

**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO**

Memoria de Título

**EVALUACIÓN DE DOS TÉCNICAS DE INJERTACIÓN EN DOS CULTIVARES
DE SANDÍA (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Mansf.) SOBRE DOS PATRONES
COMERCIALES (*Lagenaria* spp. Ser.; *Cucurbita máxima* x *C. moschata*)**

FABIO ALFONSO CORRADINI SANTANDER

**Santiago, Chile
2011**

**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO**

Memoria de Título

**EVALUACIÓN DE DOS TÉCNICAS DE INJERTACIÓN EN DOS CULTIVARES
DE SANDÍA (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Mansf.) SOBRE DOS PATRONES
COMERCIALES (*Lagenaria* spp. Ser.; *Cucurbita máxima* x *C. moschata*)**

**EVALUATION OF TWO GRAFTING TECHNIQUES IN TWO WATERMELON
(*Citrullus lamatus* Thunb,) Mansf.) CULTIVARS GRAFTED ON TWO
COMMERCIAL ROOTSTOCKS
(*Lagenaria* spp. Ser. and *Cucurbitamaxima* x *C. moschata*)**

FABIO ALFONSO CORRADINI SANTANDER

**Santiago, Chile
2011**

**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO**

**EVALUACIÓN DE DOS TÉCNICAS DE INJERTACIÓN EN DOS CULTIVARES
DE SANDÍA (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Mansf.) SOBRE DOS PATRONES
COMERCIALES (*Lagenaria spp. Ser.*; *Cucurbita máxima* x *C. moschata*)**

Memoria para optar al título profesional de:
Ingeniero Agrónomo

Fabio Alfonso Corradini Santander

	CALIFICACIONES
PROFESOR GUÍA	
Sra. María Luisa Tapia F. Ingeniero Agrónomo, M.Sc.	6,0
PROFESORES EVALUADORES	
Sr. Miguel D'Angelo C. Ingeniero Agrónomo	7,0
Sr. Luis Sazo R. Ingeniero Agrónomo	6,0

**Santiago, Chile
2011**

“You might laugh (...), but it's a metaphor.
And metaphors are important.
My gold stars are a metaphor for me being a star.”
R.B.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco de forma especial a mi Profesora Guía, Sra. María Luisa Tapia, por su invaluable ayuda en esta memoria, sus consejos, su aporte intelectual y estímulo en momentos difíciles.

Me gustaría agradecer también a todos quienes diariamente comparten en La Facultad su saber, su alegría y sus conocimientos; profesores, funcionarios y estudiantes, quienes hacen de ésta un lugar maravilloso y colmado de vida.

Igualmente agradezco a los amigos viejos, a los nuevos y al Club de Ajedrez y, muy especialmente, a mi familia.

ÍNDICE

	Página
RESUMEN	2
ABSTRACT	3
INTRODUCCIÓN	4
Hipótesis	6
Objetivos Generales	6
MATERIALES Y MÉTODOS	7
Lugar de estudio	7
Materiales	7
Métodos	7
Diseño experimental	7
Tratamientos	8
Procedimiento	8
Variables medidas	11
Desde emergencia de los cotiledones hasta el momento de injertación	11
Período post-injertación y formación de callo	11
Al finalizar la fase de vivero	12
Análisis estadístico	12
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	13
Caracterización fenotípica de patrones	13
Momento de injertación	15
Evaluaciones post-injertación	20
Sobrevivencia	22
Caracterización final	25
CONCLUSIONES	28
BIBLIOGRAFÍA	29
APÉNDICE I	32
APÉNDICE II	33
APÉNDICE III	35
APÉNDICE IV	36
APÉNDICE V	38
APÉNDICE VI	40

RESUMEN

Injertar hortalizas de fruto es una práctica que se realiza hace muchos años y es muy difundida en países del Asia y Europa, la cual está introduciéndose cada vez con más fuerza en diversos países del continente Americano. Esta práctica cultural permite, entre otras cosas, contar con plantines tolerantes a ciertas enfermedades y parásitos de suelo y aumentar los rendimientos. En Chile, debido a la eventual salida del bromuro de metilo del mercado, se ha despertado el interés por parte de productores y viveristas por estudiar esta técnica. Sin embargo, la información a nivel nacional es escasa. Como a nivel de vivero se busca obtener la mayor supervivencia de plantas una vez injertadas a fin de disminuir los costos de producción y este parámetro puede variar en función del método de injertación empleado, fue planteado el objetivo de evaluar dos métodos de injertación en cuanto a sobrevivencia de plantas injertadas.

El estudio se realizó entre julio y octubre del año 2010 en el Vivero Hortiplantines de Chile (Guzmán y Compañía Ltda.) ubicado en la comuna de Colina en Santiago de Chile, utilizando un diseño experimental completamente aleatorizado, con dos tratamientos; injerto de empalme oblicuo e injerto de inserción en agujero. Se realizaron cuatro ensayos independientes, combinando los cultivares Delta y Santa Amelia con los patrones Aurora y TZ, obteniendo así los ensayos; (1) Delta x Aurora, (2) Santa Amelia x Aurora, (3) Delta x TZ, (4) Santa Amelia x TZ. Se realizaron mediciones de longitud del hipocotilo, diámetro de hipocotilo, número de hojas, peso seco y peso fresco de la parte aérea, área foliar y sobrevivencia de plantas.

Los resultados de sobrevivencia para el tratamiento de inserción en agujero fueron 58, 74, 60 y 36% para los cuatro ensayos realizados en orden correlativo y valores de 3, 0, 2 y 5% para el tratamiento de empalme oblicuo. Además las plantas injertadas por el método de inserción en agujero presentaron, para todos los ensayos, un mayor peso fresco de la parte aérea y, en los ensayos 3 y 4, un mayor peso seco de esta misma. Se concluyó que la sobrevivencia de plantas es dependiente del método de injertación empleado, siendo el método de inserción en agujero el de mayor éxito.

Palabras Clave

Injerto de inserción en agujero, injerto de empalme oblicuo, sobrevivencia plantines injertados.

**EVALUATION OF TWO GRAFTING TECHNIQUES IN TWO WATERMELON
(*Citrullus lamatus* Thunb.,) Mansf.) CULTIVARS GRAFTED ON TWO
COMMERCIAL ROOTSTOCKS
(*Lagenaria* spp. Ser. and *Cucurbita maxima* x *C. moschata*)**

ABSTRACT

Two grafting techniques, the hole insertion (or terminal) and one cotyledon (or slant) grafting methods, were evaluated in two watermelon (*Citrullus lamatus* Thunb.,) Mansf.) cultivars grafted on two commercial rootstocks (*Lagenaria* spp. Ser. and *Cucurbita maxima* x *C. moschata*) through the survival of plants obtained 30 days following grafting and under simulated commercial nursery conditions so as to determine which of the techniques was more suitable for such conditions. A completely randomized design with two treatments which included the above grafting methods was used. Four independent experiments were carried out, each of them made up of a different rootstock-cultivar combination. The Delta and Santa Amalia cvs. were used as scions and a *Lagenaria* spp. cultivar, known as Aurora, and a *Cucurbita maxima* x *C. moschata* hybrid, called Tetsukabuto, were used as rootstocks.

Mean survival rates for the four experiments were 58, 74, 60 and 36% for the plants grafted with hole insertion and 3, 0, 2 and 5% for those grafted with the one cotyledon graft technique. It was concluded that, for the conditions studied in the four experiments, plant survival depends on the grafting technique used, the hole insertion technique being more successful in the number of surviving plants.

Key words

Hole insertion grafting, one cotyledon grafting, surviving grafted plants.

INTRODUCCIÓN

La práctica del injerto de hortalizas es común y difundida tanto en países asiáticos como europeos (Colla *et al.*, 2010); en los primeros esta técnica comenzó a utilizarse a fines de 1920 y, en los segundos, a mediados de 1950 comenzó a observarse un interés por la incorporación de esta práctica cultural (Díaz *et al.*, 2006). Actualmente esta técnica se utiliza -ya desde hace años-, además de Asia y Europa, en los países del norte de África y centro América, comenzando a introducirse también en norte América (Colla, 2010; Lee *et al.*, 2010; Kubota *et al.*, 2008).

La técnica de injertar hortalizas de fruto presenta beneficios directos al agricultor, ya que presenta mejoras en diversas cualidades de la planta: tolerancia a niveles tóxicos de ciertos elementos, como cobre y boro (Rouphael *et al.*, 2008; Eldestein *et al.*, 2005); aumento en la calidad de fruto (Huang *et al.*, 2009; Eldestein, 2004); adelanto de floración (Hayashi *et al.*, 2002); aumento en el rendimiento (Tian *et al.*, 2009); tolerancia a conductividades eléctricas elevadas de suelo (Colla *et al.*, 2010; Eldestein, 2004); tolerancia a ciertas enfermedades y nemátodos que atacan a estos cultivos (Davis *et al.*, 2008b; Cohen *et al.*, 2007; Díaz *et al.*, 2006; Eldestein, 2004; Riveros y Rojas, 2001); entre otras (Lee *et al.*, 2010; Tian *et al.*, 2009; Rivero *et al.*, 2003).

Al presentarse como una técnica que permite otorgar tolerancias a enfermedades y patógenos de suelo se puede deducir que es una técnica útil desde el punto de vista ambiental ya que se perfila como una herramienta a incluir en planes de manejo que permitan el control limpio de enfermedades y patógenos (Lee *et al.*, 2010; Díaz *et al.*, 2006). Esto es de importancia ya que la futura prohibición de uso del bromuro de metilo, utilizado en nuestra agricultura para realizar la desinfección de suelo, dejará planteada la tarea de encontrar alternativas eficaces y limpias para el control de patógenos radicales, hasta ahora controlados por dicho producto (López-Elías *et al.*, 2008; Cohen *et al.*, 2007; Morra, 2004). Esto sobre todo porque la característica de monocultivo que presentan las especies comúnmente injertadas, solanáceas y cucurbitáceas, provoca un incremento en la presión que estos patógenos ejercen (Rojas y Riveros, 2002a; Riveros y Rojas, 2001).

En otros países la práctica de injertar hortalizas ha sido tema de estudio y está cada vez más presente, no solo entre los agricultores sino también a nivel científico, presentándose en los últimos años un aumento considerable del número de publicaciones científicas relativas al estudio de esta práctica (Colla, 2010). Parte de esta investigación y de este desarrollo tecnológico ha indicado que la práctica del injerto puede ser una eficaz alternativa, en conjunto con otras medidas, para suplantar la tarea que cumple en nuestra agricultura el bromuro de metilo (Lee *et al.*, 2010; Morra, 2004).

En Chile la injertación era hasta hace algunos años desconocida, ya que al existir alternativas de control químico, el interés de parte de los agricultores era bajo. Por otra parte, se sobreentendía desde el punto de vista de éstos, que el costo de producción se

incrementaba al utilizar, bajo el mismo programa productivo, plantas obtenidas mediante la utilización del doble de semillas, el doble de espacio y el doble de insumos. Lo anterior es verdadero, pero como al implementarse esta técnica disminuyen los costos de aplicación de agroquímicos, finalmente estos se equiparan (Rojas y Riveros, 2002a).

