al 1%.

A los 77 ddt se tuvieron diferencias estadísticas altamente significativas ($P \leq 0.01$) debidas a portainjerto, salinidad y su interacción. Se encontró que a mayor concentración de NaCl, se incrementó la del Mn, independientemente de las plantas con y sin injerto. El incremento es de 92.3 y 21.76% en plantas no injertadas y Beufort con 50 mM con respecto a la solución con 0 mM; en Maxifort y Multifort fue de 81.9 y 98.3% en 100 mM en comparación a 0 mM. Resultados similares encontraron Tabatabaie *et al.* (2004) en tomate y Grieve y Fujiyama (1987) en arroz. No obstante, García (2007), al trabajar con pepino en la variedad AF-1661, encontró que conforme incrementa la concentración de sal, se reduce la concentración de Mn en 34.69% en la parte aérea (parte vieja). Por lo que las aplicaciones de NaCl, específicamente el cloro incrementa el contenido de Mn en las hojas del tomate.

6.7.2.2. Hierro

La concentración de Fe no fue afectada por los factores en estudio (Cuadro 25), además de no existir ninguna tendencia definida entre los tratamientos. A los 47 ddt los valores presentados en cuanto a la concentración del cloruro de sodio variaron de 133.5 a 189.1 mg kg⁻¹, a los 77 ddt la variación fue de 247 a 430 mg kg⁻¹ y a los 107 ddt el intervalo estuvo comprendido de 311.9 a 365.5 mg kg⁻¹ (Cuadro 22A), estos valores exceden el límite de suficiencia de acuerdo con Jones (1999) quien menciona que el nivel óptimo de Fe²⁺ en hojas del tomate es de 101 a 291 mg kg⁻¹. La concentración de Fe se incrementó con la permanencia del cultivo en condiciones de altas concentraciones de salinidad. Aunque no existen diferencias significativas hay un ascenso en la concentración, lo que concuerda con los trabajos realizado por Maas (1986) en tomate, soya y calabaza.

Cuadro 26. Efecto del cloruro de sodio (NaCl) sobre la concentración de manganeso (mg kg^{-1}) en hojas de tomate híbrido Caimán injertados en diferentes portainjertos.

Porta Injerto	Concentración de NaCl (Mm)														
	0			50			100			150					
	47	77	107	47	77	107	47	77	107	47	77	107	47	77	107
NI	124.5±35.	110.58±11.	268.92±110	114.03±24.	204.20±26.	248.20±13.	177.50±82.	176.73±35.	232.92±98.	114.23±49.	144.29±42.	224.97±.			
	38 a	08 b	.80 a	65 a	42 ab	04 a	95 a	46 ab	68 a	48 a	30 b	a			
MX	92.74±42.	132.08±32.	191.72±35.	142.85±55.	213.48±51.	204.53±57.	149.52±48.	216.38±95.	348.36±95.	123.56±27.	209.32±47.	297.96±18.			
	0 a	32 b	01 a	51 a	80 ab	03 a	60 a	44 ab	39 a	82 a	37 ab	65 a			
MF	116.08±32	147.41±26.	240.88±72.	90.58±50.1	221.99±53.	231.92±64.	126.37±36.	289.91±60.	310.30±64.	115.56±52.	213.50±15.	229.80±36.			
	.60 a	46 b	45 a	7 a	72 ab	91 a	55 a	80 a	68 a	47 a	44 ab	95 a			
BF	110.50±37	169.34±26.	241.82±47.	104.66±29.	216.45±43.	233.91±36.	94.24±7.10	189.29±42.	261.11±92.	124.18±23.	189.29±68.	255.48±33.			
	.37 a	36 ab	39 a	06 a	19 ab	88 a	a	62 ab	91 a	77 a	29 ab	12 a			
CV	35.88	24.66	25.60	35.88	24.66	25.60	35.88	24.66	25.60	35.88	24.66	25.60			

NI = no injertado; MX = portainjerto Maxifort; BF = portainjerto Beaufort; MF = portainjerto Multifort. Letras distintas entre columnas indican diferencia estadística significativa entre portainjertos por efecto de la concentración de cloruro de sodio (Tukey, $P \leq 0.05$).

6.7.2.3. Boro

De acuerdo con el análisis de varianza (Cuadro 25), no existieron diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$) en los tres muestreos realizados. Al igual que en Fe^{2+} no se presentó una tendencia definida en cuanto a los portainjertos ni a la concentración de NaCl. Los valores correspondientes a la concentración del cloruro de sodio en el primer muestreo oscilaron desde 249.2 hasta 305.3 mg kg^{-1} , en el segundo de 131.6 a 154 mg kg^{-1} y en el tercero de 109.5 a 134.7 mg kg^{-1} (Cuadro 22A). Estos valores excedieron los límites de suficiencia de B en el cultivo de tomate (Jones, 1999), y coincidieron con los trabajos realizados por Cheeseuman (1988), quien menciona que el NaCl incrementa la toxicidad por B.

6.7.2.4. Cobre

La concentración de cobre no fue influenciada en los tres muestreos realizados (47, 77 y 107 ddt) por la interacción portainjertos x NaCl ($P > 0.05$) en las plantas tanto injertadas como no injertadas. Lo anterior coincide con lo encontrado por El-Fouly *et al.*, (2002) en cultivo del tomate y por Turhan y Eris (2005) en fresa. A los 47 días después del trasplante el contenido de cobre fue de 4.8 a 7.2, a los 77 de 71.2 a 81.4 y de 73.8 a 87.4 mg kg^{-1} a los 107 ddt (Cuadro 22A). En el primer muestreo el rango se encuentra dentro del intervalo óptimo (Jones, 1999); mientras que, en los posteriores la concentración está arriba del límite de suficiencia. Aunque no hay tendencia definida, es notorio que conforme la planta crece a altas concentraciones de NaCl, la concentración de cobre aumenta en las hojas.

6.7.2.5. Zinc

A los 47 ddt se encontró efecto del NaCl sobre la concentración de Zn en la hoja (Cuadro 25). Al aumentar la sal también lo hace la concentración de Zn. Resultados similares se encontraron en tomate, soya y calabaza (Maas, 1986). El rango de concentración de Zn fue de 42.7 a 108.3 mg kg^{-1} , el cual excede el rango óptimo (20 a 85 mg kg^{-1}) de este nutrimento en el cultivo del tomate (Jones, 1999).

Cuadro 27. Efecto del cloruro de sodio (NaCl) sobre la concentración de zinc (mg kg^{-1}) en tomate híbrido Caimán injertado en diferentes portainjertos.

Porta Injerto	Concentración de NaCl (mM)												
	0		50		100		150						
	47	77	107	47	77	107	47	77	107	47	77	107	150
NI	50.9±13.7	39.4±8.7	76.8±54.8	56.6±21.6	88.5±120.6	112.1±44.7	93.3±37.3	84.4±67.2	20.3±11.0	67.3±25.3	85.7±82.3	98.7±0.0	
	a	a	ab	a	a	ab	a	a	b	a	a	ab	
MX	50.7±23.9	45.4±16.6	99.2±50.7	71.2±29.8	54.5±20.9	70.0±91.7	108.3±70.8	48.9±38.8	142.9±91.7	75.3±15.3	57.5±38.0	69.1±11.0	
	a	a	ab	a	a	ab	a	a	a	a	a	ab	
MF	62.5±31.43	41.0±24.2	37.8±13.2	38.7±15.5	40.5±23.5	50.3±26.3	67.1±22.8	59.7±18.9	101.1±17.7	67.1±30.0	52.9±22.5	54.9±17.7	
	a	a	ab	a	a	ab	a	a	ab	a	a	ab	
BF	42.8±14.7	48.4±33.1	112.9±34.9	50.6±16.5	97.2±23.4	95.1±47.7	60.3±18.8	48.5±26.7	105.8±51.1	67.7±8.9	80.2±41.7	38.2±14.9	
	a	a	ab	a	a	ab	a	a	ab	a	a	ab	
CV	44.42	76.51	51.59	44.42	76.51	51.59	44.42	76.51	51.59	44.42	76.51	51.59	

NI = no injertado; MX = portainjerto Maxifort; BF = portainjerto Beaufort; MF = portainjerto Multifort. Letras distintas entre columnas indican diferencia estadística significativa entre portainjertos por efecto de la concentración de cloruro de sodio (Tukey, $P \leq 0.05$).

A los 77 ddt no se observaron diferencias estadísticas significativas (Cuadro 25) debidas a los factores o su interacción. Las plantas injertadas en Multifort y tratadas con 0 y 50 mM son las que presentaron la menor concentración de Zn (41.0 y 40.5 mg kg⁻¹, respectivamente), mientras que las mayores (88.5, 84.4 y 85.7 mg kg⁻¹) se presentaron en las plantas no injertadas en 50, 100 y 150 mM, respectivamente. Al igual que el muestreo anterior, se presentó una correlación positiva entre la salinidad y la concentración de Zn. Esto difiere de lo encontrado por García (2007), al evaluar cinco concentraciones de NaCl y dos variedades de pepino, ya que menciona que al aumentar el NaCl, desciende la concentración de Zn. En este muestreo la concentración de Zn está dentro del rango óptimo para tomate (Jones, 1999).

Al tercer muestreo (107 ddt) se observaron diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$) en la concentración de Zn por efecto de interacción portainjerto x NaCl (Cuadro 27). Las plantas injertadas sobre Maxifort y Multifort incrementaron 44.1 y 267.5% en el tratamiento con 100 mM respecto a 0 mM de NaCl. En plantas no injertadas la concentración de Zn incrementó 45.9% con 50 mM de NaCl, lo contrario sucedió con la concentración de 100 mM, el cual descendió 26.4%, comparado en ambos casos con el testigo. En el portainjerto Beaufort la concentración de Zn disminuyó 33.8% para 150 mM respecto a 0 mM de NaCl. El rango encontrado en el tercer muestreo fue de 20.3 a 142.9 mg kg⁻¹, y este excedió el óptimo de acuerdo con Jones (1999).

6.7.2.6. Sodio

En los tres muestreos realizados durante el ciclo del cultivo, la interacción de la concentración del NaCl y de los portainjertos afectó la concentración de Na en las hojas (Cuadro 25). A los 47 ddt, no existieron diferencias (Cuadro 28) entre las plantas sin injertar e injertadas, las primeras presentaron mayor concentración de Na (6.3, 13.1 y 22.1%) comparadas con Maxifort, Multifort, Beaufort, respectivamente. Al incrementar la concentración del NaCl en la solución nutritiva, también lo hizo el Na en las hojas, pero este incremento estuvo en función del tipo de las plantas, ya que las no injertadas y abastecidas con 150 mM de NaCl aumentaron 13.26 veces la concentración de este elemento comparadas con el testigo (0 mM de NaCl). En el caso de las plantas injertadas sobre Maxifort y Multifort la concentración de Na aumentó 9.27 y 7.31 veces, respectivamente.

Resultados similares encontró Fernández-García *et al.* (2003) en tomate injertado en condiciones salinas (60 mM). La absorción de Na y Cl fue significativamente más baja en plantas injertadas comparada con aquellas sin injertar. Además, se observó la habilidad que tienen los portainjertos de regular el transporte de iones salinos durante el ciclo de crecimiento de la planta (Cuartero *et al.*, 2005). Las plantas de tomate injertadas presentaron mayor tolerancia a la salinidad. El portainjerto Beaufort incrementó de 14 veces la concentración de Na en hojas cuando la concentración de NaCl en la solución fue de 150 mM, debido a que el portainjerto Beaufort no tiene la capacidad de los anteriores para excluir iones Na^+ .

A los 77 ddt, se obtuvo un incremento en la concentración de Na de 7.18, 8.58, 7.9 y 8.99 veces en no injertadas, Maxifort, Multifort y Beaufort, respectivamente en la solución con 150 mM de NaCl comparado con la de 0 mM de NaCl; no obstante las mayores concentraciones (5.14, 4.89 y 4.58%) de este elemento benéfico se presentaron en plantas no injertadas (50 y 100 mM de NaCl) y en Maxifort (150 mM NaCl). Además, la concentración de Na comparado con el primer muestreo crece de manera importante. Por lo tanto, se puede observar que las plantas tienen la capacidad de adaptarse al estrés salino.

