

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO

Memoria de Título

INJERTO DE PLANTINES COMERCIALES DE TOMATE
(Solanum lycopersicum L.): EVALUACIÓN DE COMBINACIONES
PORTAINJERTO/CULTIVAR EN DOS ESTADOS FENOLÓGICOS

CLAUDIA ALEJANDRA ESPINOZA GONZÁLEZ

Santiago, Chile

2013

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE PREGRADO

Memoria de Título

INJERTO DE PLANTINES COMERCIALES DE TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.): EVALUACIÓN DE COMBINACIONES PORTAINJERTO/CULTIVAR EN DOS ESTADOS FENOLÓGICOS.

COMMERCIAL TOMATO GRAFTED SEEDLINGS (*Solanum lycopersicum* L.): EVALUATION ROOTSTOCK/SCION COMBINATIONS IN TWO PHENOLOGICAL PHASES.

CLAUDIA ALEJANDRA ESPINOZA GONZÁLEZ

Santiago, Chile

2013

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE PREGRADO

INJERTO DE PLANTINES COMERCIALES DE TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.): EVALUACIÓN DE COMBINACIONES PORTAINJERTO/CULTIVAR EN DOS ESTADOS FENOLÓGICOS

Memoria para optar al Título Profesional de
Ingeniera Agrónoma

CLAUDIA ALEJANDRA ESPINOZA GONZÁLEZ

	Calificaciones
Profesor Guía	
Sr. Ricardo Pertuzé C. Ingeniero Agrónomo, Ph. D.	6,5
Profesores Evaluadores	
Sra. Loreto Prat Del R. Ingeniera Agrónoma, Mg. Sc.	6,0
Sr. Cristián Araneda T. Licenciado en Ciencias Biológicas, Mg. Sc. Dr. Cs. Biomédicas	5,1

Santiago, Chile

2013

“Nunca permitas que alguien te diga que no puedes hacer algo.
Si tienes un sueño debes protegerlo y cumplirlo”.

AGRADECIMIENTOS

Primero que todo, agradezco a Dios y a la vida la oportunidad de aprender esta maravillosa profesión, por permitirme día a día amar la naturaleza y aportar al cambio de conciencia ambiental.

Agradezco enormemente la labor que realizaron mis padres durante todos los años de estudio. Muchas gracias por creer en mí y enseñarme que nada es imposible. A pesar de las incomodidades del sacrificio, siempre han estado junto a mí para levantarme y tenderme una mano cálida e incondicional. Este logro también es fruto de ustedes dos. Créanme que la historia sería distinta sin el soporte, la amistad y la compañía de mi madre, y la sabiduría y paciencia de mi padre, mi ángel guardián.

No puedo dejar de nombrar a mi hermana, esa que tuvo que aguantar mis berrinches y la que todos los días me recibía, en un hogar hermoso, con un delicioso plato hecho con el más noble de los sentimientos. Junto a ella, le doy gracias a mi sobrina por hacerme reír con sus locuras, por confiar en mí todos sus secretos y por sorprenderme con su inteligencia y madurez. Nuestra amistad será eterna.

Gracias mi amor por acompañarme en este proceso con pasión, paciencia y entrega. Tú haces que mi corazón palpite más fuerte con sólo nombrarte y saber que luego de un largo día de estudio y trabajo nos encontraremos en un abrazo. Tú eres más mi pareja, mi compañero, mi amante y mi amigo.

A mi niño por mostrarme el amor más puro que existe desde la profundidad de mi vientre. Sé y entiendo que este no era nuestro momento, ya podremos encontrarnos.

No crean que me olvidé de ustedes, mi bella y loca familia. Esa que se mueve en masa y que recoge con amor al integrante que cae, y fraternalmente abre las puertas al que quiera entrar. Estoy muy orgullosa de cada uno.

Muy agradecida de mis profesores, especialmente de Ricardo, que me otorgaron las herramientas para trabajar y desarrollarme en cualquier área y como un gran ser humano.

Agradezco a mis compañeros y grandes amigos, aquellos hermanos que están junto a mí en cuerpo y espíritu. A los funcionarios y “tíos” de Antumapu que sólo con una sonrisa me daban ánimo para una jornada más.

Finalmente, doy gracias a mis jefes por permitirme terminar este proceso, confiar en mí y por todas las cosas que junto a ellos he aprendido.

A todos ustedes, muchas gracias y que Dios les acompañe siempre.

ÍNDICE

	Página
RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUCCIÓN.....	3
Hipótesis.....	5
Objetivos.....	5
MATERIALES Y MÉTODOS.....	6
Lugar de estudio.....	6
Materiales.....	6
Cultivares: DRW 7680 y Adrale.....	6
Portainjertos: Maxifort y Emperador.....	6
Métodología.....	7
Tratamientos y diseño experimental.....	7
Procedimiento.....	7
Preparación.....	7
Siembra.....	8
Injertación.....	8
Pegado de injertos y aclimatación.....	9
Variables evaluadas.....	10
Variables no destructivas.....	10
Variables destructivas.....	11
Análisis estadístico.....	11
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	12
Variables no destructivas.....	12

Largo de hipocotilo.....	12
Altura de plantas.....	14
Cantidad de hojas.....	16
Diámetro de callo.....	18
Sobrevivencia.....	20
Variables destructivas.....	23
Materia seca.....	23
Área foliar.....	24
CONCLUSIONES.....	27
BIBLIOGRAFÍA.....	28
APÉNDICE I.....	30
APÉNDICE II.....	32

INJERTO DE PLANTINES COMERCIALES DE TOMATE
(Solanum lycopersicum L.): EVALUACIÓN DE COMBINACIONES
PORTAINJERTO/CULTIVAR EN DOS ESTADOS FENOLÓGICOS

RESUMEN

Injertar es un manejo cultural que permite unir secciones de dos plantas de la misma especie o de especies emparentadas, una parte basal o portainjerto y una parte aérea o cultivar, de tal manera que crezcan y se desarrollen como una sola planta. Una adecuada selección de portainjerto y cultivar permite obtener una planta con condiciones muy favorables para la producción. En plantas de tomate (*Solanum lycopersicum L.*), el cultivo se puede establecer en suelos con una cantidad elevada de agentes patógenos. Además el injerto es valorizado por ser una alternativa no química, amigable con el medio ambiente y acorde con la inminente prohibición del Bromuro de Metilo para el 2015. Éste también podría favorecer el crecimiento vegetal en condiciones de baja temperatura, exceso o falta de humedad y alta salinidad del sustrato; podría incrementar la productividad; mantener un alto vigor; y aprovechar las cualidades productivas de la parte aérea de la planta.

Se establecieron dos ensayos independientes para estudiar el efecto del injerto de empalme oblicuo entre dos portainjertos y dos cultivares de tomate en dos estados fenológicos bajo condiciones de invernadero de una plantinera comercial.

Las combinaciones que mostraron los mejores resultados se obtuvieron utilizando el portainjerto Maxifort con el cultivar Adrale para la variable largo de hipocotilo con $5,19 \pm 0,11$ cm y cantidad de hojas con $6,81 \pm 0,12$ unidades en dos hojas verdaderas y materia seca con $0,49 \pm 0,02$ g en cuatro hojas verdaderas. Por otro lado utilizando el cultivar DRW 7680 con el portainjerto Maxifort se lograron las mejores sobrevivencias (96%) con dos hojas verdaderas y las mayores alturas de plantas ($21,60 \pm 0,31$ cm) en estado de cuatro hojas verdaderas. No obstante, los individuos injertados en cuatro hojas presentaron una recuperación, crecimiento y desarrollo a una tasa inferior que las injertadas en dos hojas. Por tanto, la mejor combinación para la producción de plantas injertadas de tomate con la técnica de empalme oblicuo, es Maxifort en la sección basal y cualquiera de las dos alternativas en la sección aérea en estado fenológico de dos hojas verdaderas.

Palabras claves: empalme oblicuo, unión, sistema vascular, prendimiento, compatibilidad

**COMMERCIAL TOMATO GRAFTED SEEDLINGS (*Solanum lycopersicum* L.):
EVALUATION ROOTSTOCK/SCION COMBINATIONS IN TWO
PHENOLOGICAL PHASES.**

ABSTRACT

Grafting allows to join two sections of plants, of the same species or form related species, a basal part or rootstock and a cultivar or aerial part, in order to grow and develop as a single plant. Proper selection of rootstock and cultivar allows to get plants with favorable production conditions. In tomato (*Solanum lycopersicum* L.), the crop can be established on soils with high number of pathogens. Besides grafting is valued for being a non-chemical, friendly alternative to the environment, in accordance with the imminent ban of methyl bromide by 2015. This could also promote plant growth under low temperature, excess or lack of humidity and high salinity substrate; may increase productivity, maintaining a high vigor, and exploit productive qualities of the aerial part of the plant.

Two independent trials were established to study the effect of slant cut between two rootstocks and two cultivars of tomato in two phenological phases under greenhouse conditions of a commercial nursery.

The best results were obtained using the rootstock Maxifort with the cultivar Adrale for long hypocotyls with $5,19 \pm 0,11$ cm, number of leaves with $6,81 \pm 0,12$ units in two true leaves and dry matter with $0,49 \pm 0,02$ g in four true leaves, obtained. On the other hand using the DRW 7680 cultivar the best survivals (96%) were achieved with two true leaves and greater heights of plants ($21,60 \pm 0,31$ cm) in four true leaves. However, individuals grafted on four leaves had recovery, growth and development at a lower rate than grafted on two leaves. Therefore, the best combination for tomato production of grafted plants with slant cut is Maxifort in the basal section, and either of the two cultivars at two true leaves.

Keywords: slant cut, vascular system, survival, compatibility

INTRODUCCIÓN

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) es una de las hortalizas más consumidas a nivel mundial gracias a su alto valor nutritivo, sin embargo, por algunos problemas fitopatológicos y edafoclimáticas se ha visto en la necesidad de buscar alternativas para la producción sin alterar la calidad (Sory *et al.*, 2010).

En Chile, el tomate es el tercer cultivo hortícola después del choclo y la lechuga, alcanzando una superficie 6.364 hectáreas según el VII Censo Agropecuario y Forestal. De éstas, 1.068 hectáreas son bajo plástico (Eguillor, 2010) orientadas a superar retos tecnológicos como cultivar prescindiendo del bromuro de metilo. Además, manteniéndose al día con las nuevas tecnologías, conocimientos y formas de entender el negocio, como la solarización, el manejo de los residuos vegetales, la disminución del uso de agroquímicos, el uso de controladores biológicos, el control de nematodos y la utilización de portainjertos (Fabres y Pizarro, 2012), siendo esta última tecnología la de mayores ventajas frente al medio ambiente (Hoyos y Duque, 1999 citado por Fuentes, 2001).