En Chile además, la información científica sobre el tema ha sido escasa (Araya, 2006; Dinamarca, 2001; Rojas y Riveros, 2001; Trautmann, 2001) y sobre todo esporádica, por lo que el mayor trabajo en esta área lo han debido realizar en forma independiente las empresas plantineras interesadas. Además siempre es importante considerar que los distintos patrones disponibles tienen diferentes comportamientos para las diversas condiciones climáticas, por lo que para trabajar con ellos se vuelve imprescindible contar con información que corresponda a las condiciones de campo donde serán posteriormente utilizados (Davis *et al.*, 2008b).

En el último tiempo diversas plantineras en nuestro país han demostrado un creciente interés comercial por la producción de plantas de hortalizas injertadas (Riveros y Rojas, 2001). Es importante entonces, aumentar la información disponible para lograr un correcto desarrollo de esta práctica cultural, incorporando así una nueva herramienta en la producción de hortalizas con sus consecuentes nuevas ventajas.

Un cultivo de interés para las plantineras de nuestro país es el de la sandía, en él, como en toda hortaliza de fruto, se puede implementar la técnica de injertación, ya sea con el objetivo de mejorar parámetros productivos o introducir algún nivel de tolerancia a patógenos radicales. Para cualquiera de estos dos fines se han probado diversas especies a fin de utilizarlas como patrón, obteniendo buenos resultados, entre otras, con cultivares de *Lagenaria spp.* Ser. y con híbridos *Cucurbita máxima* x *C. moschata*, como el denominado Tetsukabuto. Las dos especies nombradas presentan buenos niveles de tolerancia a nemátodos y enfermedades, además de una alta compatibilidad con sandía (Huitrón *et al.*, 2006; Lee, 2003). Por lo anterior, son también estas especies las que cuentan con líneas de desarrollo mucho más amplias, enfocadas en la creación de nuevos patrones comerciales, contando a la fecha con un mayor número de cultivares patentados (Lee *et al.*, 2010)

Un punto importante a considerar al momento de comenzar una producción de plantas injertadas es la técnica de injertación a emplear. Estas técnicas han sido desarrolladas y perfeccionadas en el mundo siempre con el mismo objetivo; el correcto desarrollo de la unión cultivar-patrón, logrando así altas tasas de sobrevivencia en plantas, ya que una alta tasa de éxito a la hora de injertar implica disminuir los costos asociados a pérdidas (Davis *et al.*, 2008a). Se ha reportado que, los parámetros de sobrevivencia y éxito de las plantas injertadas, están muy ligados a la técnica de injertación utilizada (Davis *et al.*, 2008a; Rojas y Riveros, 2001) y que el éxito de ésta, está condicionado además por la especie utilizada, variando incluso a nivel de cultivar (Rojas y Riveros, 2001).

Dentro de las técnicas de injertación utilizadas en cucurbitáceas se encuentra la técnica de empalme oblicuo (*one cotyledon grafting*) la cual, dada su versatilidad, pudiendo ser realizada tanto a mano como con máquinas o robots, ha sido adoptada por una cantidad

cada vez mayor de viveros dedicados a las hortalizas (Davis *et al.*, 2008a). Esta técnica, es la de mayor utilización en cucurbitáceas (Lee *et al.*, 2010) y su mayor ventaja radica en que permite la formación de un callo fuerte y sano, lo cual facilita la manipulación de las plantas una vez injertadas (Lee *et al.*, 2010).

El injerto de inserción en agujero (*hole insertion grafting*) en tanto, es la técnica más comúnmente utilizada en China (Davis *et al.*, 2008a) y cuenta con una difusión cada vez mayor en el mundo (Lee *et al.*, 2010), debido a que este método es fácil de ejecutar, es rápido –una persona sola puede injertar 1500 plantas al día-, tiene una alta tasa de sobrevivencia en las plantas injertadas y el callo formado es muy fuerte. Además la aclimatación necesaria para el período post injertación es simple (Davis *et al.*, 2008a).

En las últimas temporadas la demanda por plantines injertados para la producción comercial de sandía ha ido en aumento, tendencia que al parecer va a mantenerse. Conscientes de la falta de información disponible, las plantineras han buscado nuevas formas de desarrollar esta técnica en Chile, para lo cual un punto de investigación interesante, dada su incidencia en la sobrevivencia de plantas y por consiguiente en una disminución de los costos de operación, es el conocimiento del nivel de sobrevivencia de las plantas logrado al injertar con los diversos métodos existentes.

Hipótesis

La sobrevivencia de los plantines injertados es independiente del método de injertación a emplear.

Objetivos generales

- Evaluar dos métodos de injertación (inserción en agujero y empalme oblicuo) en cuanto a sobrevivencia de plantines de sandías injertados.
- Definir cual de los dos métodos evaluados se adapta mejor al manejo cultural y condiciones ambientales de una plantinera comercial.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de estudio

Este estudio fue realizado entre los últimos días de julio y los primeros de octubre del año 2010, en el Vivero Hortiplantines de Chile (Guzmán y Compañía Ltda.), ubicado en la parcela número 1 de la parcelación La Copa en el sector de Liray, comuna de Colina, Santiago, Chile y en el Laboratorio de Horticultura e Hidroponía de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, Campus Antumapu.

Materiales

Se emplearon dos cultivares de sandía híbrida seleccionados por el vivero, eligiendo en base a lo indicado por la demanda comercial, a saber; Delta y Santa Amelia. Producidos ambos por Seminis. De la misma forma, fueron seleccionados dos patrones comerciales; Aurora y TZ, los cuales corresponden a *Lagenaria sp.* y a un zapallo Tetsukabuto (*Cucurbita máxima* x *C. moschata*) respectivamente. Ambos igualmente producidos por Seminis.

Se utilizaron bandejas alveoladas de poliestireno expandido de alta densidad, con 135 alvéolos (Aislapol®), cada uno con un volumen de 43 mL, por ser las de uso común en el vivero en la producción de esta especie. El sustrato empleado correspondió a una mezcla de 80% de turba rubia fina (0-10mm) (marca Stender®) y 20% de perlita expandida (A3) (Harborlite Chile S.A.), la cual corresponde a la mezcla normalmente utilizada en el vivero en la producción de plantines.

Para realizar la injertación de empalme oblicuo se utilizaron pinzas de goma de 5 mm provistas por el vivero.

Métodos

Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado, el cual estuvo constituido por dos tratamientos, correspondiendo cada uno a un método de injertación; empalme oblicuo (*one cotyledon grafting*) e inserción en agujero (*hole insertion grafting*). Cada tratamiento estuvo compuesto por 4 repeticiones de 30 plantas cada uno, correspondiendo cada planta a una combinación cultivar-patrón. Fueron realizados cuatro experimentos independientes,

contando cada uno con una diferente combinación cultivar-patrón: Delta-Aurora (Ensayo 1), Santa Amelia-Aurora (Ensayo 2), Delta-TZ (Ensayo 3) y, Santa Amelia-TZ (Ensayo 4). El esquema utilizado para los distintos ensayos se presenta en la Figura 1.

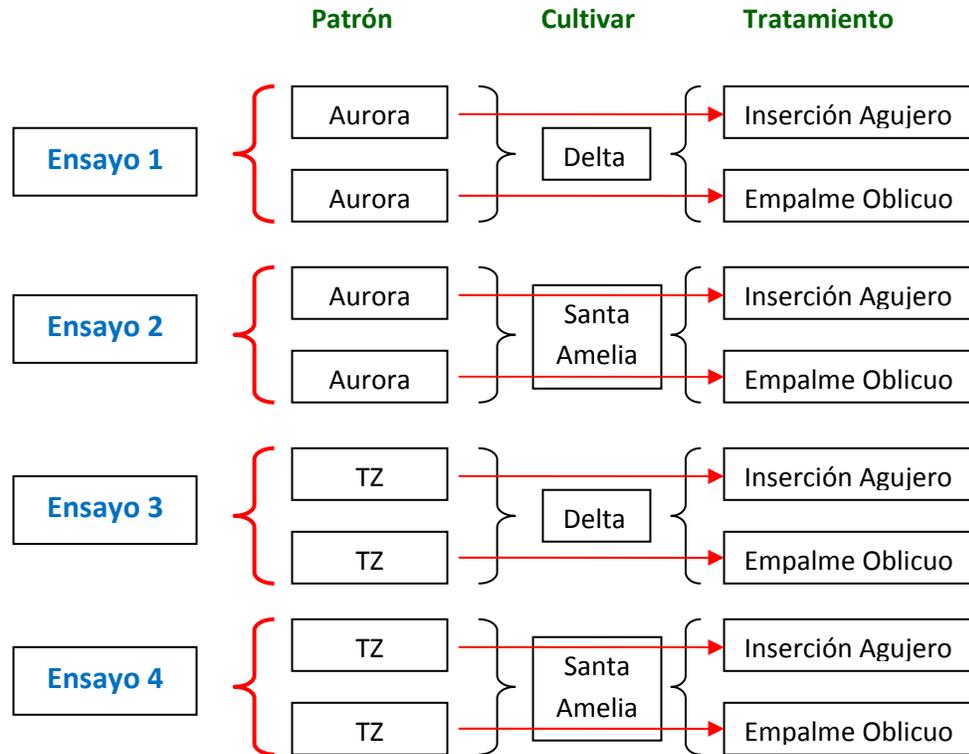


Figura 1. Esquema de conformación de los distintos ensayos con sus respectivos tratamientos.

Tratamientos

Los tratamientos empleados correspondieron cada uno a un método de injertación:

Tratamiento 1: Injerto de inserción en agujero.

Tratamiento 2: Injerto de empalme oblicuo.

Procedimiento

Las semillas fueron sembradas en las bandejas alveoladas. Sembrando dos bandejas del patrón y dos del cultivar a utilizar, repitiendo ésto para cada ensayo. La siembra de los patrones se realizó una semana antes de la siembra de los cultivares, permitiendo, con este desfase, contar con un diámetro mayor en el hipocotilo en las plantas que fueron utilizadas como patrones, facilitando un mejor contacto cultivar-patrón al momento de injertar, lo cual

es de importancia para el buen resultado del injerto de inserción en agujero (Davis *et al.*, 2008a).

Luego de sembradas, las bandejas se llevaron a cámara de germinación por 24 horas, uniforme en humedad relativa y temperatura; 85% HR y 25 °C. Transcurrido este tiempo, las bandejas fueron trasladadas a un invernadero calefaccionado, en el cual la humedad relativa y la temperatura eran registradas cada media hora por medio de un Datalogger (Extech Instrument Corporation, modelo RHT10, Waltham, MA, USA).

Al estado de primera hoja verdadera, los patrones y los cultivares fueron trasladados a un invernadero frío, para disminuir la tasa de crecimiento vegetativo en espera de la injertación.

Al estado de primera hoja verdadera expandida, se procedió a realizar los injertos. Se realizaron primero todos los injertos de tipo inserción en agujero, los días 30 y 31 de agosto (32 días después de la siembra). 9 días después, los días 8 y 10 de septiembre (42 días después de la siembra), también al estado de primera hoja, se realizaron todos los injertos de tipo empalme oblicuo.