En el último muestreo (107 ddt), nuevamente se presentó una relación positiva entre el NaCl en el medio y la concentración de Na en la hoja, independientemente si son plantas injertadas o no, ya que al incrementar el NaCl en el medio de cultivo, también lo hizo el Na en la planta. Resultados similares encontraron Santa-Cruz *et al.* (2002) en tomate. El tratamiento 150 mM presentó un ascenso de 9.4, 6.65, 1.37 y 12.9 veces más comparadas con el testigo (0 mM), tanto para las plantas no injertadas, como para aquellas injertadas en Maxifort, Multifort y Beaufort, respectivamente (Cuadro 28), resultados similares encontró García (2007) en pepino, lo cual difiere con lo informado por Fernández-García *et al.* (2003) en tomate y Romero *et al.* (1997) en melón; al mencionar que los portainjertos presentan ventajas comparativas, al reducir o excluir los iones de Na^+ y Cl^- y, de esta manera evitan o disminuyen el daño a la planta del tomate a lo largo de su ciclo de crecimiento, y toleran el estrés salino.

Cuadro 28. Efecto del cloruro de sodio (NaCl) sobre la concentración de sodio (mg kg⁻¹) en tomate híbrido Caimán injertados sobre diferentes portainjertos.

Port	Concentración de NaCl (mM)											
	0		50		100		150					
inje	47	77	107	47	77	107	47	77	107	47	77	107
rto												
NI	1689.3± 261.4	5685.0±1 420.2	4339.400± 643.6	13223.1±6 166.6	48925.2±8 156.1	36183.7±7 649.6	13169.0±3 492.2	45786.2±2 7191.7	29851.7±9 895.6	22408.9±1 0208.6	40867.1±4 1299.2	40799.0±0.0 .
MX	1583.5± 617.6	5990.8±1 739.9	5436.95±1 715.1	7805.3±41 90.5	25117.7±7 123.4	26652.7±1 2311.4	9243.2±30 85.2	15713.0±4 490.5	17953.5±3 529.6	14685.1±9 810.1	51422.2±2 0774.9	36199.67±1 2017.2
MF	1467.0± 640.4	4930.5±5 67.1	3830.12±8 52.1	6083.3±17 66.7	20659.0±4 083.0	24749.2±3 369.1	6351.3±52 79.0	32290.0±1 5553.5	25360.4±1 9683.9	10728.3±5 224.2	39135.5±1 0711.1	52824.5±86 16.6
BF	1351.3± 390.2	3835.0±6 96.8	3494.95±7 11.4	6053.5±16 26.4	20468.5±7 72.4	24662.0±3 946.8	9433.5±49 08.8	21313.0±4 175.3	20044.2±6 648.8	18770.5±1 0688.7	34493.1±2 952	45224.0±22 215.8
CV	4.98	59.65	42.30	4.98	59.65	42.30	4.98	59.65	42.30	4.98	59.65	42.30

NI = no injertado; MX = portainjerto Maxifort; BF = portainjerto Beaufort; MF = portainjerto Multifort. Letras distintas en la misma columna indican diferencia estadística significativa entre portainjertos por efecto de la concentración de cloruro de sodio (Tukey, $P \leq 0.05$).

6.8. Concentración de prolina

El efecto del NaCl sobre la concentración de prolina en las hojas de las plantas injertadas en diferentes portainjertos y del testigo (NI) se presenta en el Cuadro 29. La determinación de este compuesto orgánico se llevó a cabo a los 33, 66 y 108 días después del inicio de la aplicación de NaCl, para lo cual se muestrearon las hojas recientemente maduras.

Cuadro 29. Significancia estadística de la concentración de prolina (mmol g^{-1} de peso seco) en hojas de tomate híbrido Caimán sin injertar e injertado en distintos patrones a los 33, 66 y 108 días después del tratamiento con diferentes concentraciones de cloruro de sodio.

FV	GL	Prolina (mmol g^{-1} de peso de biomasa seca)		
		33	66	108
Portainjerto	3	*	NS	NS
NaCl	3	**	**	**
Portainjerto x NaCl	9	**	**	**

FV = fuente de variación; GL = grados de libertad; NS = no significativo; * = significativo al 5%; ** = significativo al 1%.

En el primer muestreo (33 ddt) se encontró que a mayor concentración de NaCl en la solución nutritiva, se incrementa la concentración de prolina en hoja ($P \leq 0.05$; Figura 8a).

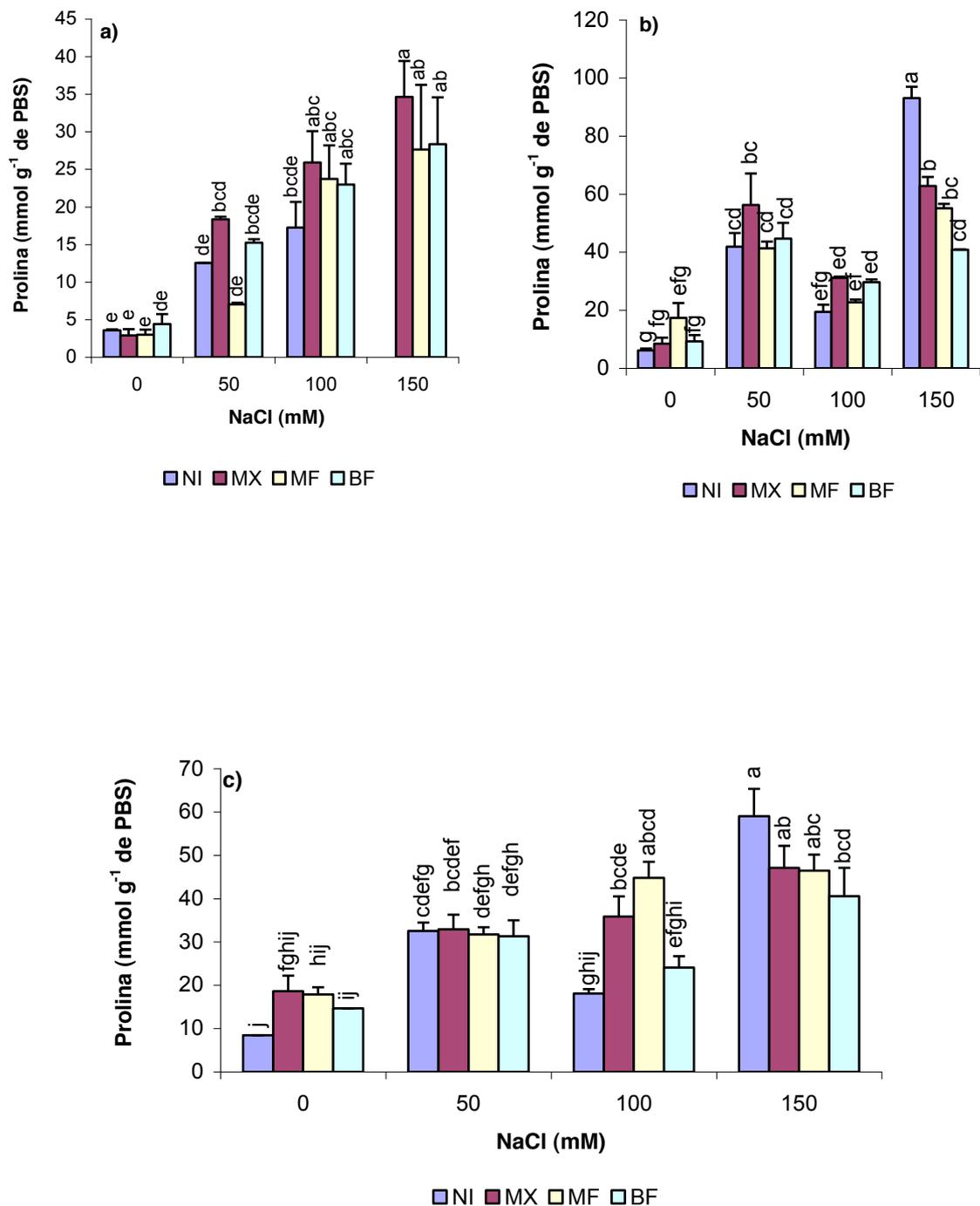


Figura 8. Concentración de prolina (mmol g^{-1} peso de biomasa seca) en hojas de tomate híbrido Caimán sin injertar e injertado con distintos patrones a los a) 33, b) 66 y c) 108 días después del tratamiento con diferentes concentraciones de cloruro de sodio.

Letras distintas en cada figura indican diferencia estadística significativa (Tukey, $P \leq 0.05$). PBS = peso de biomasa seca.

La concentración de prolina en plantas no injertadas aumentó 79.6% al pasar la concentración de 0 a 100 mM de NaCl. Las plantas injertadas sobre Maxifort, Multifort y Beaufort aumentaron 91.6, 89.2 y 84.1%, respectivamente, la concentración de prolina en la solución con 150 mM, con respecto a la solución de 0 mM de NaCl (Figura 8a). El portainjerto Maxifort presentó la mayor concentración de prolina ($34.65 \text{ mmol g}^{-1}$ de peso de biomasa seca) en las hojas como resultado de un ajuste osmótico bajo condiciones salinas (Ruiz *et al.*, 2005). Lo opuesto ocurrió en plantas no injertadas: altas concentraciones de Na^+ y Cl^- y la baja concentración de prolina resultó de la menor adaptación a las condiciones salinas. Por lo tanto, la biomasa de estas plantas disminuyó. Ruiz *et al.* (2005) encontraron que las plantas de tomate Sevilla, injertadas sobre el portainjerto Brillante, incrementaron 83% la concentración de prolina cuando se utilizó la solución de 100 mM de NaCl comparadas con el testigo (0 mM). No obstante, las plantas no injertadas sólo aumentaron un 18.8% respecto al testigo. Por lo tanto, el portainjerto Maxifort es más resistente al estrés causado por las altas concentraciones de NaCl.

Los portainjertos de tomate que se definen como tolerantes a la salinidad y son usados en los injertos de plantas, éstas requieren la presencia de NaCl en el medio para inducir cambios metabólicos que implican resistencia a este tipo de estrés abiótico, en este caso, es el incremento en la síntesis de prolina (Ruiz *et al.*, 2005).

A los 66 ddt (Figura 8b), al igual que en el muestreo anterior, se observaron diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$) atribuidas a NaCl y a la interacción portainjerto y NaCl (Cuadro 29). Se encontró que la concentración de prolina aumentó conforme se incrementó la salinidad. En esta fecha se dió un incremento de 90.12, 86.55, 68.56 y 76.20% en NI, MX, MF y BF, respectivamente. Sin embargo, las plantas no injertadas fueron las que tuvieron la menor y mayor concentración de prolina (6.19 y $93.114 \text{ mmol g}^{-1}$ de peso para 0 y 150 mM de NaCl en la solución; Figura 8b). Resultados similares reportan Shannon (1997) en *Medicago sativa* L., y mencionan que al incrementar la concentración de NaCl aumenta la concentración de prolina, además de encontrar correlación positiva con el Ca. No obstante, difiere con Ruiz *et al.* (2005), al mencionar que el portainjerto Brillante en el tomate incrementó 83% la prolina comparado con el testigo de tan sólo 18.8%.

Por último, en el tercer muestreo (108 ddt, Figura 8c) se encontraron diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$) para NaCl y la interacción Portainjerto x NaCl.