Injertar es la técnica de unir dos secciones vegetales vivientes, de tal manera que entren en contacto y posteriormente, crezcan y se desarrollen como una planta individual (Hartmann *et al.*, 1990), siendo entonces compatibles (González, 1999). Este es un método de multiplicación asexual o vegetativa, que busca obtener unión entre dos fragmentos vegetales, a través de una soldadura a nivel de las capas meristemáticas de las plantas. Por una parte, el patrón o portainjerto, que gracias a su sistema radical, y eventualmente de una parte del tallo, suministra los elementos necesarios para el crecimiento y desarrollo de la nueva planta, pudiendo además, aislarla de patógenos. Y por otra, la variedad, cultivar o injerto que aporta las características y productividad al individuo (Boutherin y Bron, 1994).

Santoro (1999) indica que para que esta acción sea exitosa es indispensable la formación del callo, de cambium y sistema vascular en la zona de corte. El primero es un término aplicado a la masa de células parenquimáticas que se desarrollan desde y rodeando una herida de tejidos vegetales, diferenciándose en cambium vascular para formar xilema y floema (Wang y Kolman, 1995). Éste es un tejido delgado compuesto de células meristemáticas capaces de dividirse y formar nuevas células del sistema vascular. Sólo así el injerto comienza su desarrollo como un nuevo individuo, gracias a que ambas partes se conectan para la obtención de agua y nutrientes (Santoro, 1999).

En el inicio del proceso de injertación el tejido vegetal experimenta una reacción al corte que consiste en la formación de una capa aislada de material necrótico derivado de restos de pared, contenidos celulares y pectinas, también compuestos fenólicos secretados por células del callo, lo que corresponde a la cicatriz que aparece en la superficie de una herida abierta (Hartmann *et al.*, 1990).

A nivel mundial, la injertación de hortalizas ha crecido considerablemente (Lee, 1994) y es una práctica cultural que constituye un importante componente en el Manejo Integrado de Plagas (MIP) del cultivo protegido de Solanáceas, siendo un manejo no químico de problemas fitosanitarios causados por agentes asociados al suelo (hongos, bacterias y nematodos). En nuestro país se han seleccionado portainjertos tolerantes y resistentes a enfermedades consideradas de importancia económica para el tomate como raíz corchosa (*Pyrenochaeta lycopersyci*), marchitez bacteriana (*Pseudomonas solanacearum*), marchitez foliar (*Fusarium oxysporum*) y amarillamiento foliar (*Verticillium dahliae*), en producciones intensivas donde éstas se potencian con el abuso de los suelos y la utilización indiscriminada de productos químicos que alteran los equilibrios entre los microorganismos. Es una técnica muy eficaz, limpia y cuyo uso implica nulo impacto ambiental. La inminente prohibición del Bromuro de Metilo el 2015 según el Protocolo de Montreal, revaloriza al injerto por su efecto no contaminante (Dinamarca, 2001; Riveros y Rojas, 2001; Rojas y Riveros, 2002b; Farah, *et al.* 2008).

Los mismos autores señalan que los portainjertos se han utilizado para permitir el crecimiento de plantas en condiciones de baja temperatura, exceso o falta de humedad y alta salinidad en el suelo, logrando aumentar la capacidad de absorción de agua y nutrientes; así como para extender el período de cosecha; incrementar la productividad; mantener plantas con alto vigor; aprovechar las cualidades productivas del cultivar que formará la parte aérea de la planta (injerto o púa); acortar y simplificar los programas de mejoramiento genético al desarrollar separadamente líneas con características radiculares deseables y líneas con atributos de interés productivo o de calidad de frutos. Según Santoro (1999) también se han utilizado para acelerar la madurez reproductiva, y por tanto, la entrada en producción.

Por otro lado Duimovic (2012), afirma que algunos de los puntos débiles del uso de portainjertos son la resistencia media al nematodo *Meloidogyne arenaria*, la resistencia a daños al cuellos que posiblemente son causados por *Phytophthora nicotinae* var. *parvifolia*, *Rhizoctonia solani* y *Pythium* sp. y a daños provocados por el cancro bacteriano (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*). Además de la alta necesidad de instalaciones, infraestructura y personal adiestrado; mayor uso de mano de obra, y aumentos de costos por labor y por doble número de semillas (Riveros y Rojas, 2001). Sin embargo, los antecedentes indican que, en condiciones sanas, el resultado productivo es igual o mejor que en plantas sin injertar, sobre todo cuando se quieren evitar problemas de enfermedades y nematodos asociados al suelo (Rojas y Riveros, 2002b).

Para Rojas y Riveros (2002a), las principales técnicas de injertación de hortalizas son: de aproximación, de púa, de tubo, de aguja y de empalme oblicuo. Este último es el más usado en plántulas de Solanáceas y consiste en conservar al portainjerto en su contenedor original, al cual se le hace un corte oblicuo, eliminando los cotiledones, mientras que al injerto o púa se le realiza uno similar en longitud e inclinación al portainjerto, pero en dirección contraria separado de sus raíces y dejando el brote con uno o los dos cotiledones (Honna, 1997). Éste se empalma con el patrón y se sujeta con una pinza (Rojas y Riveros, 2002a) para que exista una concordancia lo más exacta posible de los tejidos vasculares y los respectivos

cambiums, considerando además las particularidades fisiológicas y/o anatómicas de ambas partes (Schöning y Kollmann, 1997).

Por todo lo anterior y debido a la necesidad de trabajar de manera limpia y acorde a las nuevas demandas del mercado, varias empresas semilleras están ofreciendo cultivares y portainjertos como alternativas a la tendencia de una agricultura limpia. Es el caso de Ruiters Seeds y Rijkzwaan con representantes muy similares entre sí (DRW 7680 F1 y Adrale como vástagos comerciales, y Maxifort y Emperador como patrones) (Riveros y Rojas, 2001), pero con compatibilidades que es necesario evaluar (Sory *et al.*, 2010).

Hipótesis

El prendimiento de plantines comerciales de tomate injertados es dependiente de la combinación patrón/cultivar y estado fenológico en que se encuentren al momento del corte.

Objetivos

Determinar la respuesta de plantines de tomate injertados frente al estado fenológico en que se encuentren al momento de realizar el corte.

Evaluar dos portainjertos, dos cultivares y dos estados fenológicos en el prendimiento del injerto con empalme oblicuo.

Definir la combinación portainjerto/cultivar que mejor se adapta a las condiciones de invernadero propias de una plantinera comercial en un estado fenológico determinado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de estudio

Este estudio fue realizado desde el 27 de septiembre al 07 de diciembre del 2010 en dependencias del vivero Hortiplantines de Chile (Guzmán y Cía. Ltda.), ubicado en Parcela 1, Parcelación La Copa, sector de Liray, comuna de Colina, y en el Laboratorio de Horticultura e Hidroponía de la Facultad de Ciencias Agronómicas de Chile, Campus Antumapu, Avenida Santa Rosa 11.315, comuna de La Pintana, Santiago de Chile.

Materiales

Cultivares

DRW 7680 F1: cultivar indeterminado de alto potencial productivo y calibres grandes. Fruto color rojo intenso y maduración uniforme.

Adrale: cultivar indeterminado de alta productividad por planta, frutos uniforme y de buen calibre, color y maduración.

Portainjertos

Maxifort: es un híbrido de muy alto vigor, que posee un buen comportamiento con bajas temperaturas y en condiciones de alta salinidad. Recomendado con variedades de poca vegetación, con poco vigor, poco tamaño y en condiciones de cultivo muy extremas (Semini, 2012).

Emperador: es un híbrido interespecífico con muy alto vigor y sistema radicular muy potente y equilibrado. Altamente resistente a enfermedades del suelo, suelos cansados o salinos, y soporta bajas temperaturas. Facilita una producción de forma estable de cultivo largo. Plantas muy verdes y sin clorosis (Rijk Zwaan, 2010).

El material vegetal fue seleccionado en conjunto con el equipo de producción del vivero Hortiplantines de Chile por su alta demanda. En ambos casos, el primer nombre comercial fue creado por la empresa Semini de Monsanto, mientras que el segundo pertenece a la semillera Rijk Zwaan.

Metodología

Tratamientos y diseño experimental

Se desarrollaron dos ensayos independientes entre sí para evaluar la compatibilidad de patrones y cultivares. El primer ensayo se montó con plantas injertadas con el método de empalme oblicuo (*slant cut*) en estado fenológico de dos hojas verdaderas, mientras que el segundo ensayo las plantas fueron injertadas con la misma técnica, pero cuando las plantas se encontraban con cuatro hojas verdaderas.

Ambos ensayos se plantearon con un diseño experimental completamente al azar con un arreglo factorial 2 x 2. Combinando dos portainjertos ó patrones y dos cultivares ó púas (Cuadro 1). Se utilizaron con 3 repeticiones de 18 plántulas injertadas cada una, correspondiendo individualmente a una unión patrón/cultivar.

Cuadro 1. Esquema de conformación de los ensayos y sus respectivos tratamientos derivados de las posibles combinaciones.

Ensayo	Estado Fenológico de injertación	Patrón	Cultivar	Tratamiento
Ensayo 1	Dos hojas verdaderas	Maxifort	Adrale	1
		Maxifort	DRW 7680	2
		Emperador	Adrale	3
		Emperador	DRW 7680	4
Ensayo 2	Cuatro hojas verdaderas	Maxifort	Adrale	1
		Maxifort	DRW 7680	2
		Emperador	Adrale	3
		Emperador	DRW 7680	4

Procedimiento

Preparación: Se emplearon bandejas alveoladas de poliestireno expandido blanco de alta densidad (Aislapol®) con 135 alveolos, cada uno con un volumen 43 mL, las cuales son empleadas comúnmente en la producción de plantines de tomate.

Como sustrato se utilizó una mezcla de 70% de turba rubia fina (0 a 10 mm) (Stender®) y 30% de perlita expandida (A3) (Harborlite Chile S.A.), la que es ocupada de manera constante en la plantinera para Solanáceas.

Para proceder al corte del injerto fue necesaria la utilización de hojas de Gillette y pinzas de silicona blandas para la sujeción de ambas partes abastecidas por el vivero.