Tanto los injertos de empalme oblicuo como los de inserción en agujero fueron realizados según lo descrito por Hassell *et al.* (2008). El injerto de inserción en agujero fue realizado entre los cotiledones, insertando la púa del cultivar en una abertura generada en la sección media del tallo del patrón, dejando sin amarrar el punto de injerto; el injerto de empalme oblicuo en tanto, fue realizado dejando un cotiledón del patrón y dos del cultivar, fijando la unión por medio de una pinza de goma. El procedimiento realizado es presentado en las Figuras 2 y 3, para los injertos de inserción en agujero y empalme oblicuo, respectivamente.

Figura 2. Método de inserción en agujero. A), preparación del cultivar; B), remoción del punto de crecimiento del patrón; C), creación del agujero para el cultivar; D), unión de cultivar-patrón; E), presentación de la planta completa.
(Adaptado de: Hassell *et al.*, 2008)

Figura 3. Método de empalme oblicuo. A), preparación del cultivar; B), preparación del patrón; C), unión cultivar-patrón; D), fijación de la zona de encallado con pinza de goma.
(Adaptado de: Hassell *et al.*, 2008)

Luego de realizados los injertos, las repeticiones de ambos tratamientos fueron distribuidas de forma aleatoria en las bandejas, dejando así las cuatro repeticiones por tratamiento distribuidas al azar en dos bandejas.

Las bandejas se ubicaron dentro de una cámara de encallado durante un día, en condiciones de oscuridad, humedad relativa del 85% y temperatura de 25 °C. Cumplido este período las bandejas se llevaron a un túnel durante 7 días, el cual contaba con; 25 °C, 90% HR y los primeros tres días luminosidad reducida con malla tipo raschel de 80% de intercepción. Acabado el período de túnel, las plantas se llevaron a un invernadero frío a fin de realizar la aclimatación final.

Cuando el 75% de las plantas sobrevivientes alcanzaron el estado de tercera hoja verdadera, o cumplieron con una permanencia en aclimatación mayor a 31 días, concluyó la fase de vivero, obteniéndose las muestras para la realización de los análisis de laboratorio.

Variables medidas

Las variables evaluadas se presentan a continuación, ordenadas según el momento del ensayo en que fueron realizadas.

Desde emergencia de los cotiledones hasta el momento de injertación

Caracterización fenotípica de los patrones utilizados: para tal objeto se realizó un muestreo aleatorio simple, constituido de cinco muestras, el día 21 después de la siembra de los patrones y tuvo por finalidad, además de caracterizar los patrones empleados, comparar las plantas que serían destinadas a los distintos tratamientos a fin de confirmar su homogeneidad. Las siguientes variables fueron evaluadas:

- 1.- Diámetro de hipocotilo:** Se midió el diámetro del hipocotilo bajo la inserción de los cotiledones, utilizando un pie de metro graduado en mm.
- 2.- Número de hojas:** Se contó el número de hojas verdaderas presentes en el plantín.
- 3.- Longitud del hipocotilo:** Se midió la longitud del hipocotilo, desde la base del tallo hasta el punto de inserción de los cotiledones. Se utilizó una huincha métrica graduada en cm.

Esta evaluación se volvió a realizar al momento de efectuar los injertos, ocasión en la cuál no solo los patrones fueron caracterizados, sino también las cultivares, a fin de evaluar la homogeneidad de las plantas destinadas a los distintos ensayos.

Período posinjertación y formación del callo

Transcurridos 14, 25 y 31 días después del momento de injertación, para las plantas tratadas con el método de inserción en agujero, a través de un muestreo aleatorio simple compuesto de 10 plantas por repetición, se realizaron las mediciones siguientes:

- 1.- Longitud del hipocotilo:** se midió la altura de las plantas desde el punto de inserción de los cotiledones del cultivar hasta el extremo distal del ápice de crecimiento. Se utilizó una huincha métrica graduada en cm.
- 2.- Número de hojas:** Se registró el número de hojas verdaderas presentes en los plantines injertados.

Las mediciones anteriores solo fueron realizadas para el tratamiento de inserción en agujero, debido a que las plantas tratadas con el método de empalme oblicuo tuvieron una baja sobrevivencia, llegando incluso a valores de una planta por repetición, comprometiéndose así la representatividad de las muestras.

Al finalizar la fase de vivero

Al término de la fase de vivero se registró el porcentaje de sobrevivencia por repetición. Una vez obtenido el dato anterior, fueron recolectadas muestras de cinco plantas, a través de un muestreo aleatorio simple, a las cuales se les realizaron las siguientes mediciones de carácter destructivo.

1.- Peso fresco de la parte aérea: las plantas muestreadas fueron cortadas a nivel del sustrato y posteriormente pesadas utilizando una balanza electrónica de precisión de 0,1 mg (Adam Equipment Co Ltd., Modelo AAA 100L, Danbury, CT, USA).

2.- Área foliar: se midió el área foliar de los plantines utilizando un integrador de área foliar AF LI-COR®, modelo LI-3000^a, Lincoln, NE, USA. La medición fue expresada en cm².

3.- Peso seco de la parte aérea: las muestras anteriores fueron secadas en estufa (Labtech modelo LDO-250F, Namyangu, Korea) con circulación forzada de aire a 70 °C hasta obtener peso constante, para luego ser pesadas utilizando una balanza electrónica de precisión de 0,1 mg (Adam Equipment Co Ltd., Modelo AAA 100L, Danbury, CT, USA).

Análisis estadístico

Los resultados obtenidos fueron sometidos a un Análisis de Varianza (ANDEVA), a fin de detectar diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos para un nivel de significancia del 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización fenotípica de patrones

Para el día 21 después de la siembra de los patrones, el patrón Aurora presentaba una longitud media de hipocotilo de 34 ± 5 mm y un diámetro medio de éste de $3,2 \pm 0,2$ mm, mientras que el patrón TZ presentaba una longitud media de $29 \pm 2,5$ mm y un diámetro medio del hipocotilo de $3,6 \pm 0,2$ mm. Las pruebas estadísticas realizadas muestran que existen diferencias significativas entre los dos patrones utilizados, siendo el hipocotilo del patrón Aurora más largo y más delgado respecto al hipocotilo del patrón TZ. Descriptiva *in extenso* en Apéndice I (Cuadro 1).

Dentro de los ensayos, la comparación realizada entre las plantas destinadas a los distintos tratamientos, es presentada en el Cuadro 1. Este nos indica que todas las plantas cumplían con ser homogéneas con respecto al diámetro del hipocotilo, no presentando diferencias significativas. Para longitud de hipocotilo puede notarse, siempre en el Cuadro 1, que existían diferencias significativas en las plantas destinadas a los ensayos 1 y 3, siendo éstas ausentes para los dos ensayos restantes.

Cuadro 1. Comparación realizada el día 21 después de la siembra de los patrones entre las plantas destinadas a los distintos tratamientos, para longitud de hipocotilo y diámetro de hipocotilo.

Variable	Tratam	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	Ensayo 4
		Media \pm DS	Media \pm DS	Media \pm DS	Media \pm DS
-----cm-----					
Diám Hip.	T1	0,33 \pm 0,01 a	0,31 \pm 0,01 a	0,35 \pm 0,02 a	0,36 \pm 0,02 a
	T2	0,33 \pm 0,02 a	0,30 \pm 0,01 a	0,37 \pm 0,02 a	0,35 \pm 0,01 a
Long Hip.	T1	2,99 \pm 0,37 b	3,68 \pm 0,46 a	2,80 \pm 0,12 b	3,06 \pm 0,29 a
	T2	3,80 \pm 0,39 a	3,10 \pm 0,28 a	3,08 \pm 0,17 a	2,88 \pm 0,32 a

En cuanto al número de hojas presentado por las plantas, todas las plantas muestreadas del patrón Aurora se encontraban en estado de cotiledones expandidos, mientras que todas las plantas muestreadas del patrón TZ se encontraban en primera hoja verdadera, no existiendo diferencias entre las plantas destinadas a los distintos tratamientos.

Según diversos autores (Davis *et al.*, 2008a; Rojas y Riveros, 2002a) el factor más influyente al momento de realizar la injertación, especialmente para inserción en agujero, es contar con un adecuado diámetro de hipocotilo en el patrón. El diámetro adecuado varía en función del cultivar con el cuál se desee trabajar, ya que es una medida que no busca otra

cosa que asegurar un buen contacto cultivar-patrón, en la cual el cultivar encaje de forma correcta en el patrón.

En la literatura no se señala la longitud de hipocotilo o el número de hojas como un factor vinculado a la supervivencia de los injertos, por otro lado, el diámetro del hipocotilo, como se señaló en el párrafo precedente, es un factor importante a considerar, tanto para el cultivar como para el patrón al momento de injertación (Davis *et al.*, 2008a; González *et al.*, 2003, citado por López-Elías *et al.*, 2008; Rojas y Riveros, 2002b).

Sobre la base de los resultados obtenidos en la evaluación del diámetro de hipocotilos realizada el día 21 después de la siembra de los patrones, se contaba con material homogéneo para realizar los injertos, ya que para ambos tratamientos se tenían plantas iguales (Cuadro 1).

Momento de Injertación

En la Figura 4 se presenta el número de hojas presentes en las plantas, tanto en patrones como en cultivares, al momento de la injertación. Las comparaciones realizadas fueron mediante el método no paramétrico de Kruskal–Wallis ya que los residuos no cumplieron, para ninguna de las transformaciones realizadas, el supuesto de homocedasticidad.

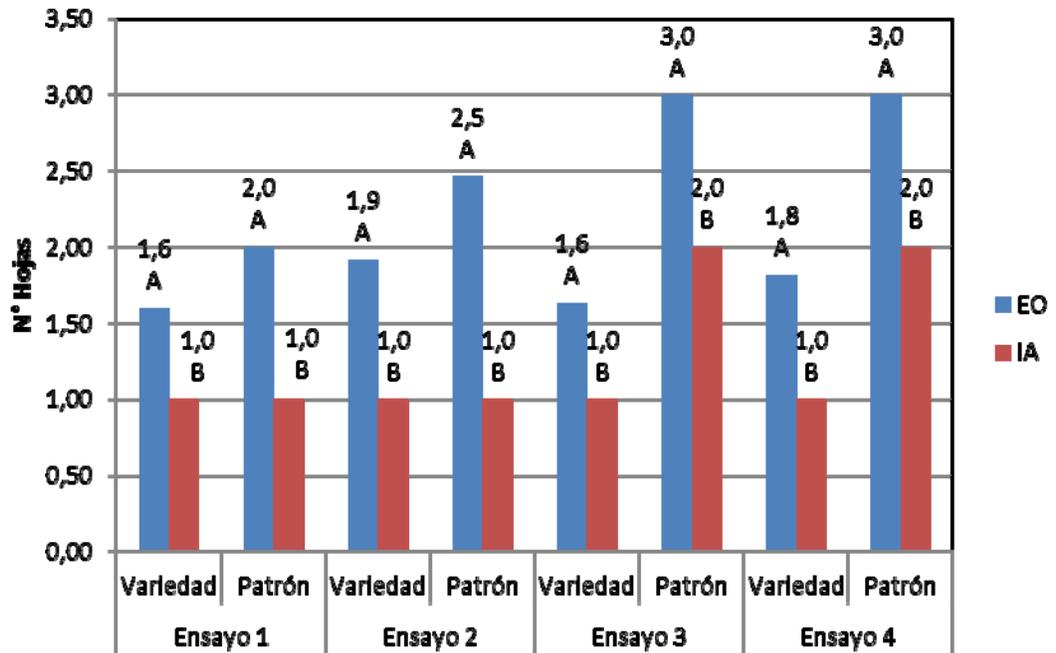


Figura 4. Número de hojas presentes en las plantas al momento de injertación. EO; injerto de empalme oblicuo, IA; injerto de inserción en agujero. El análisis fue realizado mediante el método no paramétrico de Kruskal–Wallis.