Las plantas no injertadas obtuvieron la menor y la mayor acumulación de prolina (8.48 y 59.01 mmol g⁻¹ de peso de biomasa seca) con 0 y 150 mM de NaCl. Al pasar de 0 mM a 150 mM NaCl se tuvieron los siguientes incrementos: 85.6, 60.91, 61.47 y 63.86% para las no injertadas, y las injertadas en Maxifort, Multifort y Beaufort, respectivamente. Se observó el mismo comportamiento en las plantas injertadas. Resultados similares encontraron Hassan y Desouki (1982) en *Lycopersicon peruvianum* en donde las células tolerantes a la salinidad acumularon elevadas cantidades de prolina en un medio con 100 mM de NaCl. Shannon (1997), menciona que la alta acumulación de prolina en las células tolerantes beneficia y aumenta la osmoprotección. García (2007) al trabajar con pepino con distintos niveles de NaCl, encontró un incremento en prolina conforme se aumentó la concentración de sal en la solución nutritiva.

En los tres muestreos realizados se encontró una correlación positiva de la prolina con el NaCl, lo cual indica que al incrementar la sal en el medio de cultivo también lo hace la prolina, esta última tiene una función osmoprotectante para continuar el crecimiento celular bajo condiciones de estrés y así evitar la deshidratación celular y en consecuencia la muerte de la planta (Munns, 2005).

VII. CONCLUSIONES

Con base en los resultados se concluye lo siguiente:

1. Los portainjertos aumentan la tolerancia a sales. La concentración de 150 mM cloruro de sodio causó la disminución de altura y diámetro, siendo las plantas no injertadas las más afectadas y las menos las injertadas sobre Maxifort.
2. El portainjerto Maxifort es el más tolerante a la salinidad, mientras el portainjerto Beaufort presentó la menor tolerancia a la salinidad.
3. El rendimiento del cultivo del tomate se reduce drásticamente al incrementar la salinidad de 0 a 150 mM en la solución nutritiva. Y los portainjertos responden en forma similar en cuanto al estrés causado por la sal.
4. La salinidad afecta la concentración nutrimental: el contenido de nitrógeno total, potasio, calcio y magnesio a lo largo del ciclo de producción se ven afectados de manera negativa por las altas concentraciones de cloruro de sodio; en cambio, el fósforo se afecta de manera positiva, independientemente de los portainjertos. En cuanto a los micronutrientes (Fe^{2+} , B, Cu^{2+} , Mn^{2+} y Zn^{2+}) el NaCl no afectó estadísticamente el contenido; no obstante, los valores exceden su rango óptimo de suficiencia. La concentración de Na incrementa al ascender la concentración de cloruro de sodio en la solución nutritiva; además los portainjertos tienen la capacidad de excluir este ion y son capaces de reducir el estrés iónico.
5. El portainjerto Maxifort presentó el mayor peso fresco de raíz, por lo que presenta mayor vigor de planta y de sistema radical capaz de absorber eficientemente agua y nutrientes. Las plantas injertadas sobre los portainjertos presentan mayor acumulación de materia fresca y seca total. Por lo tanto, los portainjertos son una estrategia válida para disminuir el efecto del estrés salino en el crecimiento de la planta del tomate.
6. La tasa de asimilación neta de CO_2 disminuye al aumentar la concentración de sodio de 0 a 100 mM en la solución nutritiva, siendo las plantas sin injertar las más afectadas por el estrés abiótico causado por la sal. Es decir, los portainjertos son una herramienta útil para disminuir el efecto del cloruro de sodio sobre la fotosíntesis, ya que son los menos dañados por la sal y de éstos el Beaufort.
7. El color del fruto del tomate se ve afectado por la concentración de cloruro de sodio, pero no por los portainjertos; además de no presentar una tendencia definida. La salinidad no afecta la firmeza del fruto del tomate, pero sí el sabor,

- ya que aumentar el cloruro de sodio en el medio de cultivo, también incrementan la acidez y los sólidos solubles totales del fruto considerándolo de muy buena calidad. Siendo los portainjertos (específicamente el Maxifort) los que presentan mejores características en el sabor del fruto.
8. El contenido de prolina en las plantas injertadas aumenta más que aquellas sin injertar, siendo Maxifort el que incrementó más la concentración de prolina en las hojas. Por lo tanto, los portainjertos tienen mayor capacidad de ajustar su potencial osmótico para resistir las condiciones salinas.
 9. El injerto provee una alternativa que puede aumentar la tolerancia a la salinidad, dependiendo el tipo de portainjerto o variedad injertada.

VIII. LITERATURA CITADA

- Adams, P. 1986. Mineral nutrition, pp. 281-334. *In*: J.G. Atherton and J. Rudich (Eds), The Tomato crop: Cientific Basis for Improvement. Chapman & Hall, New York, NY, USA.
- Adams, P. and L.C. Ho. 1989. Effects of constant and fluctuating salinity on the yield, quality and calcium status of tomatoes. *J. Hortic Sci.* 64: 725-732.
- Alcántar, G.G., y V. M. Sandoval. 1999. Manual de Análisis Químico de Tejido Vegetal. Guía de muestreo, preparación, análisis e interpretación. Publicación Especial No. 10 de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo A.C., Chapingo, Méx., 156 p.
- Allen, J. A., J. L. Chambers, and M. Stine. 1994. Prospects for increasing the salt tolerance of forest trees: a review. *Tree Physiol.* 14: 843-853.
- AOAC. Association of Official Agricultural Chemist. 1990. Official methods of analysis of Association of Official Analytical Chemist. Fruits and fruits products. 13th ed. Washington, D.C. 1023 p.
- Asao, T., N. Shimizu, K, Ohta, and T. Hosoki. 1999. Effect of rootstocks on the extention of harvest period of cucumber (*Cucumis sativus* L.) grown in no-renewal hydroponics. *J. Jpn. Soc. Hortic. Sci.* 68: 598-602.
- Bates, L.S., R.P., Waldren, and I.D. Teare. 1973. Rapid determination of free proline plants. *Agronomie* 23. 447-454.

- Behboudian, M.H., E. Torokfaaly and R.R. Walker. 1986. Effects of salinity on ionic content, water relations and gas exchange parameters in some citrus scion-rootstock combinations. *Sci. Hortic.* 28:105-116.
- Bernstein, L., L.E., Francois, and R.A. Clark. 1974. Interactive effects of salinity and fertility on yields of grains and vegetables. *Agron. J.* 66:412-421.
- Bremner, L. M. 1965. Total nitrogen. *In: C.A. Black (Ed.). Methods of soil analysis. Part 2. Agronomy 9. American Society of Agronomy. Madison, WI, U.S.A.*
- Bressan, R.A., P.M. Hasegawa, and J.M. Pardo. 1998. Plants use calcium to resolve salt stress. *Trends in Plant Sci.* 3:411-412.
- Burgueño, H. y M. Barba. 2001 El injerto en hortalizas. *Hortalizas, Frutas y Flores. Editorial Agro Síntesis S. A. de C. V., diciembre 31: 8-13.*
- Camacho, F. y E. Fernández 1997. Influencia de patrones utilizados en el cultivo de sandía bajo plástico sobre la producción, precocidad y calidad del fruto en Almería. *Caja Rural de Almería, Almería, España.*
- Castellanos R., J. y P. Vargas. 2004. El uso de sustratos en la horticultura bajo invernadero. p. 124-150. *In: Castellanos, J.Z. (ed). Manual de producción hortícola en invernadero. 2ª. Ed. INTAGRI, México. pp. 130-252.*
- Cheeseuman, J.M. 1988. Mechanisms of salinity tolerance in plants. *Plant Physiol.* 87: 547-550.
- Chung, H.D. 1995. Prevention of injury by successive cropping through development of the grafting methods in plants tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill.). *Prog. Rep., Special Research Project, Ministry of Agric., Corea.*
- Chung, H. D., S.J. Youn, and Y.J. Choi. 1997. Effects of rootstock on yield, quality and components of tomato fruit. *J. Korea Soc. Hortic. Sci.* 38: 603-607.
- Chung, H.D. and J. Choi. 2002. Growth on varying soil EC and election of salt-tolerant rootsrotck of tomato (*Lycopersicon* spp.). *J. Korea Soc. Hortic. Sci.* 43:536-544.
- Cornish, P. S. 1992. Use of high electrical conductivity of nutrient solution to improve the quality of salad tomatoes (*Lycopersicon esculentum* L.) grow in hydroponic culture. *Austr. J. Exper. Agric.* 32:513-520.
- Costa, P., A.G. Giacomelli, C. Kubota, and J. Merle. 2004. Preliminary study on effects of enviromental conditionts and salinity on tomato plants (*Lycopersicon esculentum* L.) growth status in semi-arid regions. *Acta Hortic.* 659:557-564.

- Cuartero, J., M.C. Bolarin, M.J. Asíns, and V. Moreno. 2005. Increasing SALT tolerance in the tomato. *J. Exper. Bot.* 57:1045-1058.
- Dale, G. and R. Henry. 2003. Biotechnology for salt tolerance and/or enhanced water use in plants—interesting science or a pathway to the future? 9th National Conferences, Salinity under the sun – investing in prevention and rehabilitation of salinity in Australia. Queensland, Australia.
- Del Amor, F. M., V. Martinez, and A. Cerda. 1999. Salinity duration and concentration affect fruit yield and quality, and growth and mineral composition of melon plants grown in perlite. *HortScience* 34:1234-1237.
- Eldestein, M., M. Ben-Hur, R. Cohen, Y. Burger, and I. Ravina. 2004. Boron and salinity effects on grafted and non-grafted melon plants. *Plant and Soil* 269:273-284.
- El-Fouly, M., M. Moubarak, and Z.A. Salama. 2002. Micronutrient foliar application increases salt tolerance of tomato seedlings. *Acta Hortic.* 573:467-474.
- Estañ, M.T., M.M. Martínezn-Rodríguez, F. Perez-Alfocea, T.J. Flowers, and C.M. Bolarin. 2004. Grafting raises the salt tolerance of tomato through limiting the transport of sodium and chloride to the shoot. *J. Exper. Bot.* 56:703-712.
- FAO (Food and Agriculture Organizations). 2000. FAO/UNESCO Soil Map of the Wold. [En línea]. <http://www.Lib.berkeley.edu/EART/fao.html>. (Consulta: noviembre 2006).
- Fernández-García, N., A. Cerda, and M. Carvajal 2003. Grafting, a useful technique for improving tolerance of tomato. *Acta Hortic.* 609:251-256.
- Flores, P., J. M. Navarro, M. Carvajal, A. Cerda and V. Martinez. 2003. Tomato yield and quality as affected by nitrogen source and salinity. *Agronomie* 23:249-256.
- Francois, L.E. 1987. Salinity effects on asparagus yield and vegetative growth. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 112:432-436.
- Francois, L. E., E.V. Mass, T.J. Donovan, and V.L. Younges. 1986. Effects of salinity on grain and quality, vegetative growth, and germination of semi-dwarf and durum sheat. *Agronomie J.* 78:1053-1058.
- Frommer, W. B., U. Ludewig, and D. Rentsch. 1999. Taking transgenic plants with a pinch of salt. *Science* 285:1222-1223.
- García, M. L.F. 1989. Respuestas fisiológicas de los vegetales a la salinidad. *Ars Pharmaceutica*. Tomo XXX, Núms. 1-2. 103-116.