Siembra: El día 27 de septiembre del 2010 se sembraron cuatro bandejas alveoladas de 135 celdas, cada una con uno de los cuatro materiales vegetales. Posteriormente se llevaron a una cámara de germinación, manteniendo una temperatura de 26°C y 95% de humedad relativa durante toda su estadía en este lugar, verificando las condiciones ambientales constantemente hasta evidenciar la emisión de radícula tres días posteriores a la siembra.

Las bandejas fueron trasladadas a un invernadero tipo capilla de 45 m de largo por 27 m de ancho, el cual estaba acondicionado para la producción comercial de platines de Solanáceas. En este sitio, se controlaron los factores ambientales, riegos y aplicaciones de plaguicidas de manera diaria.

Diariamente se observaron las plántulas para determinar el momento adecuado de corte en relación a tamaño y calidad de éstas. Las plantas utilizadas como patrones fueron altas y firmes, nunca etioladas, evitando que la zona de unión quedara cerca del suelo y que las púas tuvieran un diámetro similar a estos para la coincidencia de tallos, pues una diferencia en el diámetro de ambas partes merma la velocidad de soldadura y, consecuentemente, la tasa de prendimiento de los injertos (Rojas y Riveros, 2002a). Una vez que el 70% de éstas estuvo en estado de dos hojas verdaderas y un tallo de 1,5 mm de diámetro se procedió a injertar el primer grupo perteneciente al Ensayo 1.

Injertación: El día 29 de octubre del 2010 (33 días luego de la siembra) se regaron todas las plántulas hasta alcanzar una humedad suficiente para evitar la deshidratación. Posterior a esto, las bandejas fueron retiradas del invernadero para ser intervenidas y trasladadas al módulo de injertación.

La sala de injertación disponía de la infraestructura idónea para la labor: malla Rachel al 85% de intercepción para prevenir el exceso de luz y aumento de temperatura; calefactores; humidificadores para mantener la humedad relativa interna cercana al 95%; túneles de pegado compuestos de plástico negro y una estructura semi circular; mesones de corte con hojas de afeitar, barra de corte y pinzas de silicona.

Las plantas de ambos portainjertos se ubicaron espaciadas por un alveolo entre cada una, hasta conseguir 64 plantas de patrones por bandeja, 32 para Maxifort y 32 para Emperador, como se observa en la Figura 1. Una vez establecidas, se procedió a injertarlas según lo mencionado por Oda (1995), sacando de a un cepellón y cortándolo justamente bajo los cotiledones en un ángulo de 45° lo más recto posible, para evitar un crecimiento posterior del patrón desde las yemas axilares (Grubinger, 2009). Inmediatamente realizada esta acción se cortó la parte aérea de cada cultivar en el mismo lugar del tallo, con igual ángulo en sentido contrario, pero esta vez conservando los cotiledones. Como lo sugieren Rojas y Riveros (2002a), se juntaron ambas partes (patrón y cultrivar) y se aseguraron con una pinza de silicona (dependiendo del diámetro de los tallos), de modo que encajaran de la mejor forma posible, así aumentarían las posibilidades de predimiento por alineación de los *cambiums* (Santoro, 1999), pues, según Miguel (1995 citado por Dinamarca, 2001), a pesar de que exista cicatrización y comience el crecimiento y desarrollo de la variedad, una unión

tan escasa no permitiría el movimiento suficiente del agua, produciendo un atochamiento con posterior colapso de la planta.

El procedimiento anterior se repitió para cada uno de las cuatro combinaciones patrón/cultivar escogiendo plantas en forma aleatoria.

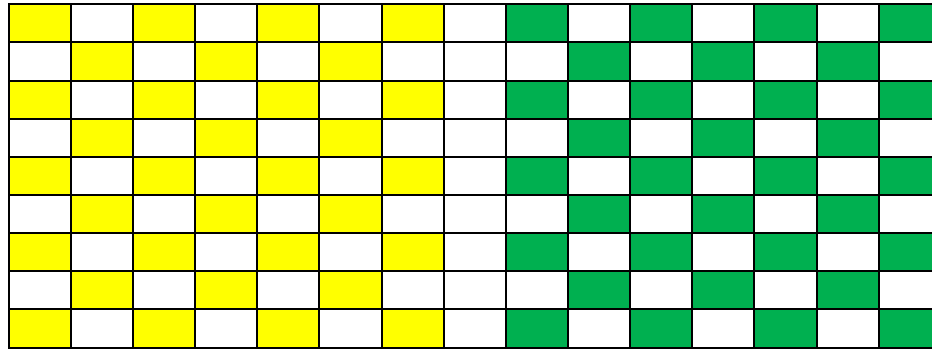


Figura 1. Distribución espacial de las plántulas injertadas en cada bandeja. La diferencia de color indica distinta unidad experimental (patrón/cultivar).

Pegado de injertos y aclimatación: Las bandejas con los nuevos individuos fueron introducidos a túneles de pegado o soldadura. En ellos la temperatura se mantuvo cercana a 23°C, la que se logró gracias a camas calientes alimentadas por una caldera propia del invernadero; la radiación controlada por malla Rashel al 85% de intercepción (Grubinger, 2009) y la humedad relativa manejada por humidificadores dentro de las estructuras, (Hartmann *et al.*, 1990).

De acuerdo a las recomendaciones de Hartmann *et al.* (1990), desde el día 1 al 4, fue necesaria una humedad superior al 90% (evitando la deshidratación, pues las células de parénquima que forman el tejido del callo son de pared delgada), la cual se obtuvo con aspersión manual y humidificadores, pero evitando la condensación gracias a apertura de las ventanas laterales. La temperatura fluctuó entre los 23- 28°C, ya que cifras por debajo de los 20°C en la etapa de soldadura, conlleva a una formación de callo muy lenta.

En el día 4 y 5 la humedad relativa no superó el 85% y la temperatura fluctuó entre los 20 a los 26°C con una ventilación moderada y paulatina, permitiendo la presencia de oxígeno, ya que en la unión del injerto se produce una división y crecimiento celular importante, lo que va acompañado de una respiración elevada (Hartmann *et al.*, 1990).

Al día número 6 se verificó la existencia de la unión entre ambas partes para comenzar la etapa de aclimatación de las plantas, considerando que ésta es uno de los períodos más críticos para el éxito de la injertación, pues se completa la diferenciación y unión de haces vasculares (Rojas y Riveros, 2002a). La humedad se mantuvo entre 50% y 80%, la temperatura bordeando los 23°C y ventilación constante.

A partir del séptimo día se igualaron las condiciones ambientales tanto dentro como fuera de los túneles de acuerdo a lo mencionado por Rojas y Riveros (2002a), puesto que la aclimatación no debería demorar más de una semana, con lo cual el tiempo total desde que se hace la injertación hasta que la planta está aclimatada es de aproximadamente 10 días. Las plántulas injertadas fueron retiradas al noveno día (08/11/10), ya aclimatadas, prosiguiendo con los tratamientos comunes que reciben los plantines comerciales de tomate.

Se identificó que la unión del injerto estaba completa una vez se establecieron las conexiones vasculares, xilema y floema, a través de la superficie del injerto, lo cual ocurrió aproximadamente de una a tres semanas lo que concuerda con Miguel (1995, citado por Dinamarca, 2001).

Las plantas del Ensayo 2 fueron injertadas con el mismo procedimiento anterior, el 05 de noviembre del 2010 (39 días desde la siembra) en estado de cuatro hojas verdaderas.

Variables evaluadas

La unidad muestral consideró 18 de los 32 individuos injertados de cada unidad experimental para parámetros no destructivos y 5 en parámetros destructivos, evitando el efecto borde. Las variables analizadas para ambos ensayos fueron:

Variables no destructivas: Evaluadas desde la salida de las plantas del túnel de pegado (cada 3 días) hasta 12 días pos injertación sobre 18 individuos en el vivero.

1. Largo de hipocotilo (cm): Se evaluó el largo de hipocotilo de cada patrón desde la base de la plántula en contacto con el sustrato hasta inmediatamente bajo la zona intervenida gracias a un pie de metro milimetrado.
2. Altura de plantas (cm): Los plantines injertados fueron medidos desde la base en contacto con el sustrato hasta el extremo distal del punto de crecimiento, empleando una regla milimetrada.
3. Cantidad de hojas (N°): Se cuantificó el número de hojas verdaderas de los 18 individuos.
4. Diámetro de callo (mm): Se midió la zona de unión o callo formado con un pie de metro milimetrado.
5. Supervivencia (%): Se estimó el número de plantas vivas en relación al porcentaje de individuos con prendimiento finalizando las mediciones, es decir, los que no lograron unirse se consideraron como plantas muertas.

Variables destructivas: Evaluadas al finalizar los 14 días desde salida del túnel de pegado sobre 5 plantas escogidas al azar en el laboratorio de Horticultura e Hidroponía de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile.

1. Área foliar (cm²): Estos datos fueron tomados de todas las hojas de cada uno de los 5 plantines escogidos, sin incluir los pecíolos, con un integrador de área foliar AF LICOR®, modelo LI-3000^a.
2. Materia seca (g): Una vez medido el área foliar, las mismas muestras se introdujeron a una estufa (Labtech modelo LDO-250F, Namyangu, Korea) con circulación forzada de aire a 70°C. Cuando alcanzaron una masa constante se calculó el gramaje utilizando una balanza electrónica de 0,1 mg (Adam Equipment Co Ltd, Modelo AAA 100L, Danbury, CT, USA).

Análisis Estadístico

Previo a los análisis, se comprobó la normalidad de todas las variables con la prueba de Shapiro-Wilks. Las variables que no fueron normales fueron cambiadas de acuerdo a las transformaciones recomendadas en la bibliografía (Zar, 1974).

Los resultados obtenidos de las variables de cada ensayo fueron sometidos a Análisis de Varianza (ANDEVA) para detectar interacción entre los factores para $P < 0,05$. Cuando no se presentó interacción se evaluó cada factor por separado con el fin de detectar diferencias significativas en cada nivel. Cuando existió interacción todas las combinaciones de los factores fueron analizadas en conjunto a través de la prueba de rango múltiple de Tukey ($P < 0,05$). Los valores porcentuales fueron transformados a través de la fórmula de Bliss para cumplir los supuestos del análisis de varianza.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Variables no destructivas

Largo de hipocotilo

Según el análisis estadístico, en ambos ensayos existió interacción entre los factores al menos en una de las mediciones, y diferencias significativas en los tratamientos para la porción entre los cotiledones y las primeras raíces, por lo cual los resultados fueron evaluados conjuntamente. Los datos obtenidos en la última medición del Ensayo 1 no fueron normales, por tanto se transformaron a inversa para cumplir con los supuestos de normalidad.