Puede observarse que para los cuatro ensayos realizados se presentan diferencias de significancia estadística para el número de hojas presentes en las plantas, tanto en el patrón como en el cultivar, al momento de realizar los injertos.

En la Figura 5 se presenta el diámetro de hipocotilo de patrones y cultivares, al momento de la injertación. Las comparaciones estadísticas realizadas indican que existen diferencias significativas en el diámetro de hipocotilo del patrón de las plantas destinadas a los distintos tratamientos para todos los ensayos realizados, manteniéndose estas diferencias también para el diámetro de hipocotilo del cultivar, siendo esta última característica, homogénea solo para el ensayo 2.

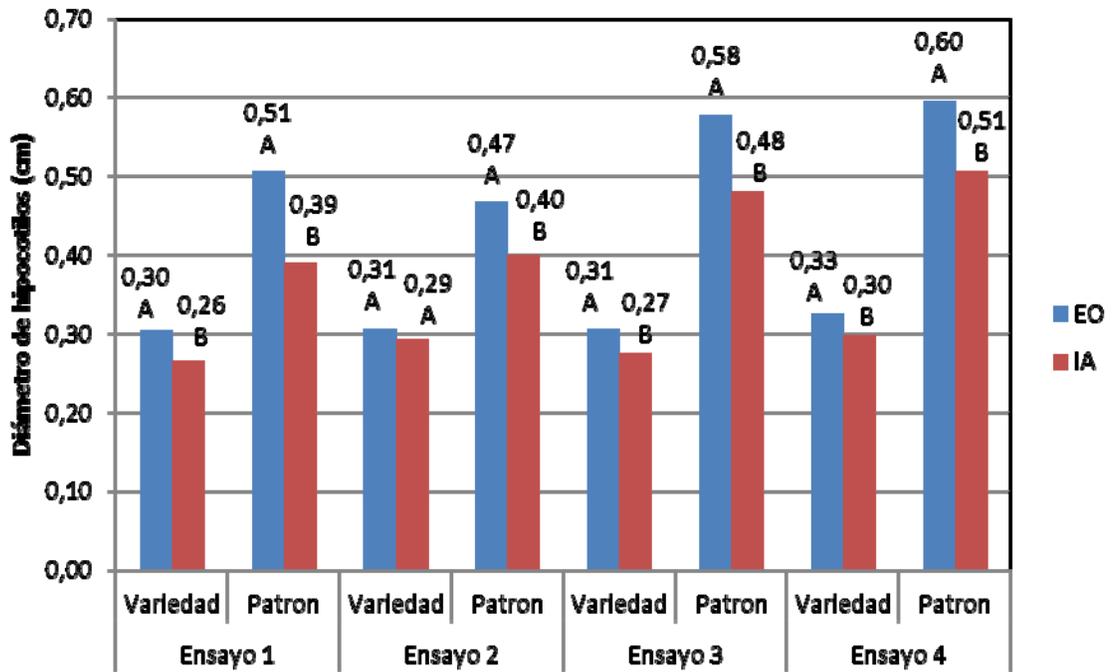


Figura 5. Diámetro de hipocotilo medido, para los distintos tratamientos, al momento de realizar la injertación. EO; injerto de empalme oblicuo, IA; injerto de inserción en agujero.

La longitud de hipocotilo previa al momento de realizar la injertación se presenta en la Figura 6. No se detectaron diferencias significativas entre patrones para ninguno de los ensayos realizados, existiendo por el contrario, diferencias significativas para todos los ensayos realizados dentro de los cultivares.

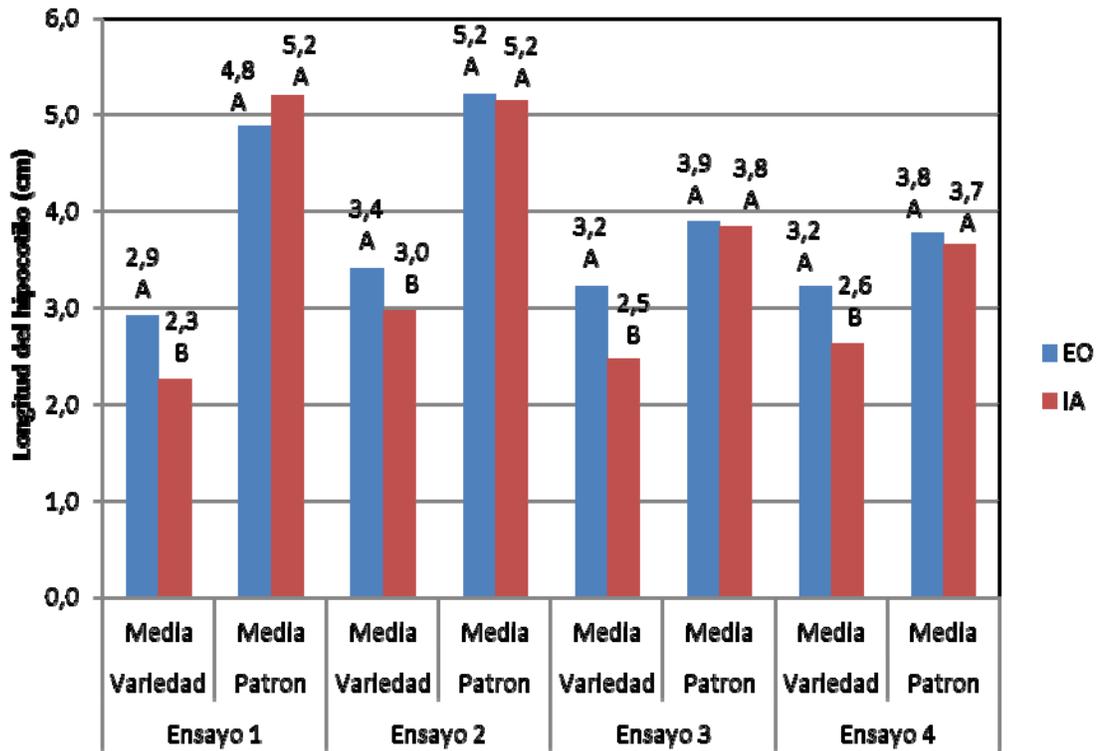


Figura 6. Longitud del hipocotilo, para patrones y cultivares, medida al momento de injertación para los distintos tratamientos y ensayos realizados. EO; injerto de empalme oblicuo, IA; injerto de inserción en agujero.

Tanto la estadística descriptiva, como el análisis de varianza realizado para los tres parámetros anteriormente mencionados, se encuentran en el Apéndice II (Cuadros 1 y 2).

Las evaluaciones realizadas al momento de injertar, indican que las plantas destinadas a los distintos tratamientos no eran homogéneas, presentándose diferencias entre las plantas que se usaron en el injerto de inserción en agujero respecto a las plantas injertadas de empalme oblicuo. Esto ocurrió debido al desfase de 9 días transcurrido entre cada tratamiento. Durante este período las plantas continuaron su desarrollo, viéndose en los datos presentados un mayor diámetro de hipocotilo y una mayor longitud del hipocotilo en las plantas injertadas de empalme oblicuo respecto a las injertadas de inserción en agujero. Este desfase en la injertación fue producto de un retraso en el arribo de las pinzas de goma, necesarias para realizar la injertación de empalme oblicuo.

Como se señaló anteriormente, el diámetro de hipocotilo es el factor más influyente en el éxito de la injertación y cada método empleado requiere condiciones particulares; para el método de empalme oblicuo es importante contar con diámetros similares entre el patrón y el cultivar (Davis *et al.*, 2008a; Hassell *et al.*, 2008), para el método de inserción en agujero es importante contar con un diámetro de hipocotilo mayor en el patrón con respecto al presentado por el cultivar, ya que el diámetro del agujero donde se inserta el cultivar está limitado por el diámetro del patrón (Davis *et al.*, 2008a).

Se realizó una comparación entre la relación existente entre el diámetro del cultivar y el diámetro del patrón (diámetro del cultivar ÷ diámetro del patrón), los cuales se presentan en la Figura 7. Se observa en todos los ensayos que la relación existente entre el diámetro del cultivar y el del patrón fue mayor en las plantas tratadas con el método de injertación de empalme oblicuo, pudiendo comprometerse así las condiciones óptimas para la realización de este tratamiento, disminuyendo por tanto las probabilidades de éxito.

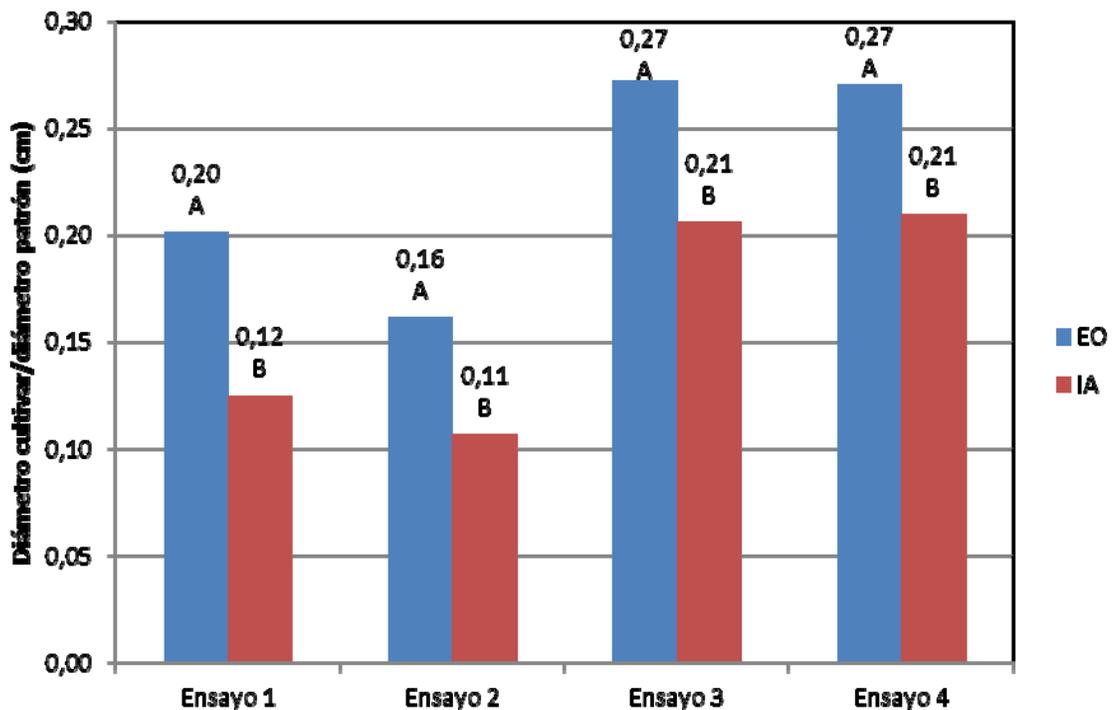


Figura 7. Relación entre el diámetro del cultivar y el del patrón al momento de injertación para los distintos ensayos. EO; injerto de empalme oblicuo, IA; injerto de inserción en agujero.