- García, M.S. 2007. Respuestas agronómicas y fisiológicas del pepino a diferentes concentraciones de cloruro de sodio. Tesis de Maestro en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México.
- Godoy, H.H. 2007. Influencia del injerto y nutrición en tomate sobre rendimiento, materia seca, extracción y diagnóstico de nutrimentos en planta y suelo en invernadero. Tesis de Maestro en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México.
- Gómez M., A. 1997. Injerto de Hortalizas. Editorial. GENERALITAT VALENCIANA (Conselleria de Agricultura, Pesca y Alimentación). Valencia España, 88 pp.
- Grattan, S.R. y C.M. Grieve. 1994. Mineral nutrient acquisition and response by plants grown in saline environments. *In: Handbook of Plant and Crop Stress* (M. Pessarakli, ed.) Marcel Dekker, Inc. New York, NY USA, pp. 203-226.
- Grattan, S.R. and E.V. Maas. 1985. Root control of leaf phosphorus and chloride accumulation in soybean under salinity stress. *Agron. J.* 77: 890-895.
- Grierson, D. and A.A. Kader. 1986. Fruit ripening and quality, pp. 241-280. *In: J.G. Atherton and J. Rudich (Eds.), The Tomato Crop. A Scientific Basis for Improvement.* Chapman & Hall, New York, NY, USA.
- Grieve, C. M. and H. Fujiyama. 1987. The response of two rice cultivars to external Na/Ca ratio. *Plant Soil* 147: 245-250
- Hasegawa, P. M., R. A. Bressan, J.-K. Zhu, and H. J. Bohnert 2000. Plant cellular and molecular responses to high salinity. *Annu. Rev. Plant Physiology. Plant Mol. Biol.* 51:463-499.
- Hartmann, H. T., D. E. Kester, and F. T. Davies, Jr. 1990. *Plant propagation, principles and practices.* Fifth ed. Prentice Hall, New Jersey, USA. 647 p.
- Hassan, A.A. and Desouki, I. A.M. 1982. Tomato evolution and selection for sodium chloride tolerance. *Egypt. J. Hortic.* 9: 153-162.
- Ho, L.C., R.I. Grange, and A.J. Picken. 1987. An analysis of the accumulation of water and dry matter in tomato fruit. *Plant Cell Environ.* 10:157-162.
- Horie, T., K. Yoshida, H. Nakayama, K. Yamada, S. Oiki, and A. Shinmyo. 2001. Two types of HKT transporters with different properties of Na⁺ and K⁺ transport in *Oryza sativa*. *Plant J.* 27:129-138.
- Hoyos, P. y A. Duque. 2003. Influencia del injerto sobre la producción y calibre, en dos cultivares de tomate para fresco, cultivado en invernadero. Disponible en:

<http://www.larural.es/congresocch/trabajos/oa22.htm> (Consulta: noviembre 2006).

- Jeffree C. E, and M. M. Yerman. 1982. Development of intercellular connections between opposing cells in a graft union. *New Phytol.* 1983:491-509.
- Jones, J. B. 1999. Tomato plant culture: In the field, greenhouse and home garden. CRC Press LLC. New York, NY, USA. 198 p.
- Jungklang, J., Y. Sunohara, and H. Matsumoto. 2003. Differences in physiological responses to NaCl between salt-tolerant *Sesbania rostrata* Brem. & Oberm. and non-tolerant *Phaseolus vulgaris* L. *Weed Biol. and Manage.* 3:21-27.
- Kim, S.E., K.H. Jung, and J.M. Lee. 1999. Contents of mineral elements and cytokinins in xylem sap of two oriental melon cultivars affected by rootstocks. *Kor. J. Hortic. Sci. Tech.* 17:742-746.
- Kramer, D. 1984. Cytological aspects of salt tolerance in higher plants. *In: Salinity tolerance in plants. Strategies for crop improvement.* R.C. Staple; G.H. Toeniessen. (eds). Wiley & Sons, New York, NY, USA. pp 21-37.
- Lee, J. M. 1994. Cultivation of grafted vegetables. I. Current status, grafting methods, and benefits. *HortScience* 29:235-239.
- Lee, J. M. 2003. Advances in vegetable grafting. *Chronica Hortic.* 43:13-19.
- Lee, J. M., and M. Oda. 2003. Grafting of herbaceous vegetable and ornamental crops. *Hortic. Rev.* 28: 61-124.
- Li, Y.L., C. Stanghellini, and H. Challa. 2001. Effect of electric conductivity and transpiration on production of greenhouse tomato (*Lycopersicon esculentum* L.). *Scientia Horticulturae-Amsterdam* 88:11-29.
- López-Galarza, S., A. San Bautista, D.M. Pérez, A. Miguel, C. Baixauli, B. Pascual, J.V. Maroto, and J.L. Guardiola. 2004. Effects of grafting and cytokinin-induced fruit setting on colour and sugar-content traits in glasshouse-grown triploid watermelon. *J. Hortic. Sci. Biotech.* 79:971-976.
- Lorenz, O. A. and N.D. Maynard. 1988. *Knott's Handbook for Vegetable Growers.* 3th ed. John Wiley & Sons, New York, NY, USA.
- Marschener, H. 1995. *Mineral Nutrition of Higher Plants.* Academic Press, London, UK. pp: 889.
- Marín R. J. 2001. Portagrano. *Vedemécum de variedades hortícolas.* Ecir. Editorial Almería, España pp. 229, 237, 272-292.

- Maathuis, F.J.M. and A. Amtmann. 1999. K⁺ nutrition and Na⁺ toxicity: the basis of cellular K⁺/Na⁺ ratios. *Annals of Bot.* 84:123-133.
- Mäser, P., Y. Hosoo, S. Goshima, T. Horie, B. Eckelman, K. Yamada, K. Yoshida, E. P. Bakker, A. Shinmyo, S. Oiki, J.I. Schröder, and N. Uozumi. 2002. Glycine residues in potassium channel-like selectivity filters determine potassium selectivity in four-looper-subunit HKT transporters from plants. *Proc. Natl. Academic Scientia USA* 99:6428–6433.
- Maas, E.V. 1986. Salt tolerance of plants. *Appl. Agric. Res.* 1: 12-26.
- Munns, R., and A. Termaat. 1986. Whole-plant responses to salinity. *Aust. J. Plant Physiol.* 13:143-160.
- Munns, R. 1993. Physiological processes limiting plant growth in saline soil: some dogmas and hypotheses. *Plant Cell Environ.* 16:15-24.
- Munns, R. 2005. Genes and salt tolerance: bringing them together. *New Phytologist.* 167:645-663.
- Muñoz-Ramos J.J. 2003. Formulación de la solución nutritiva. p 151-180. En: J.Z. Castellanos (Ed). *Manual de Producción Hortícola en Invernadero.* 2^a Ed. INTAGRI. México.
- Nakayama, H., K. Yoshida, and A. Shinmyo. 2004. Yeast plasma membrane *Ena1p* ATPase alters alkali-cation homeostasis and confers increased salt tolerance in tobacco cultured cells. *Biotech. Bioeng.* 85:776-789.
- Oda M. 1999. Grafting of vegetables to improve greenhouse production. College of Agriculture, Osaka Prefecture University. Disponible en: <http://www.agnet.org/library/article/eb480.html> (Consulta: Noviembre del 2006)
- Pardo, J.M., M.P. Reddy, S. Yang, A. Maggio, G.H. Huh, T. Matsumoto, M.A. Coca, M. Paino-D'urzo, H. Koiwa, D.J. Yun, A.A. Watad, R.A. Bressan, and P.M. Hasegawa. 1998. Stress signaling through Ca²⁺/calmodulin-dependent protein phosphatase calcineurin mediates salt adaptation in plants. *Proc. Nat. Acad. Sc., USA* 95: 9681-9686.
- Peet, M.M. 1996. Tomato. *In*: M.M. Peet (Ed.), *Sustainable Practices for Vegetable Production in the South.* Focus Publishing, R. Pullins Company, Newburyport, MA. USA. pp. 149-157
- Richards, R.A. 1992. Increasing salinity tolerance of grains crops: is it worthwhile? *Plant and Soil* 146:89-98.

- Rivero, R.M., J.M. Ruíz, E. Sánchez, and L. Romero. 2003. Does grafting provide tomato plants an advantage against H₂O₂ production under conditions of thermal shock? *Physiol. Plantarum* 117:44-50.
- Rodríguez, K., R. 1997. Alternatives to methyl bromide soil fumigation. *In: Bello, A. et al.* Alternatives to methyl bromide for the Southern European countries. International workshop 9-12. Edit. Gráficas papallana S.C.V. Tenerife, España. pp. 17-33.
- Rodríguez, G.A. 2006. Injerto y composta para la producción intensiva de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en condiciones de suelo en invernadero. Tesis de Doctor en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México.
- Rodríguez-Navarro, A. 2000. Potassium transport in fungi and plants. *Biochimica et Biophysica Acta* 1469:1-30
- Romano, D. and A. Paratore. 2001. Effects of grafting on tomato and eggplant. *Acta Hortic.* 559:49-153.
- Romero, L., A. Belakbir, L. Ragala, and J.M. Ruiz. 1997. Response of plant yield and leaf pigments to saline conditions: effectiveness of different rootstocks in melon plants (*Cumis melo* L.). *Soil Science and Plant Nutrition* 43:855-862.
- Romero-Aranda, R., T. Soria, and J. Cuartero. 2001. Tomato plant-water uptake and plant-water relationships under saline growth conditions. *Plant Sci.* 160:265-272.
- Ruiz, J.M., B. Blasco, R.M. Rivero, and L. Romero. 2005. Nicotine-free and SALT-tolerant tobacco plants obtained by grafting to salinity-resistant rootstocks of tomato. *Physiologia Plantarum* 124:465-475.
- Ruiz, J.M., A. Belakbir, I. López.Cantero, and L.Romero. 1997. Leaf-macronutrient content and yield in grafted melon plants. A model to evaluate the influence of rootstock genotype. *Scientia Horticulturae* 71: 227-234.
- Rubatzky, V.E. and M. Yamaguchi. 1997. Tomato. pp 533-552. *In: V.E. Rubatzky and M. Yamaguchi (Eds.), World Vegetables: Principles, Production, and Nutritive Values.* Chapman & Hall, New Cork, NY, USA.
- Sánchez, P.A. 2000. Análisis y diagnóstico nutrimental en los cultivos sin suelo. *In: Manual de cultivo sin suelo.* Urrestarazu, G. M. (ed.). Ed. Mundi- Prensa. Madrid, España. pp. 105-136.

- Sánchez-Díaz, M. y J. Aguirreola. 1993. Relaciones hídricas. *In: Fisiología y bioquímica vegetal*. Azcon-Bieto y J. M. Talon. (eds.). Interamericana-McGraw-Hill Madrid, España. pp. 49-90.
- Santa-Cruz, A., M.M. Martnez-Rodriguez, F. Perez-Alfocea, R. Romero-Aranda, and C.M. Bolarin. 2002. The rootstock effect on the tomato salinity response depends on the shoot genotype. *Plant Sci.* 162: 825-831.
- SAS. 1999. SAS/STAT User's Guide: Statistics. Version 8th ed. SAS institute, Inc. Cary, NC. USA. 956 p.
- Shannon, M. C. 1997. Genetics of salt tolerance in higher plant. *In: "Strategies for Improving Salt Tolerance in Higher Plants"* (P. K. Jaiwal, R. P. Singh, and A. Gulati, Eds.), pp. 265-289. Oxford/IBH, New Delhi, India.
- Shannon, M. C. and C.L. Noble. 1990. Genetic approaches for the developing economic salt-tolerant crops. *In: "Agricultural salinity Assessment and Management"* (K.K. Tanji, Ed.), ASCE Manuals and Reports on Engineering Practice No. 71, pp 161-185. ACSE, New York, NY, USA.
- Steiner, A. 1984. The universal nutrient solution. *In: Proceeding of Sixth International Congress on Soilless Culture*. International Society For Soilless Culture. Lunteren, The Nethelands. pp. 633-649.
- Steenhoek, C. 2002. Injertos de tomate. *In: Cuadrado G., I., Fernandez F., M., y Garcia G., C. (ed). III Jornadas Nacionales de Semilleros Hortícolas*. Edit. Fundación para la investigación agraria en la provincia de Almería. Almería, España. pp. 217-229.
- Stevens, M.A. 1986. The future of the field crop. *In: J.G. Atherton and J. Rudich (Eds.). The tomato Crop. A Scientific Basis for Improvement*. Chapman & Hall, Mew York, NY, USA.
- Stevens. M.A., A.A. Kader, M. Albright-Holton, and M. Algaza. 1977. Genotype variation for flavour and composition in fresh market tomatoes. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 102: 680-689.
- Suwa, R., N.T. Nguyen, H. Saneoka, R. Moghaieb, and K. Fujita. 2006. Effect of salinity stress on photosynthesis and vegetative sink in tobacco plants. *Soil Sci. Plant Nutr.* 52: 243-250.