En la Figura 2A se puede observar que el Tratamiento 1 (Maxifort/Adrale) presentó un largo de hipocotilo significativamente superior al resto de las combinaciones prácticamente durante todo el periodo de pegado, obteniendo $5,19 \pm 0,11$ cm al finalizar el estudio, excepto en la primera medición donde no mostró diferencia con el Tratamiento 2. Por otro lado, los Tratamientos 3 y 4, compuestos por el portainjerto Emperador y ambos cultivares, mantuvieron resultados por debajo de los dos anteriores a lo largo de todo el estudio y distintos entre sí durante las dos últimas mediciones, obteniendo finalmente $3,75 \pm 0,00$ y $3,44 \pm 0,04$ cm respectivamente.

Como lo evidencia la Figura 2B, en el Ensayo 2 se encontraron diferencias significativas entre todos tratamientos, siendo el Tratamiento 1 formado por Maxifort y Adrale el que alcanzó el mayor crecimiento, llegando a $5,19 \pm 0,06$ cm, especialmente frente al Tratamiento 4, el que sólo alcanzó los $3,04 \pm 0,02$ cm el día 12 posterior a la salida del túnel.

De acuerdo a lo anterior, los resultados de ambos ensayos revelaron que la mejor combinación frente a la elongación de hipocotilo es Maxifort en la parte basal junto a Adrale en la zona aérea, a pesar de pertenecer a distinta empresa de semillas. Entonces para esta variable, la unión de ambas partes es independiente del origen semillero que tengan las plantas y se aleja de lo descrito por González (1999), pues señala que el crecimiento y recuperación se relacionada de forma clara con el origen genético entre ambas partes.

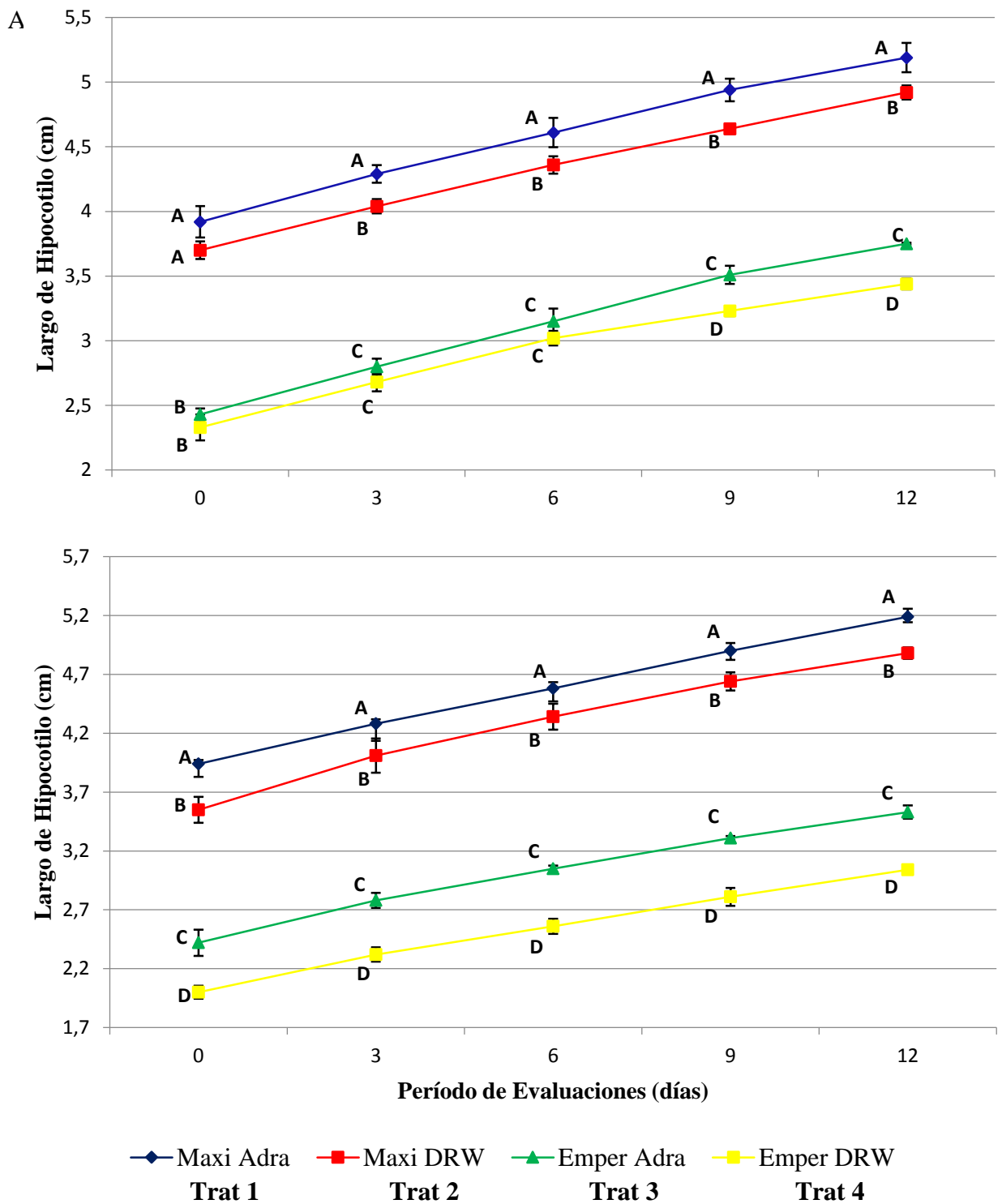


Figura 2. Largo de hipocotilo de plantas injertadas medidos durante 12 días después de la salida del túnel de pegado para A.- Ensayo 1 y B.- Ensayo 2. Letras iguales indican que no hay diferencias significativas entre los tratamientos para $P \geq 0,05$.

A pesar de que las plantas pertenecientes al Ensayo 2 fueron injertadas e introducidas al túnel de pegado siete días después que el Ensayo 1, la elongación del hipocotilo fue similar a la de los individuos cortados en estado de dos hojas y no superior como se esperaba en relación a lo señalado por Lee (1994), al decir, el uso de plántulas con mayor desarrollo eleva las probabilidades de éxito al aumentar la superficie de contacto al nivel de los cortes y por tanto, tendrían una recuperación más pronta reflejada en un mayor crecimiento conforme a la edad del injerto (Rojas y Riveros, 2001).

No obstante, se puede relacionar con lo mencionado por González (1999), que señala que la actividad cambial y crecimiento se deben a un estímulo de auxinas y giberelinas producidas en las yemas del patrón, entonces el escaso desarrollo de los portainjertos pudo deberse a la ausencia de dicho impulso, y con posible menos éxito luego de la operación (Grubinger, 2009) en el grupo injertado en estado fenológico de cuatro hojas verdaderas.

Altura de plantas

La altura de plantas, comprendida entre la base de la planta en contacto con el sustrato y el extremo distal del punto de crecimiento, no mostró interacción entre los factores durante el estudio ni diferencias significativas entre los cultivares en las cuatro primeras mediciones del Ensayo 1, pero sí entre los portainjertos. Plantas con la base Maxifort mostraron siempre un crecimiento significativamente mayor que Emperador, llegando a valores finales de $17,61 \pm 0,83$ y $16,13 \pm 0,17$ cm respectivamente como lo ilustra la Figura 3A.

En el Ensayo 2 se evidenció interacción entre factores en todos los datos arrojados. La Figura 3B exhibe que el Tratamiento 2 compuesto por Maxifort y DRW 7680 sobrepasó en todas las mediciones al resto de las combinaciones en más de 2 puntos, consiguiendo finalmente $21,60 \pm 0,31$ cm. Entre los otros tres tratamientos no se encontraron diferencias significativas durante la toma de datos.

Para el primer grupo (Ensayo 1) injertado en estado de dos hojas verdaderas, el resultado de la injertación fue similar usando cualquiera de las dos alternativas en la parte aérea, pues la diferencia estuvo dada por el patrón Maxifort, mientras que en el segundo (Ensayo 2) la mejor alternativa, usando la técnica de empalme oblicuo, fue la representada por el mismo portainjerto y DRW 7680, las cuales provienen de igual empresa semillera. Según Lee (1994), el uso de plántulas de mayor edad aumenta el éxito de injertación al aumentar el grosor del tallo y, por consiguiente, la superficie de contacto en la zona de unión de ambos cortes.