Es difícil sacar conclusiones de la información presentada ya que la información aportada por diferentes investigaciones ha considerado diferentes indicadores a nivel de desarrollo de los patrones y cultivares. Rojas y Riveros (2001) llegaron a la conclusión que la edad de los plantines al momento de injertar no era un factor de importancia sobre la sobrevivencia de éstos, obteniendo valores similares para plantas de una a cuatro semanas de edad, tanto para patrones como para cultivares. Por otro lado Memmott y Hassell (2009) concluyen que

realizar la injertación cuando el patrón tiene entre dos y tres hojas verdaderas, permite que el hipocotilo del patrón acumule reservas, evitando su deterioro postinjertación y aumentando el éxito de esta práctica, adicionalmente concluyen que injertar cuando el cultivar cuenta con tres hojas verdaderas también podría contribuir al éxito de la injertación. Davis *et al.* (2008a) y Hassell *et al.* (2008) señalan que el momento para realizar los injertos es cuando el patrón se encuentra en primera hoja verdadera y, mientras Hassell *et al.* (2008) no señalan necesario un desfase en la siembra de patrones y cultivares, Davis *et al.* (2008a) si lo indican para el caso del injerto de tipo inserción en agujero.

Si bien la literatura presenta información diversa sobre el momento óptimo de injertación para los distintos métodos, es importante considerar que los plantines a los cuales fueron aplicados los tratamientos no eran homogéneos, contando con una diferencia entre el diámetro del patrón y el del cultivar mayor para el tratamiento injerto de empalme oblicuo.

Evaluaciones postinjertación

Para el caso de los ensayos 1 y 2, como puede verse en el Figura 8a para el número de hojas y en el Figura 8b para la longitud del hipocotilo, las plantas injertadas aumentan tanto en número de hojas como en altura en función de los días transcurridos desde realizado el injerto, aumentando en 17 días de 1,3 a 2,3 hojas y de 1,9 a 3,5 cm de altura para el caso del ensayo 1 y variando de 1,5 a 3 hojas y de 1,9 a 4,4 cm de altura para el caso del ensayo 2.

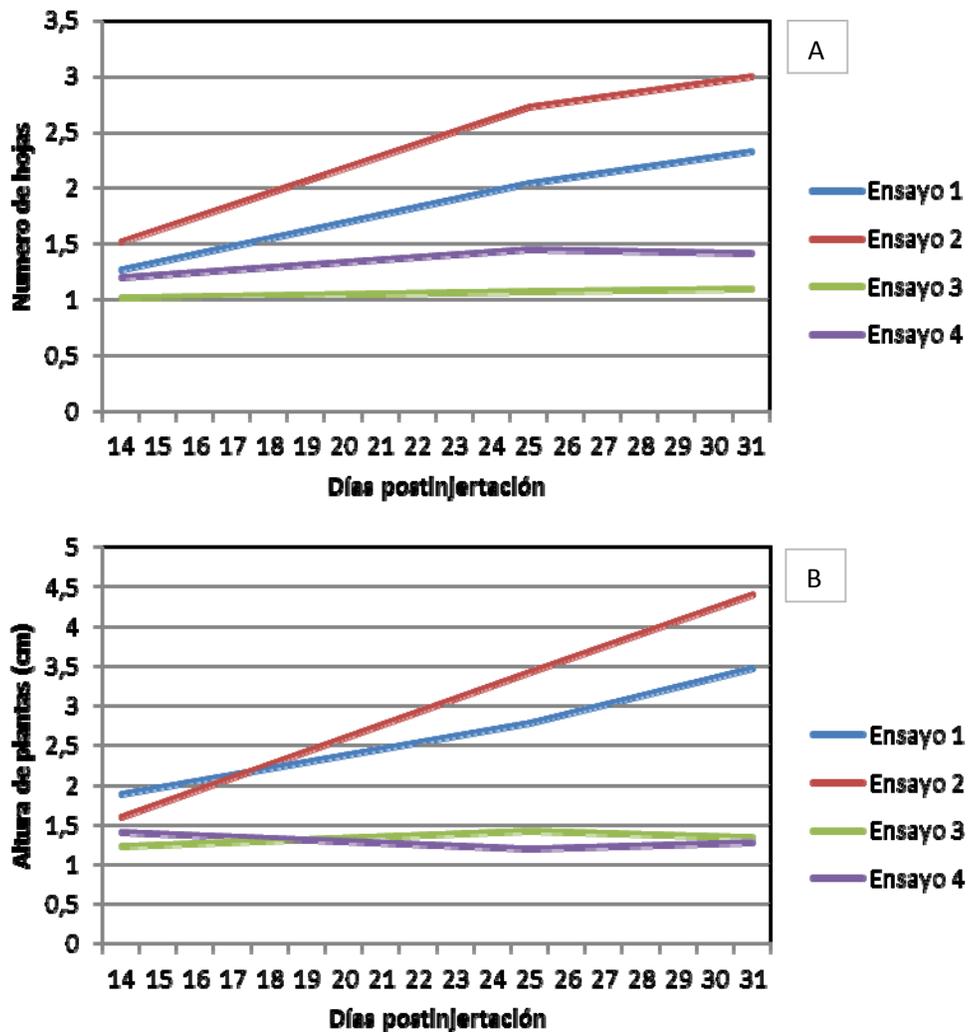


Figura 8. Variación en plantas injertadas con el método de inserción en agujero función del tiempo (días postinjertación) para; A) Número de hojas; B) Longitud de hipocotilo.

En los ensayos 3 y 4 se observa que el desarrollo de las plantas se detuvo, no presentándose variaciones en el número de hojas o en altura en función del tiempo.

La tendencia presentada para los ensayos 1 y 2 está dentro de lo esperado como resultado luego de realizar las injertaciones concordando con los resultados reportados por Rojas y Riveros (2001).

Lo ocurrido con los ensayos 3 y 4 encuentra explicación en la caracterización de los patrones utilizados anteriormente presentada y la importancia de la relación existente entre el diámetro del hipocotilo del patrón y el del cultivar.

Los ensayos 3 y 4 fueron realizados utilizando el patrón TZ el cual mostró ser de un diámetro mayor al presentado por el patrón Aurora. Un mayor diámetro en el patrón implica diferencias en el contacto cultivar-patrón, el cuál es necesario para producir el callo. Para el método de injerto aplicado en este caso (inserción en agujero) es de importancia, como se comentó anteriormente, que el patrón cuente con un diámetro mayor al del cultivar, ya que la técnica se ve limitada por el diámetro del agujero que es posible realizar en el patrón (Davis *et al.*, 2008a) sin embargo, cuando el diámetro del patrón es muy superior al del cultivar, se producen problemas al realizar la técnica ya que algunos patrones, como es el caso del patrón Aurora y TZ, presentan una cavidad en el centro del tallo, la cual es proporcional al diámetro de éste, por lo que la superficie para formar el callo disminuye mientras mayor es el diámetro observado en el patrón (Rojas y Riveros, 2002b).

Se podría atribuir entonces que la detención en el crecimiento de los ensayos 3 y 4 es debida a que el diámetro presentando por el patrón TZ fue superior al requerido por la técnica empleada.

Sobrevivencia

La sobrevivencia de plantas obtenida, con el método de inserción en agujero, para los distintos ensayos realizados fue, como muestra el Cuadro 2, de un 58, 74, 60 y 36% para los ensayos 1, 2, 3 y 4, respectivamente, mientras que, para el método de empalme oblicuo, la sobrevivencia de plantas obtenida fue de un 3, 0, 2 y 5% para los mismos ensayos. El análisis estadístico señala diferencias significativas entre los dos tratamientos siendo siempre mayor la sobrevivencia, para todos los ensayos, de las plantas sometidas a injertación por el método de inserción en agujero. Los resultados de la estadística descriptiva se presentan en el Apéndice III (Cuadro 1).

Cuadro 2. Media de la supervivencia. Inserción en agujero (IA); empalme oblicuo (EO). Valores medios.

Trat.	Ensayo 1		Ensayo 2		Ensayo 3		Ensayo 4	
	-----%-----							
IA	58	a	74	a	60	a	36	a
EO	3	b	0	b	2	b	5	b

Los valores de supervivencia observados en los ensayos 1, 2 y 3 para el tratamiento de inserción en agujero, concuerdan con los valores obtenidos por Rojas y Riveros (2001) al probar diversas técnicas de injertación sobre distintos cultivares de melón. Para el caso del ensayo 4 también se encuentran dentro de los valores obtenidos con cultivares sensibles a la injertación reportados por estos mismos autores.

Probablemente la disminución en el prendimiento de los injertos de inserción en agujero en los ensayos 3 y 4 respecto a los resultados obtenidos para los ensayos 1 y 2 se deba a la diferencia de diámetro del hipocotilo del patrón al momento de injertar.

No obstante lo anterior, los resultados obtenidos para este mismo tratamiento son superiores a los informados por Dinamarca (2001) y por Trautmann (2001), quienes señalan valores de supervivencia para este tipo de injerto entre un 10 y un 40%.

Los resultados obtenidos para el tratamiento de empalme oblicuo para los distintos ensayos están muy por debajo a los valores referidos en la literatura (Rojas y Riveros, 2002a; Rojas y Riveros, 2001), pudiendo atribuirse que la diferencia entre el diámetro de hipocotilo del patrón y del cultivar era mucho mayor al momento de injertar mediante la técnica de empalme oblicuo respecto al momento en que se realizaron los injertos de inserción en agujero. Como se ha comentado anteriormente, para la técnica de injertación de empalme oblicuo es importante contar con diámetros similares entre el patrón y el cultivar para asegurar un correcto funcionamiento de la técnica, ya que, de no darse esta condición, la susceptibilidad del injerto aumenta por haber una mayor superficie herida expuesta. Por

otro lado, desde el punto de vista técnico, la sujeción del injerto con la pinza de goma se ve dificultada, quedando éstas, difícilmente bien posicionadas.

Similares dificultades en la injertación del tipo empalme oblicuo han sido reportadas por Trautmann (2001) quien señala que la falta de práctica del ejecutor para realizar los cortes conlleva problemas asociados a la coincidencia del cultivar con el patrón.

Davis *et al.* (2008a) señala además que, para el método de empalme oblicuo, las condiciones de humedad y temperatura deben ser óptimas y constantes para lograr niveles altos de sobrevivencia, indicando que la primera debe ser de un 95%. Esta condición no se logró en los túneles, donde la humedad relativa fue de un 90%.