- Tabatabaie, S.J., P.J. Gregory, P.Hadly, and L. Ho. 2004. Use of unequal salinity in the root zone to improve yield and quality in hydroponically grown tomato. *Acta Hort.* 648:47-54.
- Trewavas, A.J. y R. Malhó. 1998. Ca^{2+} signalling in plants cells: the big network ! *Current Opinion Plant Biol.* 1: 428-433.
- Taddesse, T., M.A. Nichols, and K.J. Fisher. 1999. Nutrient conductivity effects on sweet pepper plants grown using a nutrient film technique 1. Yield and fruit quality. *New Zealand. J. Crop Hortic. Sci.* 27:229-237.
- Tudela, D. y F.R. Tadeo. 1993. Respuestas y adaptaciones de plantas de las plantas al estrés. *In: Fisiología y Bioquímica Vegetal.* Azcon-Bieto, J. M. Talon., (eds). Interamericana- McGraw-Hill. Madrid, España. pp: 537-553.
- Turhan, E., and A. Eris. 2005. Changes in micronutrient dry weight and chlorophyll contents in strawberry plants under salt stress conditions. *Commun. Soil Sci.. Plant Anal.* 36:1021-1028.
- Wahle, E.A., and B.J. Masiunas. 2003. Population density and nitrogen fertility affects on tomato growth and yield. *Hort. Science.* Vol. 38:3.
- Walker, R.R. 1986. Sodium exclusion and potassium-sodium selectivity in salt-treated Trifoliate orange (*Poncirus trifoliata*) and Cleopatra mandarin (*Citrus reticulata*) plants. *Aust. J. Plant Physiol.* 13: 293-303.
- Wimmer, M.A., K.H. Muhling, A. Lauchli, P.H. Brown, and H.E. Goldbach. 2003. The interaction between salinity and boron toxicity affects the subcellular distribution of ions and proteins in wheat leaves. *Plant, Cell Environ.* 26:1267-1274.
- Yeo, A.R. 1998. Molecular biology of salt tolerance in the context of whole-plant physiology. *J. Exper. Bot.* 49:915-929.
- Yonamine, I., K. Yoshida, K. Kido, A. Nakagawa, H. Nakayama, and A. Shinmyo. 2004. Overexpression of *NtHAL3* genes confers increased levels of proline biosynthesis and the enhancement of salt tolerance in cultured tobacco cells. *J. Exper. Bot.* 55(396):387-395.
- Zekri, M. and L. R. Pearsons. 1990. Calcium influences growth and leaf mineral concentration of citrus under saline conditions. *HortScience* 25:784-786.
- Zekri, M., and L.R. Pearsons. 1992. Salinity tolerance of citrus rootstocks: Effects of salt on root and leaf mineral concentrations. *Plant and Soil* 147:171-181.

- Zhang, H. X. and E. Blumwald. 2001. Transgenic salt tolerant tomato plants accumulate salt in foliage but not in fruit. *Nature Biotech.* 19:765-768.
- Zhu, J.K. 2001. Plant salt tolerance. *Trends Plant Scientia* 6: 66-71.
- Zijlstra, S., S.P.C. Groot, and J. Jansen. 1994. Genotypic variation of rootstocks for growth and production in cucumber; possibilities for improving the root system by plant breeding. *Scientia Hortic.* 56: 185-196.

IX. APENDICE

Cuadro 1A. Modelos matemáticos con los que se estimaron los datos observados de altura en plantas de tomate híbrido Caimán sin injertar e injertado en diferentes portainjertos en distintas fechas del transplante.

Portainjerto	Concentración de NaCl (mM)	Modelo	r [†]
No injertada	0	$Y = 139.8 / (1+60.6613e^{-0.0852*ddt})$	0.99
	50	$Y = 107.7 / (1+82.0185e^{-0.1056*ddt})$	0.99
	100	$Y = 105.9 / (1+73.1286e^{-0.1021*ddt})$	0.98
	150	$y = 84.9278 / (1+100.3e^{-0.1199*ddt})$	0.98
Maxifort	0	$y = 122.5 / (1+57.5356e^{-0.0912*ddt})$	0.99
	50	$y = 119.4 / (1+69.171e^{-0.0978*ddt})$	0.99
	100	$y = 109.5 / (1+75.2828e^{-0.1028*ddt})$	0.98
	150	$y = 94.7169 / (1+59.8442e^{-0.1008*ddt})$	0.97
Beaufort	0	$y = 143.3 / (1+48.0348e^{-0.0791*ddt})$	0.96
	50	$y = 110.1 / (1+59.4921e^{-0.0951*ddt})$	0.99
	100	$y = 102.0 / (1+89.0802e^{-0.1051*ddt})$	0.99
	150	$y = 89.461 / (1+41.7197e^{-0.0901*ddt})$	0.96
Multifort	0	$y = 132.1 / (1+46.4142e^{-0.083*ddt})$	0.99
	50	$y = 118.4 / (1+57.7788e^{-0.0919*ddt})$	0.95
	100	$y = 103.4 / (1+89.6707e^{-0.1108*ddt})$	0.95
	150	$y = 89.501 / (1+92.3293e^{-0.1134*ddt})$	0.99

[†] Correlación lineal entre valores observados y estimados; $e = 2.718281828$; ddt = Días después del transplante.

Cuadro 2A. Modelos matemáticos con los que se estimaron los datos observados de diámetro de tallo en plantas de tomate híbrido Caimán sin injertar e injertado en diferentes portainjertos en distintas fechas del transplante.

Portainjerto	Concentración de NaCl (mM)	Modelo	r [†]
No injertada	0	$y = 1.8817 / (1+1.6073e^{-0.0237*ddt})$	0.91
	50	$y = 3.6767 / (1+2.9186e^{-0.00522*ddt})$	0.86
	100	$y = 1.8739 / (1+1.1965e^{-0.0132*ddt})$	0.87
	150	$y = 12867.1 / (1+15488.0e^{-0.00469*ddt})$	0.84
Maxifort	0	$y = 1.951 / (1+1.5549e^{-0.0245*ddt})$	0.83
	50	$y = 1.8439 / (1+1.6812e^{-0.0256*ddt})$	0.84
	100	$y = 2.0301 / (1+1.7867e^{-0.0229*ddt})$	0.87
	150	$y = 2.0418 / (1+1.5493e^{-0.0184*ddt})$	0.93
Beaufort	0	$y = 1.8383 / (1+3.43393e^{-0.0469*ddt})$	0.85
	50	$y = 2.2193 / (1+1.6962e^{-0.0173*ddt})$	0.93
	100	$y = 1.9803 / (1+1.7046e^{-0.0246*ddt})$	0.95
	150	$y = 1.7172 / (1+1.0734e^{-0.0182*ddt})$	0.84
Multifort	0	$y = 2.066 / (1+2.016e^{-0.0293*ddt})$	0.86
	50	$y = 1.9544 / (1+1.56283e^{-0.0232*ddt})$	0.86
	100	$y = 2.4106 / (1+1.9427e^{-0.0154*ddt})$	0.91
	150	$y = 1.6667 / (1+1.053e^{-0.0239*ddt})$	0.89

[†] Correlación lineal entre valores observados y estimados; $e = 2.718281828$; ddt = Días después del transplante.

Cuadro 3A. Efecto de diferentes concentraciones de cloruro de sodio (NaCl) en la altura (cm) en planta de tomate híbrido Caimán sin injertar e injertado en diferentes portainjertos en distintas fechas del trasplante.

Porta Injerto	NaCl (mM)	Días después del trasplante												
		45	51	58	65	72	80	88	94	101	107	114	126	135
NI	0	63.3	79.7	95.2	110.7	117.0	123.0	125.4	127.2	128.1	128.7	129.0	129.7	131.7
		ab	ab	a	ab	ab	ab	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc
	MX	66.5	79.7	92.2	104.5	110.0	116.9	119.2	120.9	121.8	122.2	122.5	123.7	127.3
		ab	ab	ab	abc	abcd	abcd	abcd	abcd	abcd	abcd	abcd	abc	abc
MF	0	66.6	80.1	93.9	108.1	115.4	122.5	126.2	128.4	130.5	131.5	132.3	133.5	136.6
		a	ab	a	abc	abc	abc	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab
	BF	65.1	81.1	96.8	113.0	120.2	128.5	132.0	135.0	137.5	139.1	140.5	148.0	157.3
		ab	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
NI	50	64.3	77.0	89.4	104.8	102.1	103.7	104.7	105.5	106.2	106.6	107.1	107.1	107.9
		a	abc	abc	abc	bcde	bcdefg	bcdef	bcdef	bcde	bcdef	bcde	bcde	dcefg
	MX	67.7	80.7	94.6	104.8	109.2	115.1	117.1	118.1	119.0	119.7	120.2	121.4	123.1
		a	a	a	abc	abcd	abcd	abcde	abcde	abcd	abcde	abcd	abcd	acde
MF	50	65.1	77.6	89.1	103.1	106.0	111.5	113.9	115.8	117.0	118.5	119.8	121.6	123.5
		ab	abc	abc	abc	abcd	abcde	abcde	abcde	abcde	abcde	abcd	abcd	acde
	BF	62.8	74.0	86.3	97.0	101.9	106.5	108.4	109.0	109.0	110.7	111.3	112.3	113.6
		ab	abcd	abcd	abcde	bcde	bcdef	abcdef	bcdef	bcdef	bcdef	bcde	bcde	bcdef
NI	100	62.2	74.6	86.8	96.2	99.1	103.1	104.2	104.9	105.7	106.1	106.5	106.5	108.8
		ab	abc	abc	bcde	cdef	bcdefg	bcdef	bcdef	bcde	Bcdef	bcde	bcde	bcefg
	MX	64.9	76.4	89.1	99.6	103.2	106.1	108.5	109.4	109.5	109.8	109.8	110.1	111.2
		ab	abcd	abcd	abcde	bcde	bcdef	abcdef	bcdef	bcde	bcdef	bcde	bcde	bcdefg
MF	100	65.9	77.6	89.6	93.3	95.4	100.6	102.3	103.1	103.8	104.6	104.9	105.6	109.9
		ab	abc	abc	cdef	defg	cdefg	cdef	cdef	cdef	ghef	cde	cde	bcdefg
	BF	58.9	70.4	83.4	91.9	96.5	98.47	99.8	101.0	101.4	101.9	102.6	102.6	102.8
		ab	abcd	abcd	cdef	defg	defg	def	def	cde	ef	cde	cde	defg
NI	150	57.7	67.0	77.1	81.12	82.3	83.6	85.3	85.3	85.3	85.3	85.3	85.3	85.3
		ab	dc	dc	ef	fg	g	f	f	e	f	e	e	g
	MX	61.2	68.2	78.4	86.2	86.8	92.2	94.8	95.0	95.5	95.5	95.5	95.5	95.5
		ab	bcd	bcd	def	efg	efg	ef	ef	e	ef	de	de	efg
MF	150	58.4	66.2	76.2	86.1	86.8	88.1	89.3	89.7	89.8	89.8	89.8	89.8	89.8
		ab	dc	dc	def	efg	fg	f	f	f	f	e	e	fg
	BF	54.8	62.0	72.3	78.0	79.5	83.7	87.2	88.2	89.4	90.2	90.7	91.7	93.3
		b	d	d	f	g	g	f	f	f	f	e	e	fg
CV		7.30	6.56	6.367	6.59	6.848	8.20	8.61	8.911	9.22	9.27	9.36	9.51	9.63
	DMS _{0.05}	11.72	12.49	14.148	16.35	17.623	22.043	23.644	24.71	25.788	26.056	26.432	27.105	27.968

NI = no injertado; MX = portainjerto Maxifort; BF = portainjerto Beaufort; MIF = portainjerto Multifort. Letras distintas entre columnas indican diferencia estadística significativa entre portainjertos por efecto de la concentración de cloruro de sodio (Tukey, $P \leq 0.05$).