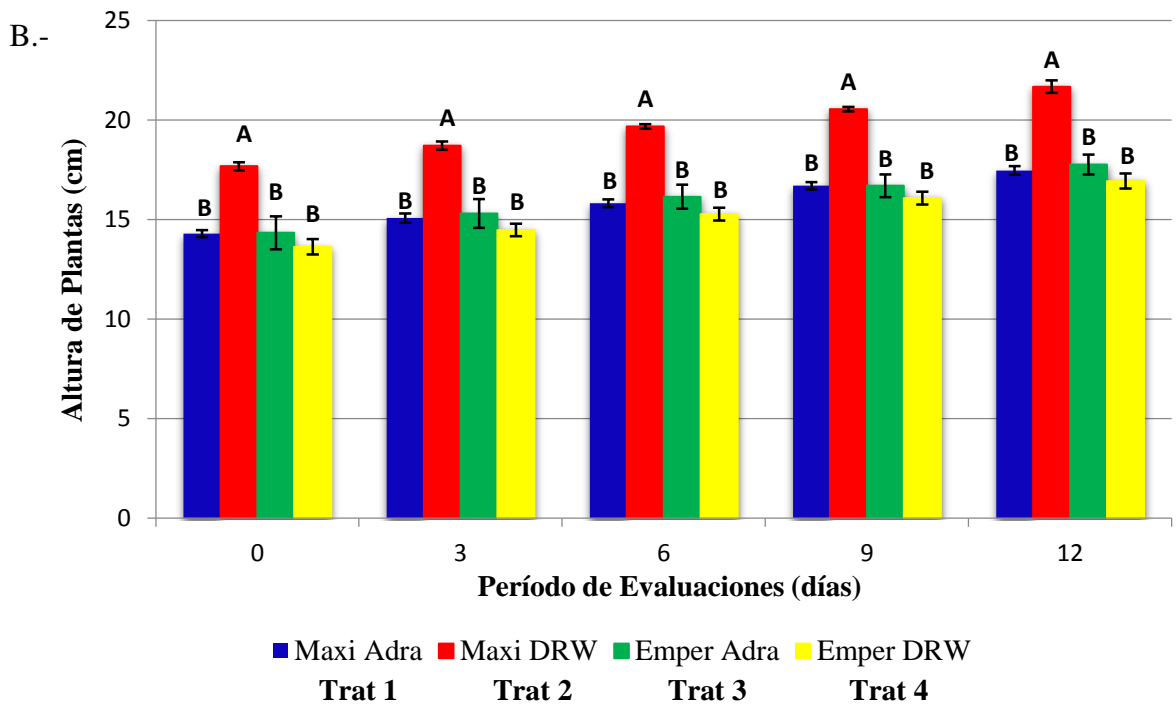
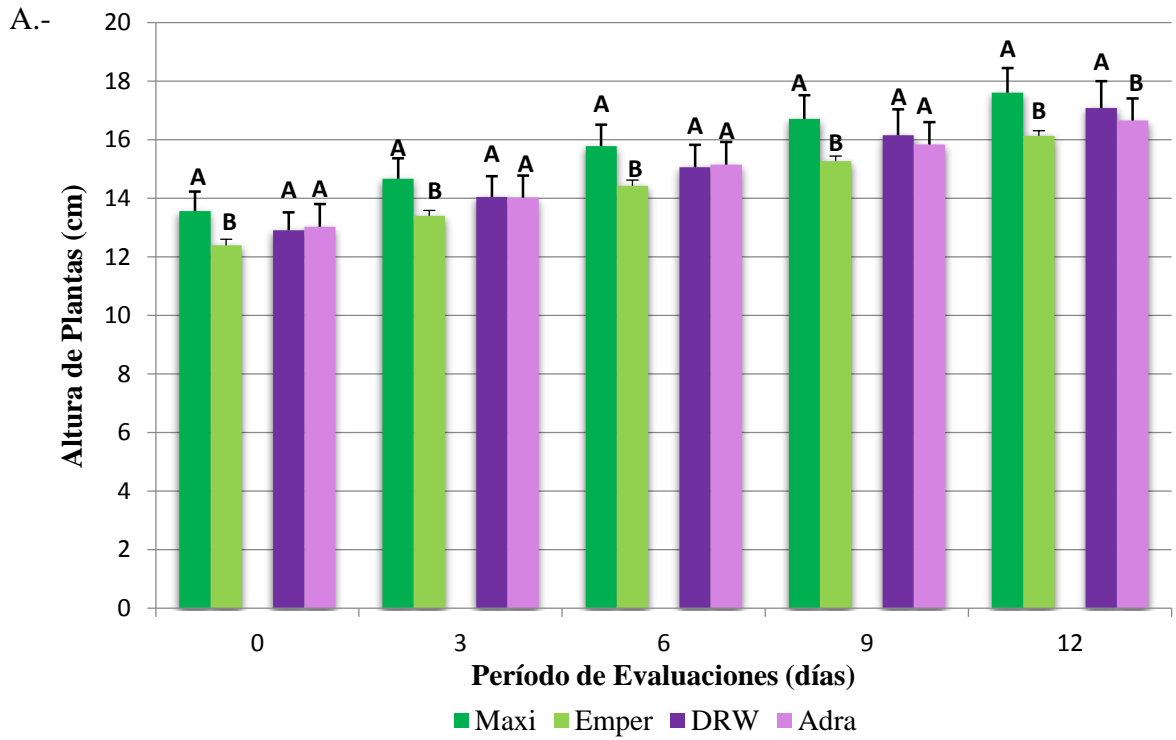


Figura 3. Altura de plantas injertadas en relación al tiempo desde salida de los túneles hasta doce días posteriores para A.- Ensayo 1, no se registró interacción entre factores durante el estudio; B.- Ensayo 2, se registró interacción entre factores. Letras iguales dentro de cada factor indican que no hay diferencias significativas entre los niveles para $P \geq 0,05$.

Si bien en ambos ensayos se verificó un crecimiento constante de las combinaciones en el tiempo, éste ocurrió a distinta velocidad dentro de cada grupo. Hartmann *et al.* (1990), indicó que el escaso crecimiento post operatorio junto a otras características, son señales de poca afinidad, por tanto, los Tratamientos 1, 3 y 4 de las plantas injertadas en estado de cuatro hojas verdaderas del Ensayo 2, pueden haber tenido algún grado de incompatibilidad entre sus partes aéreas y basales lo que en definitiva determinó las diferencias logradas en el crecimiento total de las plántulas injertadas.

En términos generales, podemos indicar que la unión de Maxifort con DRW 7680 injertada en estado de cuatro hojas verdaderas permite una recuperación más rápida por lograr de manera exitosa la pronta normalización del sistema vascular con el consecuente crecimiento vegetal, pues se han establecido muchas conexiones conductoras, xilema y floema (Miguel, 1995 citado por Dinamarca, 2001).

Cantidad de hojas

La cantidad de hojas mostró interacción entre los factores en el primer, cuarto y quinto día de medición para el Ensayo 1 y durante las cuatro últimas en el Ensayo 2. Por esta razón las 4 combinaciones portainjerto/cutivar se analizaron conjuntamente. En el primer grupo injertado, los datos arrojados el primer y tercer día fueron transformados a rangos para cumplir con los supuestos de normalidad.

En la Figura 4A, el Tratamiento 1 (Maxifort y Adrale) sostuvo, generalmente, un mayor número de hojas comparado con el resto de las combinaciones, acumulando $6,81 \pm 0,12$ unidades, excepto durante la primera medición en donde los cuatro tratamientos fueron semejantes con aproximadamente 4 unidades y los dos posteriores en que igualó al Tratamiento 2 (Maxifort y DRW 7680). Por otra parte, el Tratamiento 3 y 4 (Emperador con Adrale y DRW 7680) mantuvieron resultados por debajo de los anteriores, adquiriendo finalmente $5,89 \pm 0,16$ y $5,74 \pm 0,11$ hojas respectivamente, datos que indican igualdad entre ellos para esta variable.

Para el Ensayo 2, la Figura 4B revela que la combinación formada por Emperador y DRW 7680 (Tratamiento 4) presentó un desarrollo foliar mayor a los otros tratamientos, llegando a $7,74 \pm 0,11$ hojas, menos el primer día de muestreo donde las cuatro uniones se mostraron semejantes.

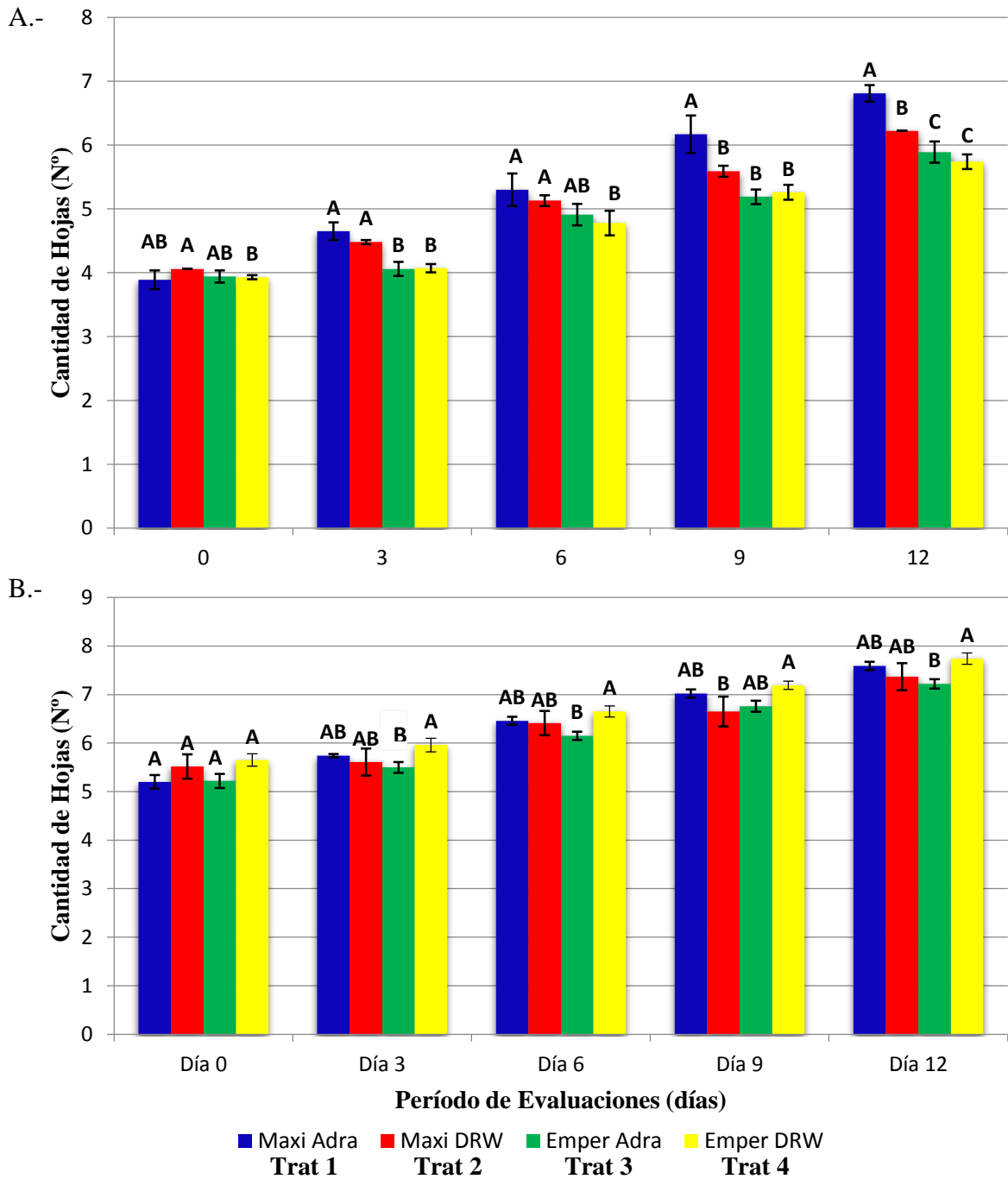


Figura 4. Número de hojas de plantas injertadas en relación al tiempo desde salida de los túneles hasta doce días posteriores para A.- Ensayo 1; B.- Ensayo 2. Letras iguales indican que no hay diferencias significativas entre los tratamientos para cada día de medición con $P \geq 0,05$.

La cantidad de hojas obtenidas por las plantas injertadas en cuatro hojas verdaderas superó al número alcanzado por el primer grupo. Esto concuerda con lo presentado por Rojas y Riveros (2001) como resultado de un ensayo realizado en plántulas injertadas de melón (*Cucumis melo*), pues éstas, a medida que eran de más edad al momento del corte, presentaron un mayor número de hojas asociado a la cantidad de ellas al momento de efectuar la injertación.