Las plantas tratadas con el método de empalme oblicuo, 7 días después de realizada la injertación presentaron síntomas de deshidratación y transcurridos 10 días desde este mismo momento fueron atacadas por *Botrytis cinerea*, enfermedad que disminuyó aún más el número de plantas sobrevivientes. La causa probable del ataque de esta enfermedad fue la mayor susceptibilidad de las plantas injertadas con el método de empalme oblicuo, ya que este patógeno se encontró presente en el vivero desde los primeros días del mes de septiembre –presentando las mismas condiciones de presión para los dos tratamientos-, evidenciándose su presencia dentro de la producción comercial de plantines.

En la Figura 9 se observa el resultado obtenido para el tratamiento de empalme oblicuo. En ella puede observarse el defectuoso callo formado producto de la baja coincidencia del patrón y el cultivar.

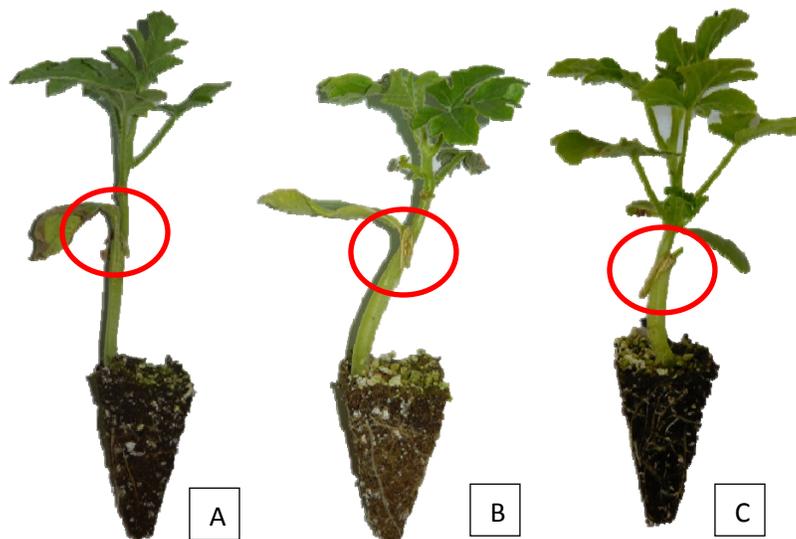


Figura 9. Resultado tratamiento empalme oblicuo: A) ensayo 1; B) ensayo 2; C) ensayo 4. (El ensayo 3 obtuvo 0% de sobrevivencia).

Los problemas al momento de realizar la injertación de empalme oblicuo fueron; humedad relativa bajo el rango óptimo, inexperiencia del operador y baja coincidencia entre los diámetros del patrón y el cultivar.

Los resultados obtenidos permiten decir que la sobrevivencia de las plantas es dependiente del método de injertación empleado, lo cual es avalado por diversos autores (Davis et al., 2008a; Hassell et al., 2008; Rojas y Riveros, 2002a), sin embargo, López-Elías *et al.* (2008) señalan, luego de realizar un estudio que buscaba compara dos métodos de injertación (aproximación y púa), que la sobrevivencia de las plantas es independiente a la técnica empleada, empero las dos técnicas confrontadas en aquel estudio presentan, ambas, altos porcentajes de prendimiento en los injertos (Davis *et al.*, 2008a).

Caracterización final

Se puede observar en la Figura 10 que para todos los ensayos el peso fresco de la parte aérea obtenido es significativamente superior en las plantas sometidas al método de inserción en agujero. En el caso del ensayo 2, el análisis de varianza no pudo ser realizado ya que la sobrevivencia de las plantas sometidas al método de empalme oblicuo fue cero para las cuatro repeticiones. Lo anterior es igualmente válido para los factores área foliar y peso seco de plantas.

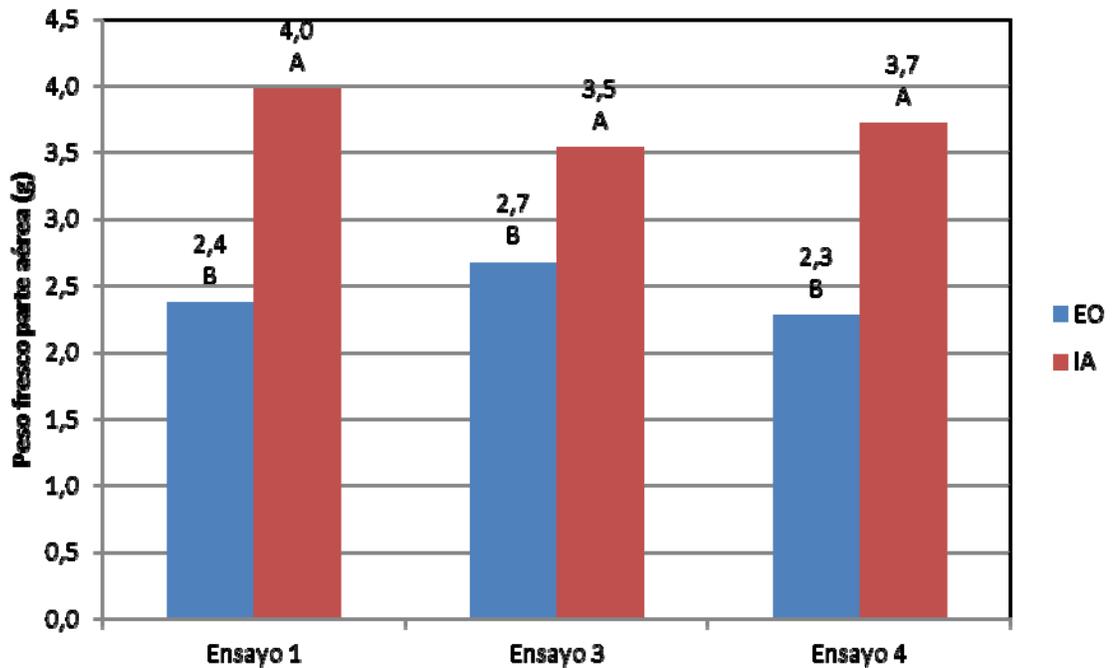


Figura 10. Peso fresco de la parte aérea observado en los dos tratamientos efectuados, para los tres ensayos analizados. EO; injerto de empalme oblicuo, IA; injerto de inserción en agujero.

En la Figura 11 puede observarse que el área foliar final de las plantas no se vio afectada por el método de injertación empleado, no existiendo diferencias significativas entre ambos métodos, para ninguno de los tres ensayos analizados. En los ensayos 1 y 3 los registros obtenidos de área foliar no cumplieron con el supuesto de homocedasticidad por lo que las comparaciones fueron realizadas mediante el método de Kruskal–Wallis.

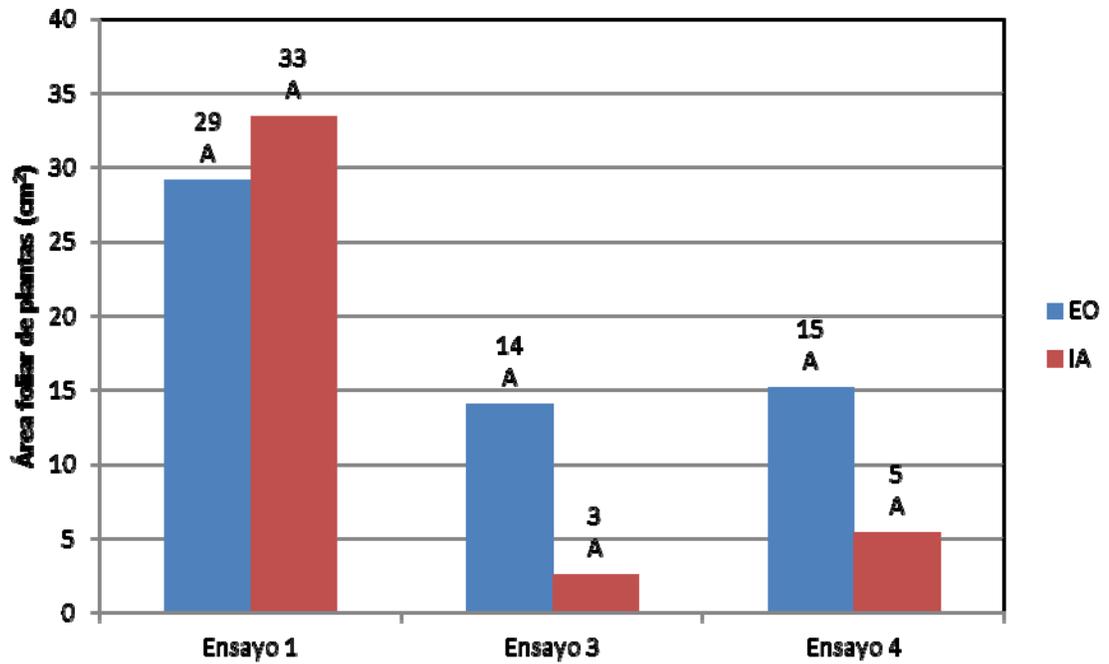


Figura 11. Área foliar observada en los dos tratamientos efectuados, para los tres ensayos analizados. EO; injerto de empalme oblicuo, IA; injerto de inserción en agujero.

La Figura 12 muestra los valores obtenidos de peso seco de la parte aérea, indicando diferencias significativas para los ensayos 3 y 4.

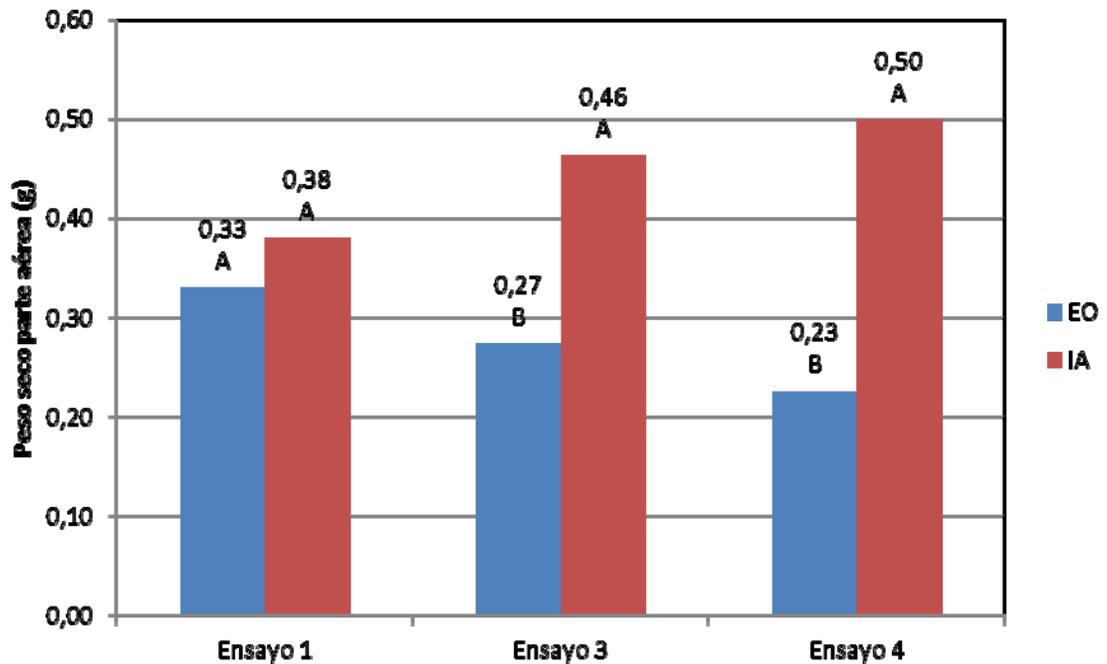


Figura 12. Peso seco de la parte aérea observado en los dos tratamientos efectuados, para los tres ensayos analizados. EO; injerto de empalme oblicuo, IA; injerto de inserción en agujero.