Cuadro 4A. Efecto de portainjertos sobre altura de la planta (cm) de tomate híbrido Caimán a los 31 y 45 días después del trasplante.

Portainjerto	Días después del trasplante	
	31	45
NI	19.44±1.46 a	61.90±5.93 ab
MX	19.44±1.71 a	65.07±4.10 a
MF	18.81±1.76 ab	64.04±4.79 ab
BF	17.56±2.22 b	60.42±5.76 b
CV	9.38	7.30
DMS _{0.05}	1.66	4.317

NI = no injertado; MX = portainjerto Maxifort; BF = portainjerto Beaufort; MF = portainjerto Multifort. Letras distintas entre columnas indican diferencia estadística significativa entre portainjertos (Tukey, $P \leq 0.05$).

Cuadro 5A. Efecto de la concentración de cloruro de sodio sobre la altura de planta (cm) en tomate híbrido Caimán.

NaCl (mM)	Días después del trasplante											
	45	51	58	65	72	80	88	101	107	114	126	135
0	65.39±5.02 a	80.17±5.08 a	94.55±6.13 a	109.08±6.65 a	115.64±8.15 a	122.75±10.18 a	125.72±11.29 a	129.51±13.20 a	130.39±13.85 a	131.1±14.32 a	133.72±16.48 a	138.21±18.86 a
50	64.98±4.22 a	77.36±4.48 ab	90.10±5.13 ab	100.92±6.91 b	104.82±7.84 b	109.22±9.33 b	111.02±9.99 b	113.02±10.62 b	113.90±10.65 b	114.62±10.86 b	115.59±10.86 b	117.02±10.81 b
100	62.99±4.86 a	74.74±5.30 b	87.24±5.33 b	95.27±6.47 b	98.58±5.82 b	102.09±8.26 b	103.72±8.49 b	105.11±9.09 b	105.59±8.78 b	105.94±8.66 b	106.22±8.59 b	108.21±8.39 b
150	58.06±4.38 b	65.86±4.73 c	76.02±5.48 c	82.86±6.37 c	83.87±5.88 c	86.92±6.34 c	89.16±6.69 c	90.04±6.59 c	90.24±6.62 c	90.35±6.65 c	90.61±6.82 c	91.02±7.35 c
CV	7.30	6.56	6.367	6.59	6.848	8.199	8.617	9.22	9.27	9.36	9.51	9.636
DMS _{0.05}	4.317	4.6	5.21	6.023	6.49	8.12	8.7088	9.4986	9.5874	9.7357	9.9836	10.302

Letras distintas entre columnas y filas indican diferencia estadística significativa entre portainjertos por efecto de la concentración de cloruro de sodio (Tukey, $P \leq 0.05$).

Cuadro 6A. Efecto de diferentes concentraciones de cloruro de sodio (NaCl) sobre el diámetro en planta de tomate híbrido Caimán sin injertar e injertado en diferentes portainjertos en distintas fechas del trasplante.

Porta injerto	NaCl (mM)	Días después del trasplante												
		45	51	58	65	72	80	88	94	101	107	114	126	135
NI	0	1.2	1.3±0.14	1.27	1.27	1.47	1.57	1.63	1.67	1.66	1.65	1.69	1.72	1.73
		ab	bcd	ab	abc	ab	abcd	abcd	abc	abcde	abcd	abcd	abcde	abcd
MX	0	1.2	1.47	1.3	1.37	1.5	1.5	1.76	1.76	1.84	1.80	1.65	1.71	1.87
		b	abc	ab	abc	ab	abcd	a	ab	a	ab	abcd	abcde	ab
MF	0	1.3	1.57	1.55	1.45	1.52	1.81	1.87	1.90	1.82	1.87	1.93	1.95	1.99
		a	a	a	a	ab	a	a	a	ab	a	a	a	a
BF	0	1.2	1.5	1.55	1.42	1.7	1.8	1.78	1.70	1.8	1.80	1.75	1.84	1.84
		ab	ab	a	ab	a	a	a	abc	ab	ab	abc	abc	abc
NI	50	1.08	1.15	1.17	1.1	1.2	1.25	1.3	1.27	1.38	1.47	1.42	1.45	1.48
		ab	de	ab	bc	b	d	d	e	e	cd	d	e	d
MX	50	1.17	1.32	1.37	1.27	1.32	1.64	1.59	1.66	1.64	1.65	1.69	1.71	1.73
		ab	bcd	ab	abc	b	abc	abcd	abc	abcde	abcd	abcd	abcde	abcd
MF	50	1.3	1.37	1.27	1.32	1.57	1.74	1.68	1.61	1.64	1.69	1.75	1.83	1.83
		a	abcd	ab	abc	ab	d	abc	abcd	abcde	abcd	abc	abcd	abc
BF	50	1.27	1.35	1.3	1.27 a	1.51	1.62	1.67	1.69	1.71	1.74	1.79	1.86	1.89
		a	abad	ab	bc	ab	abcd	abc	abc	abc	abcd	ab	abc	ab
NI	100	1.1	1.23	1.25	1.05	1.35	1.37	1.41	1.42	1.44	1.45	1.50	1.51	1.51
		ab	cd	ab	c	b	cd	bcd	cde	cde	d	bcd	de	cd
MX	100	1.1	1.32	1.32	1.45	1.45	1.67	1.7	1.65	1.75	1.79	1.74	1.83	1.87
		ab	bcd	ab	a	ab	ab	abc	abc	ab	ab	abc	abcd	abc
MF	100	1.22	1.4	1.25	1.25	1.375	1.62	1.65	1.67	1.72	1.79	1.86	1.89	1.88
		ab	abcd	ab	abc	ab	abc	abcd	abc	ab	ab	a	ab	ab
BF	100	1.22	1.35	1.37	1.4	1.47	1.65	1.71	1.74	1.7	1.76	1.79	1.84	1.85
		ab	abcd	ab	abc	ab	abc	ab	abc	abc	abc	ab	abc	abc
NI	150	1.0	0.8	1.1	1.07	1.15	1.27	1.34	1.31	1.39	1.45	1.5	1.55	1.55
		b	e	b	c	b	d	cd	de	de	d	bcd	cde	bcd
MX	150	1.15	1.2	1.37	1.42	1.35	1.55	1.55	1.63	1.68	1.69	1.68	1.77	1.78
		ab	d	ab	ab	ab	abcd	abcd	abcd	abcd	abcd	abcd	abcde	abcd
MF	150	1.17	1.35	1.37	1.33	1.35	1.42	1.50	1.55	1.55	1.52	1.49	1.60	1.61
		ab	bcd	ab	abc	ab	bcd	abcd	bcd	bcde	bcd	cd	bcde	bcd
BF	150	1.2	1.22	1.22	1.22	1.27	1.45	1.42	1.53	1.42	1.45	1.52	1.58	1.54
		ab	d	ab	abc	b	bcd	abcd	bcd	cde	d	bcd	cde	cd
CV		7.30	6.56	6.367	6.59	6.848	8.20	8.61	8.911	9.22	9.27	9.36	9.51	9.63
DMS _{0.05}		11.72	12.49	14.148	16.35	17.623	22.043	23.644	24.71	25.788	26.056	26.432	27.105	27.968

NI = no injertado; MX = portainjerto Maxifort; BF = portainjerto Beaufort; MF = portainjerto Multifort. Letras distintas entre columnas indican diferencia estadística significativa entre portainjertos por efecto de la concentración de cloruro de sodio (Tukey, $P \leq 0.05$).

Cuadro 7A. Efecto de los portainjertos sobre diámetro de la planta de tomate híbrido Caimán a lo largo de su desarrollo y la interacción.

Portainjerto	Días después del trasplante									
	45	65	72	80	88	94	101	107	126	135
NI	1.07±0.15 b	1.12±0.13 b	1.26±0.20 b	1.36±0.16 c	1.44±0.16 b	1.40±0.12 b	1.48±0.14 b	1.53±0.12 b	1.56±0.13 b	1.60±0.14 b
MX	1.15±0.09 ab	1.35±0.186 a	1.39±0.13 ab	1.49±0.33 cb	1.65±0.15 a	1.67±0.13 a	1.73±0.14 a	1.74±0.14 a	1.76±0.12 a	1.81±0.14 a
MF	1.24±0.108 a	1.32±0.15 a	1.42±0.18 a	1.65±0.19 ab	1.68±0.18 a	1.69±0.18 a	1.69±0.14 a	1.72±0.16 a	1.82±0.18 a	1.83±0.18 a
BF	1.24±0.17 a	1.32±0.13 a	1.47±0.22 a	1.68±0.22 a	1.65±0.18 a	1.66±0.14 a	1.64±0.17 a	1.66±0.18 a	1.76±0.17 a	1.76±0.17 a
CV	11.73	11.09	11.33	11.74	9.27	8.26	7.586	7.43	7.239	7.49
DMS _{0.05}	-	0.1336	0.1479	-	-	0.1249	-	-	-	-

NI = no injertado; MX = portainjerto Maxifort; BF = portainjerto Beaufort; MF = portainjerto Multifort. Letras distintas entre columnas y filas indican diferencia estadística significativa entre portainjertos (Tukey, $P \leq 0.05$).

Cuadro 8A. Efecto de la concentración de cloruro de sodio sobre el diámetro de planta de tomate híbrido Caimán.

NaCl (mM)	Días después del trasplante									
	51	72	80	88	94	101	107	114	135	
0	1.50±0.126 a	1.55±0.15 a	1.60±0.41 a	1.73±0.21 a	1.74±0.21 a	1.76±0.16 a	1.75±0.17 a	1.81±0.17 a	1.87±0.16 a	
50	1.38±0.147 ab	1.39±0.17 b	1.62±0.22 a	1.58±0.18 b	1.56±0.20 ab	1.59±0.16 b	1.65±0.15 a	1.71±0.19 ab	1.72±0.20 cb	
100	1.34±0.11 b	1.33±0.20 b	1.56±0.18 ab	1.62±0.16 ab	1.62±0.14 b	1.65±0.14 ab	1.71±0.15 a	1.79±0.16 a	1.81±0.14 ab	
150	1.28±0.19 b	1.27±0.16 b	1.42±0.13 b	1.50±0.13 b	1.50±0.15 b	1.53±0.14 b	1.53±0.12 b	1.63±0.11 b	1.63±0.12 c	
CV	10.68	11.33	11.74	9.27	8.26	7.586	7.43	7.239	7.49	
DMS _{0.05}	0.1383	0.1479	-	-	0.1249	-	-	-	-	

Letras distintas entre columnas y filas indican diferencia estadística significativa entre portainjertos por efecto de la concentración de cloruro de sodio (Tukey, $P \leq 0.05$).

Cuadro 9A. Tasa de asimilación neta de CO₂ (μmol CO₂ m⁻² s⁻¹) en plantas de tomate híbrido Caimán injertado en diferentes portainjertos y suministrándoles diferentes concentraciones de cloruro de sodio (NaCl) a los 88 días después del transplante.

Portainjerto	Concentración de cloruro de sodio (mM)			
	0	50	100	150
	TAN CO ₂ (μmol CO ₂ m ⁻² s ⁻¹)			
NI	18.7±1.65 ab	16.9±2.75 ab	12.21.42 b	14.5±2.95 ab
MX	14.3±3.50 ab	15.9± 2.44 ab	14.8±1.78 ab	14.0±3.87 ab
MF	18.1± ab	14.0±1.20 ab	15.4±2.16 ab	13.5± 1.08 ab
BF	22.2±4.36 a	15.9±1.41 ab	13.1±2.80 ab	17.0±5.24 ab
CV	19.66	19.66	19.66	19.66
DMS _{0.05}	-	-	-	-

NI = no injertado; MX = portainjerto Maxifort; BF = portainjerto Beaufort; MF = portainjerto Multifort. Letras distintas indican diferencia estadística significativa entre portainjertos por efecto de la concentración de cloruro de sodio (Tukey, $P \leq 0.05$) a los 88 días después del transplante.