En cuanto al origen del material vegetal utilizado, no existe relación entre las combinaciones y el número de hojas desarrolladas, porque el máximo resultado lo presentó el tratamiento compuesto por partes provenientes de diferente empresa semillera.

En los dos grupos el desarrollo foliar fue constante durante las cinco mediciones lo que indica que la injertación fue exitosa y se reestableció el flujo de agua y nutrientes. Sin embargo, las plantas injertadas en el primer estado desarrollaron las hojas a una velocidad mayor comparado con las del segundo grupo en un mismo período de tiempo, ya que estas últimas finalizaron con sólo una hoja de diferencia a pesar de que fueron injertadas con dos de desigualdad.

Cabe señalar que a pesar de haber alcanzado $7,74 \pm 0,11$ unidades foliares como máximo por parte de las plantas pertenecientes al segundo grupo al finalizar el ensayo, se debe esperar aún más para poder ser trasplantadas en relación a lo expuesto por Grubinger (2009), ya que informa que se necesitan 10 a 12 hojas completamente expandidas para captar la luz solar y alimentar una planta de tomate. Dato que puede ser utilizado para continuar con un estudio una vez que el cultivo ya esté establecido.

Diámetro de callo

Según el análisis de varianzas para el parámetro diámetro de callo estimado sobre la unión de ambas partes, no se registró interacción entre patrones y cultivares ni diferencias significativas entre tratamientos para el Ensayo 1 en todas las mediciones.

Los resultados de las plantas injertadas en estado de cuatro hojas verdaderas plasmados en el Cuadro 2 indican que se repitió la condición anterior, sin embargo, el factor patrón mostró diferencias significativas en la última medición, donde Emperador supera a Maxifort con $7,38 \pm 0,23$ y $7,11 \pm 0,27$ milímetros respectivamente. En relación a los cultivares, independiente del portainjerto utilizado, DRW 7680 fue siempre significativamente mayor que Adrale, consiguiendo $7,42 \pm 0,21$ y $7,07 \pm 0,20$ milímetros respectivamente.

Cuadro 2. Medias de diámetro de callo en milímetros de plantas injertadas desde salida de los túneles hasta doce días posteriores para los dos ensayos.

		Diámetro de Callo				
		Ensayo 1 ^{ns}				
		0	3	6	9	12
		-----cm-----				
Patrón						
Maxifort		4,43±0,17	4,59±0,20	5,29±0,18	5,69±0,18	6,22±0,17
Emperador		4,58±0,19	4,82±0,22	5,47±0,19	5,82±0,22	6,40±0,17
Cultivar						
Adrale		4,47±0,11	4,67±0,14	5,34±0,10	5,70±0,13	6,30±0,14
DRW 7680 F1		4,54±0,20	4,75±0,27	5,42±0,24	5,81±0,21	6,32±0,18
		Ensayo 2				
		0	3	6	9	12
		-----cm-----				
Patrón						
Maxifort		5,19±0,22a	5,43±0,24a	6,10±0,24a	4,47±0,24a	7,11±0,27 b
Emperador		5,38±0,20a	5,60±0,23a	6,31±0,23a	6,66±0,22a	7,38±0,23a
Cultivar						
DRW 7680 F1		5,44±0,14a	5,69±0,17a	6,35±0,19a	6,75±0,14a	7,42±0,21a
Adrale		5,13±0,17 b	5,33±0,17 b	6,06±0,21 b	6,38±0,17 b	7,07±0,20 b

Análisis estadístico no presenta interacción entre factores. Valores dentro de la misma columna y dentro de cada factor seguido por la misma letra no representan diferencias significativas entre los niveles para Tukey $P \geq 0,05$. ns= evaluación sin diferencias significativas.

De acuerdo a lo que señalan Sory *et al.* (2010), las características anatómicas del tallo a la altura del callo como el tamaño de los vasos del xilema, el porcentaje del xilema y del floema, y la relación entre xilema y floema para cualquier tipo de planta, son muy importantes para conocer el grado de compatibilidad vegetativa, la capacidad de transporte de agua, la tasa de desarrollo y la capacidad de producción de las plantas en la relación cultivar/portainjerto.

Entonces podemos indicar que dichas características de transporte de agua y nutrientes son similares entre las cuatro combinaciones cuando se injerta en estado de dos hojas verdaderas y distintas en aquellas intervenidas una semana después usando el cultivar DRW 7680.

Además de lo mencionado, este encallado podría ser incrementado por un reconocimiento celular y una reactivación fisiológica previa al momento de realizar el corte de las plantas, pues los conductos vasculares al verse interrumpidos tienden a desarrollarse más haciendo que incrementen su tamaño, sumado al aumento del xilema por acumulación de carbohidratos translocados desde las hojas que no pueden pasar por la zona de unión (Sory *et al.*, 2010), por lo que se sugiere utilizar DRW 7680 en cuatro hojas verdaderas, ya que

en la zona de unión tiende a mayores cambios morfológicos relacionados con actividad cambial, aumentando su diámetro y según lo expuesto por Hartmann *et al.* (1990), el desarrollo excesivo en la zona de unión, seguido de otras condiciones (como amarillamiento del follaje, escaso crecimiento, muerte prematura de plantas, senescencia, diferencias marcadas en la tasa de crecimiento de ambas partes o ruptura por la unión del injerto) son claros síntomas de incompatibilidad.

En consecuencia, para evitar dicha situación desfavorable de engrosamiento excesivo del diámetro en la zona del callo, analizándolo como una contraindicación, se recomienda la utilización del cultivar Adrale si el momento de injertación se realiza en estado de cuatro hojas verdaderas y cualquiera de las dos alternativas si se trata de una intervención en dos hojas.

Sin embargo, para afirmar dichas aseveraciones sería fundamental un análisis con apoyo microscópico de tejidos para verificar si efectivamente este mayor engrosamiento favorece o perjudica la condición de transporte de agua y nutrientes por los haces vasculares de los injertos.

Sobrevivencia

Se realizaron 5 mediciones durante 12 días para cada ensayo, pero sólo los valores porcentuales de la última fecha permiten describir el prendimiento final del injerto o también denominado sobrevivencia de plantas. En ambos ensayos, no existe interacción entre los factores ni diferencias significativas entre los niveles de cada factor en todos los días de medición.

Como muestra la Figura 5, en el Ensayo 1 el tratamiento que obtuvo un mayor porcentaje de prendimiento de plantas fue el Tratamiento 2 (Maxifort/DRW 7680) con un 95,84%; mientras que en el Ensayo 2 fue el Tratamiento 3 (Emperador/Adrale) con un 60,41%. Las medias registradas fueron de $30,67 \pm 1,15$ y $19,23 \pm 1,52$, respectivamente.

En el Ensayo 1 existe la tendencia que el Tratamiento 2 (Maxifort/DRW 7680) sea superior al resto de las combinaciones, ya que ambas partes provenían de la misma empresa semillera, y según lo señala González (1999), dentro de los factores que inciden en la sobrevivencia de plantas está la compatibilidad entre patrón y cultivar, la cual se relacionada de forma clara con la afinidad genética entre ambas partes. Situación similar se observó con los resultados obtenidos desde el Ensayo 2, donde la unión de Emperador con Adrale mostró una superioridad frente al resto de los tratamientos en cuanto a sobrevivencia de plantas, siendo ambas partes provenientes de igual compañía productora de semillas.

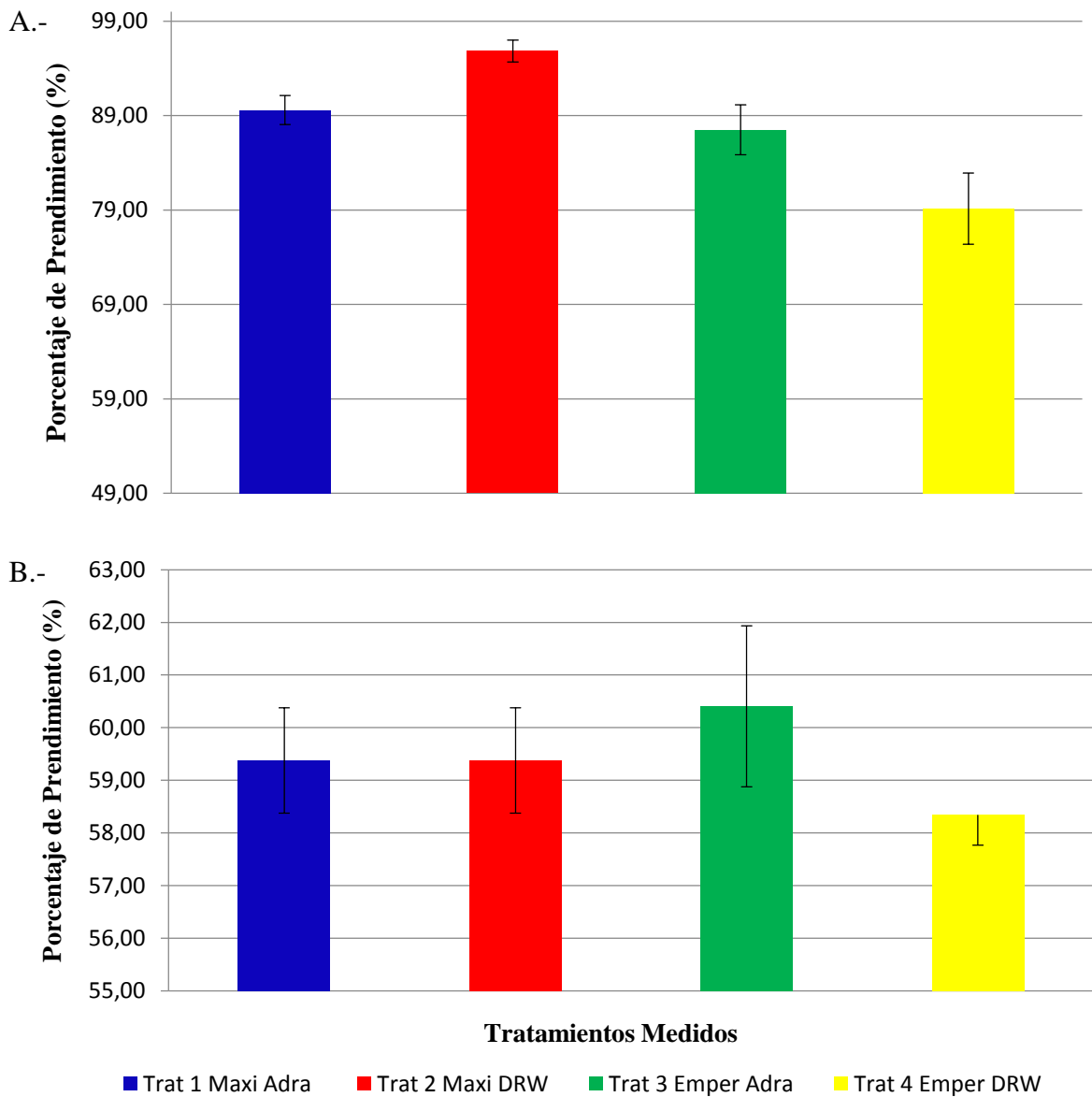


Figura 5. Porcentaje de prendimiento de plantas injertadas para los dos ensayos en la última fecha de medición y toma de datos, doce días posteriores a la injertación para A.- Ensayo 1; B.- Ensayo 2. En ambos ensayos no se registró interacción entre factores ni diferencias significativas entre los niveles $P \geq 0,05$.