La estadística descriptiva realizada para los factores de peso fresco, área foliar y peso seco se presenta en el Apéndice IV (Cuadro 1, 2 y 3), donde se evidencian notables diferencias en los coeficientes de variación encontrados sobre una misma variable para los distintos tratamientos. Esto ocurrió debido al bajo número de individuos sobrevivientes para el tratamiento de empalme oblicuo, los cuales no fueron suficientes en número para constituir las repeticiones, contando con repeticiones compuestas incluso por un solo dato o ninguno.

Un mayor peso seco y un mayor peso fresco de la parte aérea indican una planta más grande, por lo que para el caso de los ensayos 3 y 4 las plantas tratadas mediante el método de injertación de inserción en agujero presentan un crecimiento mayor en comparación con las plantas tratadas con el método de empalme oblicuo. Para el caso del ensayo 1, la acumulación de materia seca de la parte aérea no presentó diferencias significativas, por lo que la diferencia encontrada en cuanto a peso fresco entre los distintos tratamientos es atribuible al contenido de agua las plantas al momento de ser colectadas las muestras. Que la planta haya estado bien hidratada podría indicar una buena formación del callo, ya que no existirían problemas en el flujo de agua al interior de ésta.

CONCLUSIONES

La hipótesis planteada es rechazada.

La sobrevivencia de las plantas injertadas es altamente dependiente del método de injertación.

El método de inserción en agujero es más exitoso en cuanto a sobrevivencia de plantas para los cuatro ensayos realizados.

BIBLIOGRAFÍA

- Araya, O. 2006. Evaluación del comportamiento de variedades de pimentón (*Capsicum annuum* L) utilizadas en injertación. Memoria Ingeniero Agrónomo. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. Quillota, Chile. 40p.
- Cohen, R., Y. Burger, C. Horev, A. Koren and M. Edelstein. 2007. Introducing grafted cucurbits to modern agriculture; the israeli experience. *Plant Disease* 91(8):916-923
- Colla, G. 2010. Special issue on vegetable grafting Preface. *Scientia Horticulturae* 127(2):91-92
- Colla, G., Y. Rouphael, C. Leonardi and B. Zhilong. 2010. Role of grafting in vegetable crops grown under saline conditions. *Scientia Horticulturae* 127(2):147-155
- Davis, A.R., P. Perkins-Veazie, Y. Sakata, S. López-Galarza, J.V. Maroto, S. Lee, Y. Huh, Z. Sun, A. Miguel, S.R. King, R. Cohen and J. Lee. 2008a. Cucurbit grafting. *Critical Reviews in Plant Sciences* 27:50-74
- Davis, A.R., P. Perkins-Veazie, R. Hassell, A. Levi, S.R. King and X. Zhang. 2008b. Grafting effects on vegetable quality. *HortScience* 43 (6):1670-1672
- Díaz, M., F. Camacho y M.V. Huitrón. 2006. Efecto de diversos portainjertos sobre producción y calidad de sandía triploide cv. reina de corazones. *Horticultura Global, España* 191:20-24
- Dinamarca, A. 2001. Evaluación de técnicas de injertación y patrones para sandía. Memoria Ingeniero Agrónomo. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. Quillota, Chile. 56p.
- Eldestein, M., M. Ben-Hur, R. Cohen, Y. Burger and I. Ravina. 2005. Boron and salinity effects on grafted and non-grafted melon plants. *Plant and Soil* 269:273-284
- Eldestein, M. 2004. Grafting vegetable-crop plants: pros and cons. *Acta Horticulturae* 659:235-238
- Hassell R.L., F. Memmott and D.G. Liere. 2008. Grafting methods for watermelon production. *HortScience* 43(6):1677-1679
- Hayashi, T., T. Suzuki and K. Oosawa. 2002. Correlation between occurrence of bloom on cucumber fruit and air temperature in a plastic film greenhouse. *Acta Horticulturae* 588:29-33

- Huang, Y., R. Tang, Q. Cao and Z. Bie. 2009. Improving the fruit yield and quality of cucumber by grafting onto the salt tolerant rootstock under NaCl stress. *Scientia Horticulturae* 122:26-31
- Huitrón, M.V., M. Díaz y F. Camacho. 2006. Efecto de diversos portainjertos sobre la producción y calidad de sandía triploide cv. Reina de Corazones. *Revista Horticultura* 191(marzo): 20-24
- Kubota, C., M.A. McClure, N. Kokalis-Burelle, M.G. Bausher and E.N. Rosskopf. 2008. Vegetable grafting: History, use, and current technology status in north America. *HortScience* 43(6):1664-1669
- Lee, J.M., C. Kubota, S.J. Tsao, Z. Bie, P.H. Echevarria, L. Morra and M. Oda. 2010. Current status of vegetable grafting: Difusion, grafting techniques, automation. *Scientia Horticulturae* 127(2):93-105
- Lee, J.M. 2003. Advances in vegetable grafting. *Chronica Horticulturae* 43(2):13-19
- López-Elías, J., R. Agustín, A. Romo y J. Domínguez. 2008. Evaluación de métodos de injerto en sandía (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai) sobre diferentes patrones de calabaza. *IDESIA, Chile* 26(2):13-18
- Memmott, F.D. and R.L. Hassell. 2009. Carbohydrate accumulation in cucurbit rootstock hypocotyls correlates with grafting success. *HortScience* 44(4):1127
- Morra, L. 2004. L'innesto erbaceo in orticoltura. pp 167-176. *In: Tognoni F., Pardossi A., Incrocci L., Mensuali-Sodi A., Dimauro B. Workshop internazionale "La produzione in serra dopo l'era del bromuro di metile". Comiso, Italia, Aprile 1-3, 2004.*
- Rivero, R.M., J.M. Ruiz and L. Romero. 2003. Role of grafting in horticultural plants under stress conditions. *Food, Agriculture & Environment* 1(1):70-74
- Riveros, F. y L. Rojas. 2001. Hortalizas injertadas forma novedosa de controlar enfermedades de suelo. *Tierra Adentro* 39:14-15
- Rojas, L. y F. Riveros. 2002a. Prendimiento de injertos en hortalizas. *Tierra Adentro* 46:30-31
- Rojas, L. y F. Riveros. 2002b. Métodos de injertación de hortalizas. *Tierra Adentro* 46:32-35
- Rojas, L. y F. Riveros. 2001. Efecto del método y edad de las plántulas sobre el prendimiento y desarrollo de injertos en melón (*Cucumis melo*). *Agricultura Técnica* 61(3): 262-274

Rouphael, Y., M. Cardarelli, E. Rea and G. Colla. 2008. Grafting of cucumber as a means to minimize copper toxicity. *Environmental and Experimental Botany* 63:49-58

Tian, Y., X. Zhang, J. Liu, Q. Chen and L. Gao. 2009. Microbial properties of rhizosphere soils as affected by rotation, grafting, and soil sterilization in intensive vegetable production systems. *Scientia Horticulturae* 123(2):139-147

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

APÉNDICE I

Cuadro 1. Resultados de la estadística descriptiva y del análisis de varianza, sobre las variables de longitud de hipocotilo y diámetro de hipocotilo, para la comparación de los dos patrones utilizados, Aurora y TZ al día 21 post siembra.

Variable	Patrón	N	N* ¹	Media	E. Est.	D.S.	Varianza	CoefVar	Mínimo	Mediana	Máximo	
-----mm-----												
Altura	Aurora	16	0	33,9	1,25	4,98	2,48	15	26,6	34,3	43,8	a*
	TZ	16	0	29,6	0,62	2,48	0,61	8	24,6	29,7	33,0	b
Diámetro hipocotilo	Aurora	16	0	3,2	0,04	0,17	0,00	5	2,9	3,2	3,6	b
	TZ	16	0	3,6	0,05	0,19	0,00	5	3,4	3,6	4,0	a

¹Datos faltantes.

*Letras distintas para cada variable señalan diferencias estadísticamente significativas para un nivel de confianza del 5%.

APÉNDICE II

Cuadro 1. Número de hojas presentes al momento de injertar (medias). Análisis realizado por medio de la prueba de Kruskal–Wallis, ya que los datos no cumplían con el supuesto de homocedasticidad.

Trat	Ensayo 1		Ensayo 2		Ensayo 3		Ensayo 4									
	Cultivar	Patrón	Cultivar	Patrón	Cultivar	Patrón	Cultivar	Patrón								
	-----unidades-----															
EO	1,60	a*	2,00	a	1,92	a	2,47	a	1,63	a	3,00	a	1,82	a	3,00	a
IA	1,00	b	1,00	b	1,00	b	1,00	b	1,00	b	2,00	b	1,00	b	2,00	b

EO = Empalme oblicuo

IA= Inserción en agujero

Cuadro 2. Estadística descriptiva y análisis de varianza para las variables longitud de hipocotilo y diámetro de hipocotilo registradas al momento de injertar.

		Ensayo 1						Ensayo 2					
Trat.		Cultivar			Patrón			Cultivar			Patrón		
		Media	Des Est		Media	Des Est		Media	Des Est		Media	Des Est	
		-----cm-----											
DIAMETRO	EO	0,30	0,021	a	0,51	0,027	a	0,31	0,030	a	0,47	0,021	a
	IA	0,26	0,013	b	0,39	0,007	b	0,29	0,016	a	0,40	0,010	b
ALTURA	EO	2,92	0,371	a	4,88	0,493	a	3,41	0,116	a	5,22	0,376	a
	IA	2,25	0,175	b	5,20	0,210	a	2,97	0,178	b	5,15	0,304	a

		Ensayo 3						Ensayo 4					
Trat.		Cultivar			Patrón			Cultivar			Patrón		
		Media	Des Est		Media	Des Est		Media	Des Est		Media	Des Est	
		-----cm-----											
DIAMETRO	EO	0,31	0,010	a	0,58	0,005	a	0,33	0,014	a	0,60	0,006	a
	IA	0,27	0,012	b	0,48	0,015	b	0,30	0,005	b	0,51	0,026	b
ALTURA	EO	3,23	0,217	a	3,89	0,305	a	3,22	0,098	a	3,77	0,535	a
	IA	2,47	0,068	b	3,84	0,374	a	2,62	0,233	b	3,65	0,486	a

APÉNDICE III

Cuadro 1. Supervivencia de plantas observada 31 días post injertación.