Cuadro 10A. Efecto de los portainjertos sobre la tasa de asimilación neta de CO₂ (μmol CO₂ m⁻² s⁻¹) de tomate híbrido Caimán.

Portainjerto	Tasa de asimilación neta de CO ₂ (μmol CO ₂ m ⁻² s ⁻¹)
NI	15.66±3.21 a
MX	14.67±2.86 a
MF	15.36±3.98 a
BF	17.14±4.87 a
CV	20.368
DMS _{0.05}	-

NI = no injertado; MX = portainjerto Maxifort; BF = portainjerto Beaufort; MF = portainjerto Multifort. Letras distintas entre columnas indican diferencia estadística significativa entre portainjertos (Tukey, $P \leq 0.05$).

Cuadro 11A. Efecto de la concentración de cloruro de sodio sobre tasa de asimilación neta de CO₂ (μmol CO₂ m⁻² s⁻¹) en tomate híbrido Caimán.

NaCl (mM)	Tasa de asimilación neta de CO ₂ (μmol CO ₂ m ⁻² s ⁻¹)
0	18.02±4.28 a
50	15.90± 2.22 ab
100	13.73±2.23 b
150	14.68±3.42 ab
CV	20.368
DMS _{0.05}	-

Letras distintas, en una misma columna, indican diferencia estadística significativa (Tukey, $P \leq 0.05$).

Cuadro 12A. Rendimiento (g planta⁻¹) en plantas de tomate híbrido Caimán injertado en diferentes portainjertos y suministrándoles diferentes concentraciones de cloruro de sodio (NaCl) a los 88 días después del transplante.

Portainjerto	Concentración de cloruro de sodio (mM)			
	0	50	100	150
	Rendimiento (g planta ⁻¹)			
NI	4980.0± 1324.71 a	2087.5± 525.11 b	1293.0± 607.36 bc	467.5± 140.50 c
MX	4721.3± 627.62 a	2052.5± 803.54 bc	1849.3± 270.46 bc	628.8± 275.90 bc
MF	4477.0± 814.46 a	1905.0± 750.53 bc	1730.0± 399.94 bc	626.3± 166.45 bc
BF	4676.8± 770.54 a	2002.5± 276.33 bc	1393.8± 679.477 bc	816.3± 213.98 bc
CV	27.89	27.89	27.89	27.89
DMS _{0.05}	1590.2	1590.2	1590.2	1590.2

NI = no injertado; MX = portainjerto Maxifort; BF = portainjerto Beaufort; MF = portainjerto Multifort. Letras distintas indican diferencia estadística significativa entre portainjertos por efecto de la concentración de cloruro de sodio (Tukey, $P \leq 0.05$) a los 130 días después del transplante.

Cuadro 13A. Efecto de los portainjertos sobre el rendimiento (g planta⁻¹) de tomate híbrido Caimán sin injertar e injertado en distintos portainjertos.

Portainjerto	Rendimiento (g planta ⁻¹)
NI	2207±1888.87 a
MX	2312.9±1617.48 a
MF	2184.6±1551.69 a
BF	2222.3±1601.60 a
CV	26.62
DMS _{0.05}	555.99

NI = no injertado; MX = portainjerto Maxifort; BF = portainjerto Beaufort; MF = portainjerto Multifort. Letras distintas entre columnas indican diferencia estadística significativa entre portainjertos (Tukey, $P \leq 0.05$).

Cuadro 14A. Efecto de la concentración de cloruro de sodio sobre el rendimiento (g planta⁻¹) en tomate híbrido Caimán.

NaCl (mM)	Rendimiento (g planta ⁻¹)
0	4713.8±845.81 a
50	2011.9±563.25 b
100	1566.5±518.74 b
150	634.7±223.93 b
CV	26.62
DMS _{0.05}	555.99

Letras distintas, en una misma columna, indican diferencia estadística significativa (Tukey, $P \leq 0.05$).

Cuadro 15A. Efecto de portainjertos sobre peso fresco y seco en parte aérea y raíz en plantas de tomate híbrido Caimán.

Portainjerto	Peso fresco (g planta ⁻¹)		Peso seco (g planta ⁻¹)	
	Parte aérea	Raíz	Parte aérea	Raíz
NI	494.41±257.14 b	52.07±31.54 b	88.107±40.91 b	6.66±4.99 b
MX	790.77±311.81 a	79.43±52.99	140.81±50.75 a	10.59±6.37 a
MF	806.46±384.19 a	87.81±57.54 a	141.53±72.51 a	11.80±7.78 a
BF	715.11±332.49 a	88.47±52.16 a	88.107±46.07 a	11.21±6.17 a
CV	25.176	43.85	27.71	40.85
DMS _{0.05}	-	-	-	3.8482

NI = no injertado; MX = portainjerto Maxifort; BF = portainjerto Beaufort; MF = portainjerto Multifort..
 Letras distintas, en una columna, indican diferencia estadística significativa (Tukey, $p \leq 0.05$)

Cuadro 16A. Efecto de la concentración de cloruro de sodio sobre el peso fresco y seco en parte aérea y raíz en plantas de tomate híbrido Caimán.

NaCl (mM)	Peso fresco (g planta ⁻¹)		Peso seco (g planta ⁻¹)	
	Parte aérea	Raíz	Parte aérea	Raíz
0	1114.73±217.98 a	130.9±50.34 a	189.26±44.96 a	17.57±6.57 a
50	674.58±211.82 b	78.69±41.36 b	120.57±26.39 b	10.01±4.73 b
100	700.13±258.90 b	65.4±31.74 b	122.16±50.66 b	8.54±3.73 b
150	346.86±144.96 c	31.51±10.14 c	70.17±30.39 c	4.14±1.39 c
CV	25.176	43.85	27.71	40.85
DMS _{0.05}	-	-	-	-

Letras distintas, en una misma columna, indican diferencia estadística significativa (Tukey, $P \leq 0.05$)

Cuadro 17A. Efecto de los portainjertos sobre la calidad de fruta en tomate híbrido Caimán.

Porta	Racimo 2						Racimo 3						Racimo 4						
	Injerto	L	IS	AH	Firm	AT	SST	L	IS	AH	Firm	AT	SST	L	IS	AH	Firm	AT	SST
NI		38.01	22.72	66.76	0.45	0.77	8.21	44.17	23.76	71.75	0.64	0.64	7.06	49.36	23.02	70.64	1.24	0.67	6.66
	a	a	a	a	a	a	c	a	a	a	a	b	b	a	a	a	a	a	a
MX		38.21	22.87	51.18	0.50	0.78	9.46	43.06	24.23	72.40	0.73	0.83	8.70	50.94	27.12	71.84	0.84	0.76	7.35
	a	a	b	b	a	a	ab	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
MF		39.24	23.78	59.55	0.46	0.90	9.59	44.55	24.01	75.13	0.81	0.93	8.70	47.87	25.07	66.23	0.82	0.73	7.47
	a	a	a	ab	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
BF		40.79	23.03	69.51	0.63	0.77	8.43	46.40	24.96	72.74	0.88	0.87	8.37	52.71	26.33	70.64	0.96	0.72	7.38
	a	a	a	a	a	a	bc	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
CV		10.12	10.69	16.02	38.96	19.84	13.46	13.22	11.88	10.15	44.03	20.50	14.84	10.40	13.05	9.48	35.61	21.15	17.34
	DMS _{0,05}	3.72	-	-	0.187	0.15	1.13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

SST= Sólidos solubles totales NI = no injertado; MX = portainjerto Maxifort; BF = portainjerto Beaufort; MF = portainjerto Multifort. Letras distintas, en una misma columna, indican diferencia estadística significativa (Tukey, $P \leq 0.05$)

L = luminosidad; IS = índice de saturación; AH = ángulo hue; Firm = Firmeza; AT = acidez titulable; SST = sólidos solubles totales

Cuadro 18A. Efecto de la concentración de NaCl sobre la calidad de fruta en tomate híbrido Caimán injertado sobre diferentes portainjertos.

NaCl (mM)	Racimo 2							Racimo 3							Racimo 4										
	L	Is	AH	Firm	AT	SST	L	Is	AH	Firm	AT	SST	L	Is	AH	Firm	AT	SST	L	Is	AH	Firm	AT	SST	
0	35.46	19.94	65.48	0.55	0.54	6.14	40.68	22.0	73.59	0.79	0.595	6.34	45.79	23.91	67.11	0.79	0.62	6.11							
	c	c	a	a	c	c	b	b	a	a	c	c	b	b	a	a	b	b							
50	37.52	22.73	62.43	0.48	0.79	8.51	44.79	24.90	73.27	0.73	0.823	8.42	50.35	27.55	66.14	0.93	0.82	7.53							
	bc	b	a	a	b	b	a	a	a	a	b	b	b	a	a	a	a	a							
100	40.75	23.83	58.09	0.50	0.79	9.02	46.68	24.97	73.04	0.82	0.827	8.39	51.10	24.81	72.92	1.04	0.73	7.84							
	ab	ab	a	a	b	b	a	a	a	a	b	b	b	ab	a	a	a	ab							
150	42.54	25.22	61.10	0.51	1.09	12.02	47.22	25.77	71.10	0.75	1.207	10.85	57.96	27.69	67.59	0.97	0.76	11.40							
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	ab							
CV	10.12	10.69	16.02	38.39	19.84	13.46	13.22	11.88	10.15	44.03	20.508	14.84	10.40±	13.06	9.48	35.61	21.15	17.44							
DMS _{0.05}	3.72	3.77	-	0.18	0.15	1.13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-							

Letras distintas, en una misma columna, indican diferencia estadística significativa (Tukey, $P \leq 0.05$).

L = luminosidad; IS = índice de saturación; AH = ángulo hue; Firm = Firmeza; AT = acidez titulable; SST = sólidos solubles totales

Cuadro 19A. Efecto de portainjertos sobre el contenido de macronutrientos (%) en hojas de tomate híbrido Caimán.

Porta	47						77						107								
	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg	
NI	4.11 ab	0.34 a	1.65 a	2.24 a	0.63 a	2.26 a	0.39 a	1.69 a	3.15 a	0.91 a	1.98 a	0.61 a	1.16 a	3.93 a	1.04 a						
MX	3.95 b	0.34 a	1.89 a	2.40 a	0.64 a	2.17 a	0.33 b	1.63 a	3.30 a	0.89 a	2.14 a	0.47 ab	1.39 a	4.38 a	1.17 a						
MF	4.07 ab	0.30 a	1.65 a	2.15 a	0.60 a	2.34 a	0.38 a	1.47 a	3.58 a	0.85 a	1.88 a	0.43 b	1.34 a	4.02 a	1.05 a						
BF	4.25 a	0.33 a	1.68 a	1.91 a	0.55 a	2.15 a	0.37 ab	1.39 a	3.20 a	0.79 a	2.10 a	0.52 a	1.27 a	4.28 a	1.08 a						
CV	4.98	32.47	25.22	37.03	30.28	26.07	18.0	21.16	14.81	17.95	19.24	19.65	38.27	17.93	14.32						
DMS _{0.05}	0.1919	0.1004	0.408	0.758	0.1696	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						

NI = no injertado; MX = portainjerto Maxifort; BF = portainjerto Beaufort; MF = portainjerto Multifort. Letras distintas entre columnas indican diferencia estadística significativa entre portainjertos por efecto de la concentración de cloruro de sodio (Tukey, $P \leq 0.05$).

Cuadro 20A. Efecto de la concentración de cloruro de sodio sobre el contenido de macronutrientos (%) en hojas de tomate híbrido Caimán.