Los resultados señalan que el porcentaje de sobrevivencia del primer grupo fue mayor que el segundo en todos los tratamientos. Entonces, el momento de corte y unión más adecuado es en estado de dos hojas verdaderas con material proveniente de igual empresa semillera, y así lo confirma Grubinger (2009) al indicar que la tasa de éxito de sobrevivencia disminuye rápidamente a medida que aumenta el diámetro del tallo y la edad de los plantines.

A pesar de lo indicado por Rojas y Riveros (2001), mencionando que el uso de plántulas con mayor desarrollo eleva las probabilidades de éxito al aumentar la superficie de contacto al nivel de los cortes, la exposición de una mayor área foliar a la deshidratación en una planta recién injertada con cuatro hojas verdaderas pudo determinar que la sobrevivencia en este estado disminuyera en comparación al grupo injertado del Ensayo 1.

Algunos estudios señalan que el patrón produce compuestos en la pared celular, pectinas, contenidos celulares y compuestos fenólicos que reaccionan con otros de la variedad en el mismo sitio, originando nuevos compuestos que inhiben la actividad del cambium, sumado a una reducción de la concentración de azúcares que llegan a la raíz por dificultades de translocación a través del injerto, pueden liberar en ella compuestos tóxicos que producen la degeneración y muerte vegetal (Dinamarca, 2001; Wang y Kollmann, 1995).

En otros casos, en las superficies de contacto de dos especies incompatibles, se deposita una capa de suberina a lo largo de la pared celular, formándose una capa necrótica de espesor creciente que conduce a la desecación de la variedad (Hartmann *et al.*, 1990).

Santoro (1999), señala también que la incompatibilidad puede deberse a múltiples variables como condiciones ambientales adversas, desigualdad de diámetros, incorrecta temperatura y humedad, diferencia de genes de cada variedad, ausencia de oxígeno e inhabilidad del injertador, siendo estas tres últimas características las que podrían haber afectado el resultado final de los valores. Esto lo confirma Trautmann (2001), al mencionar que en la injertación de empalme oblicuo la falta vital de oxígeno y de práctica del operario para realizar los cortes conlleva a problemas asociados a la coincidencia del cultivar con el patrón.

La incompatibilidad suele presentarse con ciertos síntomas como alto porcentaje de fallos en el injerto, amarillamiento del follaje, a veces defoliación, escaso crecimiento, muerte prematura de plantas, senescencia, diferencias marcadas en la tasa de crecimiento de ambas partes, desarrollo excesivo de la unión o ruptura por la unión del injerto (Hartmann *et al.*, 1990).

Debido a lo anterior, el porcentaje de plantas sobrevivientes podría disminuir a medida que pasa el tiempo si se considera que la incompatibilidad va manifestándose de manera paulatina en el tiempo y no necesariamente se refleja de manera inmediata con la muerte de las plantas.

De acuerdo a esto, para la realización de un injerto de nivel comercial se recomienda utilizar material vegetal donde ambas partes provengan de la empresa de Ruiters Seeds en estado fenológico de dos hojas verdaderas, de tal manera de obtener un mayor número de plantas con éxito luego de la injertación.

Variables destructivas

Materia Seca

En cuanto a la acumulación de materia seca existió interacción entre factores para ambos ensayos, sin embargo, sólo en el Ensayo 2 se registraron diferencias significativas como lo señala el Cuadro 3.

En el Ensayo 2, el Tratamiento 1 (Maxifort y Adrale) fue significativamente superior al Tratamiento 3 (Emperador y Adrale), alcanzando $0,49 \pm 0,02$ y $0,41 \pm 0,00$ gramos respectivamente. Los otros tratamientos compuestos en su parte aérea por DRW 7680 arrojaron datos que permitieron posicionarlos entre los antes mencionados.

Cuadro 3. Medias de materia seca de la parte aérea en gramos de plantas injertadas desde salida de los túneles hasta doce días posteriores para los dos ensayos.

Tratamientos	Combinación	Materia Seca	
		Ensayo 1 ^{ns}	Ensayo 2
		-----	-----(g)-----
1	Maxi Adra	$0,54 \pm 0,06$	$0,49 \pm 0,02$ a
2	Maxi DRW	$0,47 \pm 0,03$	$0,43 \pm 0,01$ bc
3	Emper Adra	$0,44 \pm 0,04$	$0,41 \pm 0,00$ c
4	Emper DRW	$0,51 \pm 0,4$	$0,47 \pm 0,01$ ab

Análisis estadístico presenta interacción entre factores. Valores dentro de la misma columna seguido por la misma letra no representan diferencias significativas para $P \geq 0,05$. ns= evaluación sin diferencias significativas.

Se observa que en todos los tratamientos pertenecientes al Ensayo 1, las plantas mostraron mayor gramaje que las injertadas una semana después. Lo anterior se podría explicar de la siguiente manera. Cuando se realiza el corte en estado de cuatro hojas verdaderas no existe una posterior tasa de desarrollo continua de los nuevos individuos comparados con la que tuvo el primer grupo intervenido, observando un estancamiento, debido, posiblemente, a una lenta recuperación del transporte de nutrientes y sistema vascular que determina un lento desarrollo vegetal (Sory *et al.*, 2010).

Por otra parte, Hartmann *et al.* (1990), indica que el escaso desarrollo post operatorio es una clara señal de poca afinidad y compatibilidad, por esta razón podemos decir, que bajo las condiciones del estudio, el momento de corte que entrega los mejores resultados en relación a acumulación de materia seca es en estado fenológico de dos hojas verdaderas por presentar un crecimiento constante. De esta manera Grubinger (2009) advirtió que plantines injertados con menos edad tienen un mejor resultado.

Área foliar

Los resultados del área foliar de las plantas injertadas fueron los siguientes. En el Ensayo 1, los datos obtenidos no cumplieron con el supuesto de normalidad, por lo cual fueron transformados a rangos. Además, no se registró interacción entre factores, mientras que el Ensayo 2 sí, y en ambos casos se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, principalmente debido al uso del cultivar DRW 7680 (Figura 6).

En el grupo injertado con dos hojas verdaderas, el área foliar de DRW 7680 superó significativamente al resto los factores, alcanzando $86,46 \text{ cm}^2$ al finalizar el estudio. Así mismo, el segundo grupo obtuvo las mejores respuestas utilizando en la parte aérea a DRW 7680 para ambos portainjertos analizados, obteniendo $88,83 \pm 0,86 \text{ cm}^2$ en su unión con Emperador (Tratamiento 4) y $84,09 \pm 2,34 \text{ cm}^2$ con Maxifort (Tratamiento 2).

Sin embargo, a pesar de que el Ensayo 2 fue injertado siete días después del primer grupo, las hojas de estos individuos alcanzaron un área foliar similar a las injertadas en el Ensayo 1, confirmando los resultados obtenidos en las cantidad de hojas y materia seca.

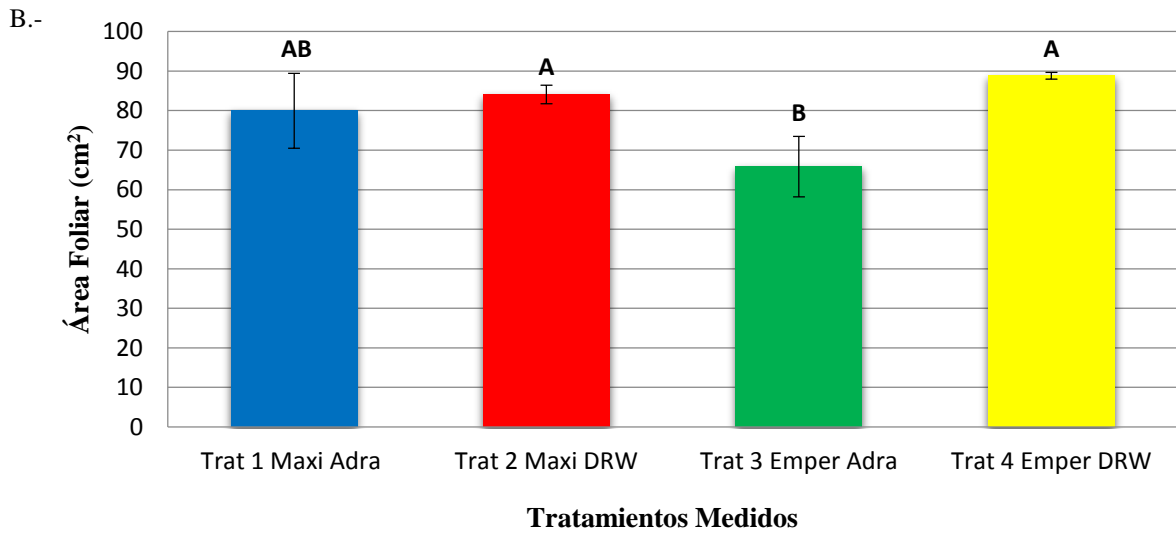
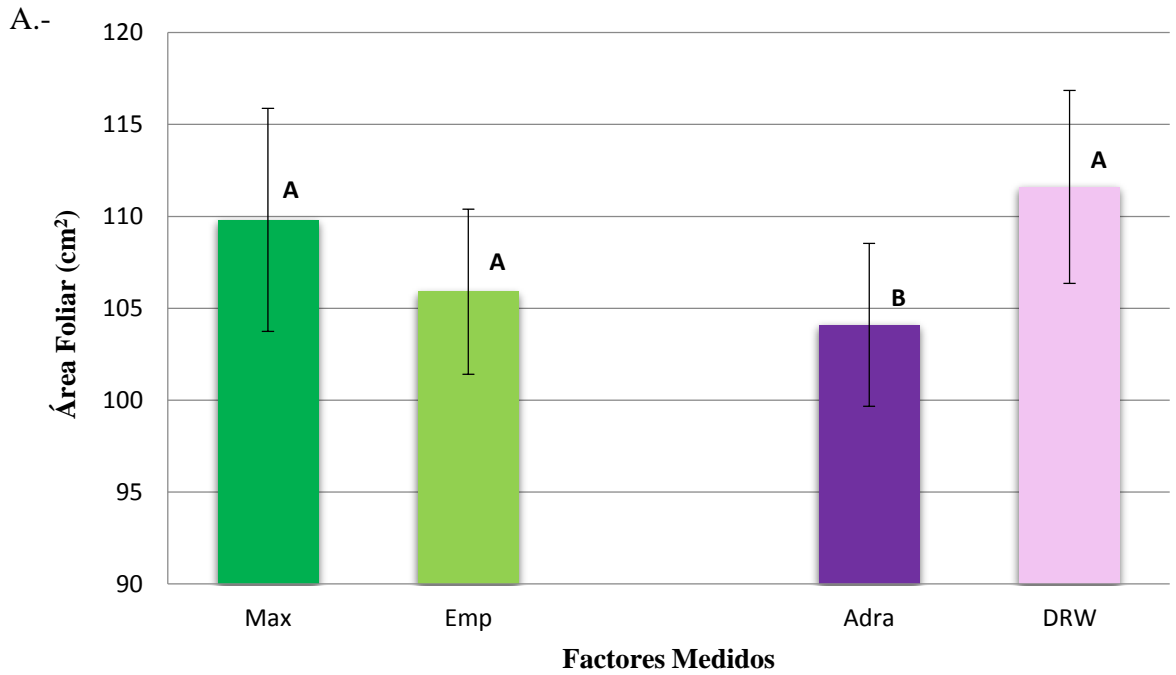