NaCl (mM)	47						77						107								
	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg	
0	4.15 a	0.26 b	1.85 a	2.11 a	0.54 a	2.61 a	0.36 b	2.08 a	3.37 ab	0.90 a	2.25 a	0.55 a	1.26 a	4.84 a	1.27 a						
50	4.08 a	0.30 b	1.64 ab	2.10 a	0.55 a	2.08 ab	0.33 b	1.30 b	3.64 a	0.92 a	1.96 a	0.47 a	1.22 a	4.39 a	1.12 a						
100	4.09 a	0.41 a	1.95 a	2.47 a	0.66 a	2.23 ab	0.42 a	1.25 b	3.20 ab	0.82 a	1.99 a	0.50 a	1.23 a	3.81 ab	0.98 b						
150	4.05 a	0.34 ab	1.43 b	2.03 a	0.63 a	1.97 b	0.35 b	1.55 b	3.01 b	0.79 a	1.86 a	0.47 a	1.56 a	3.53 b	0.95 b						
CV	4.98	32.47	25.23	37.03	30.28	26.07	18.0	21.16	14.81	17.95	19.24	19.65	38.27	17.93	14.32						
DMS _{0.05}	0.1919	0.1004	0.408	0.758	0.1696	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						

Letras distintas entre columnas indican diferencia estadística significativa entre portainjertos por efecto de la concentración de cloruro de sodio (Tukey, $P \leq 0.05$).

Cuadro 21A. Efecto de portainjertos sobre el contenido de micronutrientes (mg g^{-1}) en hojas de tomate híbrido Caimán.

Porta Injerto	47										77										107																
	Mn	Fe	Cu	B	Zn	Na	Mn	Fe	Cu	B	Zn	Na	Mn	Fe	Cu	B	Zn	Na	Mn	Fe	Cu	B	Zn	Na													
NI	132.5 7 a	190.8 9 a	5.99 a	303.0 9 a	67.03 a	1262 3 a	159.92 b	253.7 2 a	77.5 1 a	142.5 5 a	73.7 4 a	34945.8 1 a	247.5 1 a	316.4 8 a	75.8 8 a	131.8 6 a	72.6 3 a	25192.3 2 a	NI	132.5 7 a	190.8 9 a	5.99 a	303.0 9 a	67.03 a	1262 3 a	159.92 b	253.7 2 a	77.5 1 a	142.5 5 a	73.7 4 a	34945.8 1 a	247.5 1 a	316.4 8 a	75.8 8 a	131.8 6 a	72.6 3 a	25192.3 2 a
MX	127.1 7 a	163.4 2 a	6.99 a	287.4 4 a	76.37 a	8329 ab	192.81a b	445.1 3 a	81.0 7 a	128.4 3 a	51.5 8 a	24560.9 6 ab	258.1 5 a	344.9 9 a	87.5 2 a	130.3 9 a	97.0 7 a	20584.7 7 a	MX	127.1 7 a	163.4 2 a	6.99 a	287.4 4 a	76.37 a	8329 ab	192.81a b	445.1 3 a	81.0 7 a	128.4 3 a	51.5 8 a	24560.9 6 ab	258.1 5 a	344.9 9 a	87.5 2 a	130.3 9 a	97.0 7 a	20584.7 7 a
MF	112.1 5 a	154.0 1 a	5.97 a	261.2 7 a	58.02 a	6157 b	218.20 a	317.9 8 a	76.1 a	151.7 6 a	48.5 3 a	24253.4 ab	253.2 2 a	336.3 0 a	79.7 2 a	127.1 0 a	61.6 3 a	26691.0 6 a	MF	112.1 5 a	154.0 1 a	5.97 a	261.2 7 a	58.02 a	6157 b	218.20 a	317.9 8 a	76.1 a	151.7 6 a	48.5 3 a	24253.4 ab	253.2 2 a	336.3 0 a	79.7 2 a	127.1 0 a	61.6 3 a	26691.0 6 a
BF	108.4 0 a	149.0 7 a	5.53 a	270.2 5 a	55.36 a	8902 ab	192.80 ab	239.9 4 a	73.0 7 a	135.0 8 a	68.6 1 a	20027.4 1 b	248.0 8 a	343.4 0 a	75.5 0 a	118.1 6 a	88.0 0 a	23356.3 0 a	BF	108.4 0 a	149.0 7 a	5.53 a	270.2 5 a	55.36 a	8902 ab	192.80 ab	239.9 4 a	73.0 7 a	135.0 8 a	68.6 1 a	20027.4 1 b	248.0 8 a	343.4 0 a	75.5 0 a	118.1 6 a	88.0 0 a	23356.3 0 a
CV	35.88	37.47	42.5 1	44.42	30.34	60.7 1	24.66	28.61	20.1 9	76.51	25.6 9	59.67	26.60	27.89	21.3 5	24.14	51.5 9	42.30	CV	35.88	37.47	42.5 1	44.42	30.34	60.7 1	24.66	28.61	20.1 9	76.51	25.6 9	59.67	26.60	27.89	21.3 5	24.14	51.5 9	42.30
DMS _{0.05}	40.54	57.96	2.45	26.83	80.08	5143	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DMS _{0.05}	40.54	57.96	2.45	26.83	80.08	5143	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

NI = no injertado; MX = portainjerto Maxifort; BF = portainjerto Beaufort; MF = portainjerto Multifort. Letras distintas entre columnas indican diferencia estadística significativa entre portainjertos por efecto de la concentración de cloruro de sodio (Tukey, $P \leq 0.05$).

Cuadro 22A. Efecto de la concentración de cloruro de sodio sobre el contenido de micronutrientes (mg g^{-1}) en hojas de tomate híbrido Caimán.

NaCl (mM)	47				77				107									
	Mn	Fe	Cu	B	Zn	Na	Mn	Fe	Cu	B	Zn	Na						
0	110.9	147.6	4.81	274.3	51.71	1523	139.8	247.0	81.4	154.0	43.5	5110.33	233.6	325.0	87.4	134.7	82.0	4271.08
	6 a	3 a	a	4 a	b	c	5 b	3 a	2 a	7 a	5 a	b	3 ab	9 a	9 a	5 a	0 a	c
50	113.0	133.5	5.47	249.2	54.27	8291	214.0	268.4	77.5	138.5	70.1	28792.6	228.4	311.9	73.8	109.5	79.8	27520.4
	3 a	8 a	a	7 a	b	b	3 a	8 a	0 a	0 a	9 a	2 a	0 b	8 a	7 a	8 a	4 a	7 b
100	136.9	187.0	7.20	305.3	81.44	9549	219.7	430.0	71.2	132.9	60.3	28775.5	291.8	351.4	79.6	132.3	97.3	22865.8
	1 a	6 a	a	7 a	a	b	8 a	2 a	0 a	5 a	7 a	6 a	5 a	9 a	4 a	0 a	5 a	3 b
150	119.3	189.1	6.99	293.0	69.35	1664	192.0	314.5	77.5	131.6	68.0	41520.3	254.9	365.5	78.3	129.0	56.5	45132.6
	8 a	2 a	a	8 a	ab	8 a	9 a	0 a	0 a	3 a	0 a	2 a	9 ab	3 a	6 a	8 a	4 a	7 c
CV	35.88	37.47	42.5	44.42	30.34	60.71	24.66	28.61	20.1	76.51	25.6	59.67	26.60	27.89	21.3	24.14	51.5	42.30
			1						9		9				5		9	
DMS _{0.05}	40.53	57.95	2.44	26.83	80.08	5143.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9	7	8	3	5	2												

NI = no injertado; MX = portainjerto Maxifort; BF = portainjerto Beaufort; MF = portainjerto Multifort. Letras distintas entre columnas indican diferencia estadística significativa entre portainjertos por efecto de la concentración de cloruro de sodio (Tukey, $P \leq 0.05$).

Cuadro 23A. Concentración de prolina (mmol g⁻¹ de peso de biomasa seca) en hojas de tomate híbrido Caimán sin injertar e injertado en distintos patrones a los 33, 66 y 108 días después del tratamiento con diferentes concentraciones de cloruro de sodio.

Porta Injerto	Concentración de cloruro de sodio (mM)											
	0			50			100			150		
	33	66	108	33	66	108	33	66	108	33	66	108
NI	3.57±	6.19±	8.48±	12.55±	41.89±	32.54±	17.25±	19.41±	18.11±	z	93.114±3.	59.01±6.
	0.14 e	0.62 g	0.0 j	0.0 de	4.67 cd	1.9 cdefg	3.4 bcde	2.49 efg	1.0 ghij		89 a	32 a
MX	2.89±	8.45±	18.86±	18.36±	56.21±	32.89±	25.92±	31.14±	35.84±	34.65±	62.82±3.1	47.12±5.
	0.83 e	2.10 fg	3.6 fghij	0.34 bcd	10.90 bc	3.4 bcdef	4.14 abc	0.39 ed	4.6 bcde	4.76 a	1 b	05 ab
MF	2.99±	17.32±	17.90±	7.04±	41.33±	31.72±	23.72±	22.72±	44.78±	27.63±	55.11±1.5	46.43±3.
	0.69 e	5.14 efg	1.65 hij	0.21 de	2.33 cd	1.6 efgh	4.48 abc	0.93 ef	3.7 abcd	8.62 ab	5 bc	69 abc
BF	4.42±1	9.276±2.	14.67±	15.23±0.	44.64±5.	31.30±3.7	22.99±2.	29.66±0.	24.09±2.6e	28.36±6.2	40.84±0.0	40.58±6.
	.3 de	18 fg	0.0 ij	48 bcde	45 cd	defgh	76 abc	93 ed	fghi	1ab	7 cd	51 bcd
CV	21.879	10.84	11.517	21.879	10.84	11.517	21.879	10.84	11.517	21.879	10.84	11.517
DMS _{0,0}	14.426	15.743	14.535	14.426	15.743	14.535	14.426	15.743	14.535	14.426	15.743	14.535

⁵

NI = no injertado; MX = portainjerto Maxifort; BF = portainjerto Beaufort; MF = portainjerto Multifort. Letras distintas entre columnas y filas indican diferencia estadística significativa entre portainjerto por efecto de la concentración de cloruro de sodio (Tukey, $P \leq 0.05$).

^z = No hay datos

Cuadro 24A. Efecto de los portainjerto sobre prolina (mmol g^{-1} peso de biomasa seca) en hojas de tomate híbrido Caimán sin injertar e injertado en distintos patrones a los 33, 66 y 108 días después del tratamiento.

Portainjerto	Prolina (mmol g^{-1} peso de biomasa seca)		
	33 ddt	66 ddt	108 ddt
NI	11.125±6.40 b	40.151±35.50 a	29.535 ±20.52a
MX	20.455±12.70 a	39.655±23.44 a	33.677±11.23 a
MF	15.344±11.84 ab	34.119 ±16.23a	35.207±12.48 a
BF	17.752±9.97 a	31.103 ±14.87a	27.662 ±10.60a
CV	23.40	31.80	22.537
DMS _{0.05}	-	15.857	9.77

NI = no injertado; MX = portainjerto Maxifort; BF = portainjerto Beaufort; MF = portainjerto Multifort. Letras distintas entre columnas indican diferencia estadística significativa entre portainjertos por efecto de la concentración de cloruro de sodio (Tukey, $P \leq 0.05$).

Cuadro 25A. Efecto de la concentración de cloruro de sodio sobre la prolina en hojas de tomate híbrido Caimán.

NaCl (mM)	Prolina (mmol g^{-1} peso de biomasa seca)		
	33	66	108
0	3.467±0.92 d	10.309±5.03 c	14.978±4.59 c
50	13.294±4.45c	46.017±8.15 b	32.113±2.19 b
100	22.473 ±4.45b	25.733± 5.28 c	30.704± 11.32 b
150	30.214±6.25 a	62.969 ±20.52 a	48.286± 8.28 a
CV	23.40	31.80	22.537
DMS _{0.05}	-	15.857	9.77

Letras distintas, en una misma columna, indican diferencia estadística significativa (Tukey, $P \leq 0.05$).