Figura 6. Área Foliar de plantas injertadas 14 días luego de la injertación A.- Ensayo 1, no se registró interacción entre factores; B.- Ensayo 2, se registró interacción entre factores. Letras iguales dentro de cada factor indican que no hay diferencias significativas entre los niveles para $P \geq 0,05$.

La escasa presencia de área foliar en plantas injertadas usando Adrale y, especialmente, con avanzada edad puede responder a que existe poca afinidad o compatibilidad fisiológica y genética entre las partes (González,1999); lenta normalización del transporte a través de haces conductores (Sory *et al.*, 2010); o mermado desarrollo a causa de que son plantas con más edad (Grubinger, 2009).

Entonces cuando las plántulas son injertadas al momento de tener 2 hojas verdaderas, usando el cultivar DRW 7680, existe un desarrollo foliar superior y constante que puede favorecer la producción de asimilados utilizables en el cultivo. Dato que puede corroborarse realizando un estudio detallado de las plantas cuando ya esté establecido el cultivo comercial de tomate.

CONCLUSIONES

En términos generales, el portainjerto Maxifort presentó los mejores resultados, comparados con Emperador, para las variables largo de hipocotilo y materia seca, usando en la parte aérea el cultivar Adrale en ambos estados fenológicos, sumando cantidad de hojas obtenidas en estado de dos hojas verdaderas. El mismo portainjerto, pero unido a DRW 7680 mostró respuesta favorable en las variables altura de plantas en estado de cuatro hojas verdaderas y sobrevivencia con dos hojas al momento de realizar el corte.

Injertos de tomates en estado fenológico de dos hojas verdaderas tienen mejores resultados que los injertados siete días después, ya que son plantas más jóvenes, con mayor posibilidad de recuperación post intervención y con menor área expuesta para deshidratación. Según los resultados obtenidos, el grupo injertado en estado de cuatro hojas verdaderas presentó una recuperación más lenta y un crecimiento inferior de los nuevos individuos para las variables largo de hipocotilo, cantidad de hojas, sobrevivencia y acumulación de materia seca.

Finalmente, la mejor alternativa para la producción de plantas injertadas de tomate con la técnica de empalme oblicuo, es Maxifort en la sección basal y cualquiera de las dos alternativas en la sección aérea en estado fenológico de dos hojas verdaderas, bajo las condiciones de invernadero propias de la plantinera comercial.

BIBLIOGRAFÍA

- Boutherin, F. y G. Bron. 1994. Multiplicación de plantas hortícolas. Acribia, España. 225p.
- Dinamarca, A. 2001. Evaluación de técnicas de injertación y patrones para sandía. Memoria Ingeniero Agrónomo. Quillota, Chile: Facultad de Agronomía, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. 56h.
- Diumovic, A. 2012, ago-sept. Biofumigación y portainjertos en reemplazo de bromuro de metilo. *Revista Redagráfica*. 48:54.
- Eguillor, P. 2010. Situación del tomate para consumo fresco. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. 3p.
- Fabres, F. y R. Pizarro. 2012, ago-sept. Seminario Internacional en Quillota: Nuevas tecnologías en el cultivo del tomate bajo plástico. *Revista Redagráfica*. 48:46-47.
- Farah, M., A. Hernández, A. Casanova, T. Depestre, L. Gómez y M. Rodríguez. 2008, abr. El injerto herbáceo: Alternativas para el manejo de plagas del suelo. *Revista de Protección Vegetal*. 23(2):69-74.
- Fuentes, L. 2001. Evaluación de algunos aspectos técnicos de injerto de tomates (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Memoria de Ingeniero Agrónomo. Quillota, Chile: Facultad de Agronomía, Universidad Católica de Valparaíso. 81h.
- González, J. 1999. El injerto en hortalizas. In: González, J. y A. Vilarnau. Eds. Planteles, semilleros y viveros. Ediciones de horticultura. Barcelona, España. 121 p.
- Grubinger, V. 2009. [En línea]. Grafting greenhouse tomatoes. Vegetable and Berry Specialist. University of Vermont Extension. Recuperado en: <<http://www.uvm.edu/vtvegandberry/factsheets/graftingGHtomato.html>> Consultado el 20 de Agosto del 2013.
- Hartmann, H., D. Kester and F. Davis. 1990. Plant Propagation, Principles and Practices. Seventh edition. New Jersey, Prentice-Hall. 647 p.
- Honna, S. 1977. Grafting Eggplants. *Scientia Horticulturae*. 7(3):207-211.
- Lee, J. 1994, abr. Cultivation of Grafted Vegetables I. Corrent Status, Grafting Methods and Benefits. *Hort Science*. 29 (4):. 235-239.

Oda, M. 1995, dic. New grafting methods for fruits bearing vegetables in Japan. *Japan Agricultural Research Quarterly*. 29 (5): 187-194.

Rijk Zwaan, 2010. [En línea]. Portainjertos. Recuperado en : <<http://www.rijkszwaan.com/wps/wcm/connect/e46a69004440e6f88483f5d79ded817c/Seeds%26services+ESP.pdf?MOD=AJPERES>>. Consultado el: 22 de noviembre del 2013.

Riveros, F. y L. Rojas. 2001, jul-ago Hortalizas injertadas. Forma Novedosa de controlar enfermedades del suelo. *Tierra Adentro*. 39: 14-15.

Rojas, L. y F. Riveros. 2001, jul. Efecto del método y edad de las plántulas sobre el prendimiento y desarrollo de injertos en melón (*Cucumis melo*). *Agricultura técnica*. 61 (3): 2-8.

Rojas, L. y F. Riveros. 2002a, sep-oct. Métodos de injertación de hortalizas. *Tierra Adentro*. 46:32-35.

Rojas, L. y F. Riveros. 2002b, sep-oct. Prendimiento de injertos en hortalizas. *Tierra Adentro*. 46:30-31.

Trautmann, F. 2001. Evaluación de dos técnicas de injertación en plantas de melón (*Cucumis melo*). Memoria Ingeniero Agrónomo. Quillota, Chile: Facultad de Agronomía, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. 56h.

Santoro, F. 1999. Aspectos teóricos y técnicos de la injertación. (pp. 83-90). *En*: Botti, C.; L. Prat; D. Ioannidis; N. Franck; M. Camposano; Santoro, F. Manejo tecnificado de invernaderos y propagación de plantas. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas, Santiago, Chile. 257p.

Schöning, U and R. Kollmann. 1997, feb. Phloem translocation in regenerating in vitro heterograft of different compatibility. *Journal of Experimental Botany*. 47(307):289-295.

Seminis, 2012. [En línea]. Portainjertos. Recuperado en : <<http://www.seminis.com/global/cl/products/Pages/Portainjertos.aspx>>. Consultado el 22 de noviembre del 2013.

Sory, A.; R. Nieto, J.Rodríguez; A. Barrientos; L. Ibáñez; E. Romanchik y C. Núñez. 2010, ene-abr. Variación anatómica del xilema en tallo de cultivares de tomate injertados en un tipo criollo. *Revista Chapingo. Serie Horticultura*. 16: 67-76.

Wang, Y. and P. Kollmann. 1995, nov. Vascular differentiation in the graft union of *in-vitro* grafts with different compatibility structural and funcional aspects. *Plant Physiology*. 147:521.

Zar, J. 1974. Biostatistical analysis. Prentice-Hall Biological Sciences Series. 620 p.

APÉNDICE I



Figura 7. Plántula de portainjerto Maxifort 25 días posteriores a la siembra. Estado fenológico de primera hoja expandida. Fecha de captura el 22/10/2010.



Figura 8. Plántula de portainjerto Emperador 25 días posteriores a la siembra. Estado fenológico de primera hoja expandida. Fecha de captura el 22/10/2010.



Figura 9. Plántula de cultivar Adrale 25 días posteriores a la siembra. Estado fenológico de primera hoja expandida. Fecha de captura el 22/10/2010.



Figura 10. Plántula de cultivar DRW 7680 25 días posteriores a la siembra. Estado fenológico de primera hoja expandida. Fecha de captura el 22/10/2010.

APÉNDICE II



Figura 11. Túnel de pegado o soldadura comúnmente utilizado por la plantinera comercial y en donde se pusieron las bandejas con las plantas injertadas. Fecha de captura el 25/08/2010.



Figura 12: Plantas injertadas y aclimatadas en combinación Maxifort/DRW 7680 con destino comercial. Fecha de captura el 25/08/2010.



Figura 13. Plantas injertadas y aclimatadas en combinación Maxifort/DRW 7680 con destino comercial. Fecha de captura el 25/08/2010.



Figura 14. Plantas injertadas y aclimatadas en combinación Maxifort/DRW 7680 con destino comercial, decapitas para favorecer la producción con doble eje. Fecha de captura el 25/08/2010.