Trat	Ensayo 1		Ensayo 2		Ensayo 3		Ensayo 4					
	Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.				
	-----%*-----											
IA	0,87	0,13	a	1,06	0,32	a	0,89	0,11	a	0,63	0,22	a
EO	0,15	0,10	b	0,00	0,00	b	0,13	0,09	b	0,20	0,15	b

*los datos, evaluados primeramente en términos porcentuales, fueron transformados, a objeto de cumplir con los supuestos del análisis de varianza, mediante la función $\arcsen(x^{-0.5})$.

APÉNDICE IV

Cuadro 1. Peso fresco de la parte aérea, observado 31 días post injertación.

Ensayo	Trat	N	N*	Media	E. Est.	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Mínimo	Mediana	Máximo
-----gr-----											
1	EO	3	1	2,37	0,59	1,02	1,05	43,13	1,26	2,58	3,27
	IA	4	0	3,98	0,09	0,18	0,03	4,55	3,85	3,90	4,25
2	EO	0	4	*	*	*	*	*	*	*	*
	IA	4	0	4,41	0,16	0,33	0,11	7,38	4,08	4,37	4,82
3	EO	3	1	2,67	0,28	0,48	0,23	17,90	2,13	2,85	3,04
	IA	4	0	3,54	0,13	0,26	0,07	7,46	3,21	3,56	3,80
4	EO	3	1	2,28	0,11	0,19	0,04	8,27	2,07	2,33	2,43
	IA	4	0	3,72	0,09	0,19	0,04	5,08	3,53	3,68	3,97

Cuadro 2. Área foliar, observada 31 días post injertación.

Ensayo	Trat	N	N*	-----cm ² -----							
				Media	E. Est.	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Mínimo	Mediana	Máximo
1	EO	3	1	29,10	11,50	20,00	399,30	68,65	8,30	30,90	48,20
	IA	4	0	33,41	0,92	1,84	3,39	5,51	31,88	32,92	35,93
2	EO	0	4	*	*	*	*	*	*	*	*
	IA	4	0	44,95	2,86	5,73	32,83	12,75	37,36	46,38	49,67
3	EO	3	1	14,01	6,93	12,01	144,27	85,71	1,24	15,72	25,08
	IA	4	0	2,56	0,17	0,34	0,11	13,09	2,19	2,53	2,98
4	EO	3	1	15,14	5,58	9,67	93,49	63,88	3,98	20,34	21,09
	IA	4	0	5,41	1,93	3,87	14,95	71,46	2,79	3,85	11,15

Cuadro 3. Peso seco de la parte aérea, observado 31 días post injertación.

Ensayo	Trat	N	N*	-----gr-----							
				Media	E. Est.	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Mínimo	Mediana	Máximo
1	EO	3	1	0,33	0,09	0,16	0,03	49,75	0,16	0,34	0,49
	IA	4	0	0,38	0,01	0,02	0,00	4,78	0,36	0,38	0,40
2	EO	0	4	*	*	*	*	*	*	*	*
	IA	4	0	0,46	0,01	0,03	0,00	5,82	0,43	0,45	0,49
3	EO	3	1	0,27	0,03	0,05	0,00	19,98	0,21	0,30	0,31
	IA	4	0	0,46	0,02	0,04	0,00	9,53	0,41	0,46	0,52
4	EO	3	1	0,23	0,03	0,04	0,00	19,84	0,17	0,25	0,25
	IA	4	0	0,50	0,03	0,05	0,00	10,69	0,42	0,52	0,54

APÉNDICE V

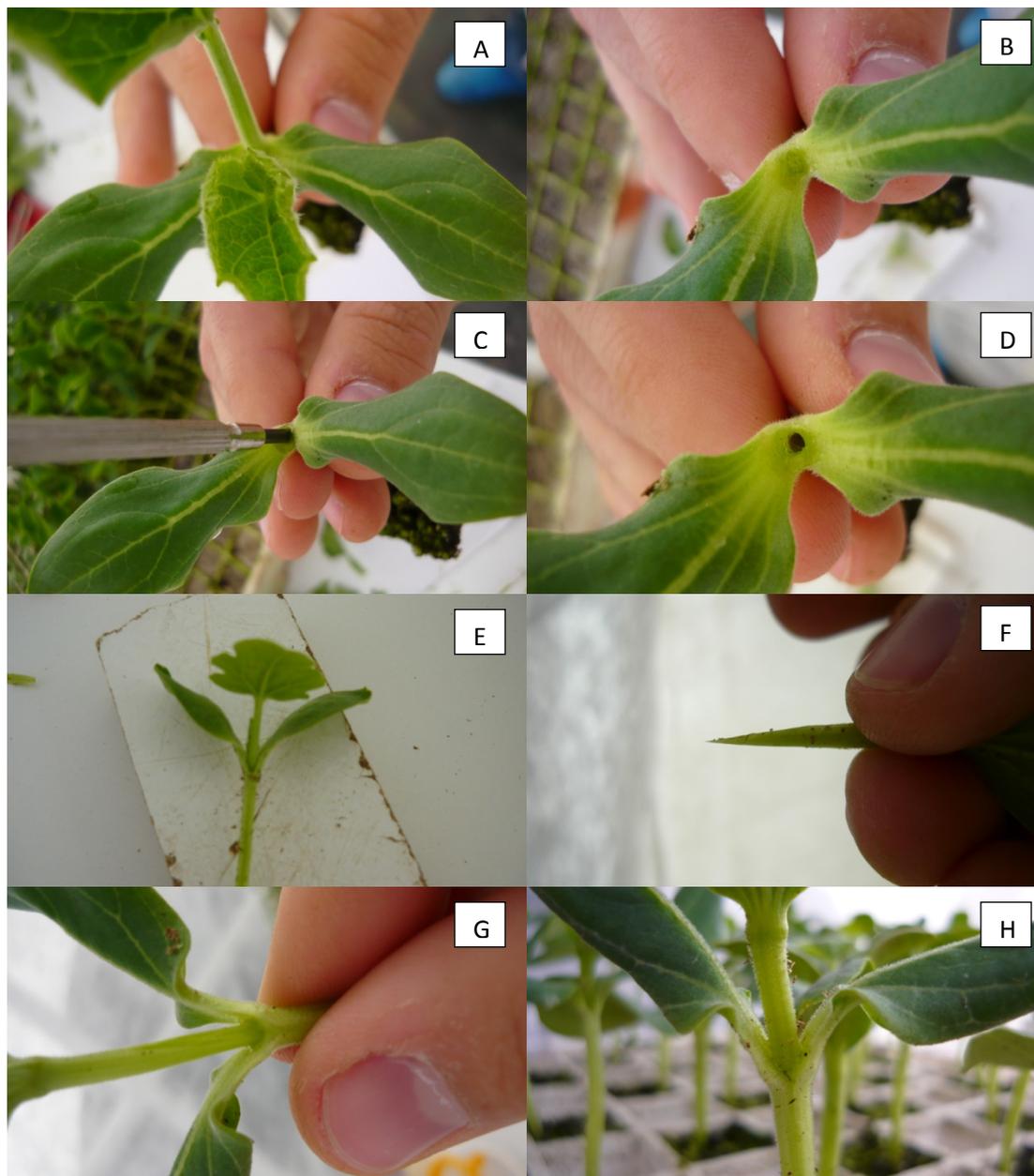


Figura 1. Método de inserción en agujero; A) patrón, B) remoción del punto de crecimiento del patrón, C) creación del agujero para inserción de cultivar, D) agujero en patrón, E) cultivar, F) preparación cultivar, G) unión del cultivar y el patrón, H) planta injertada.

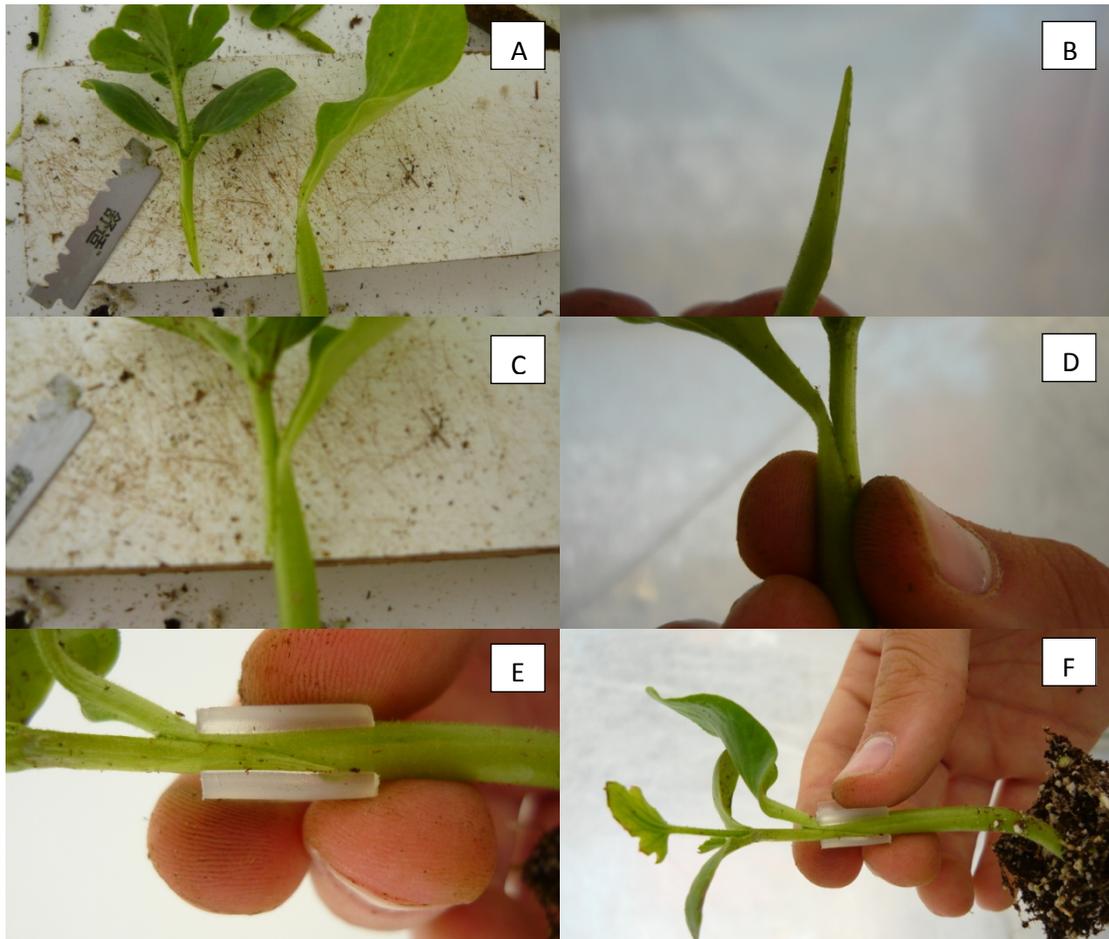


Figura 2. Método de empalme oblicuo; A) patrón y cultivar cortados en bisel, B) punto de unión cultivar, C) unión cultivar-patrón, D) unión cultivar-patrón, E) fijación de la zona de encallado con pinza de goma, F) planta injertada.

APÉNDICE VI

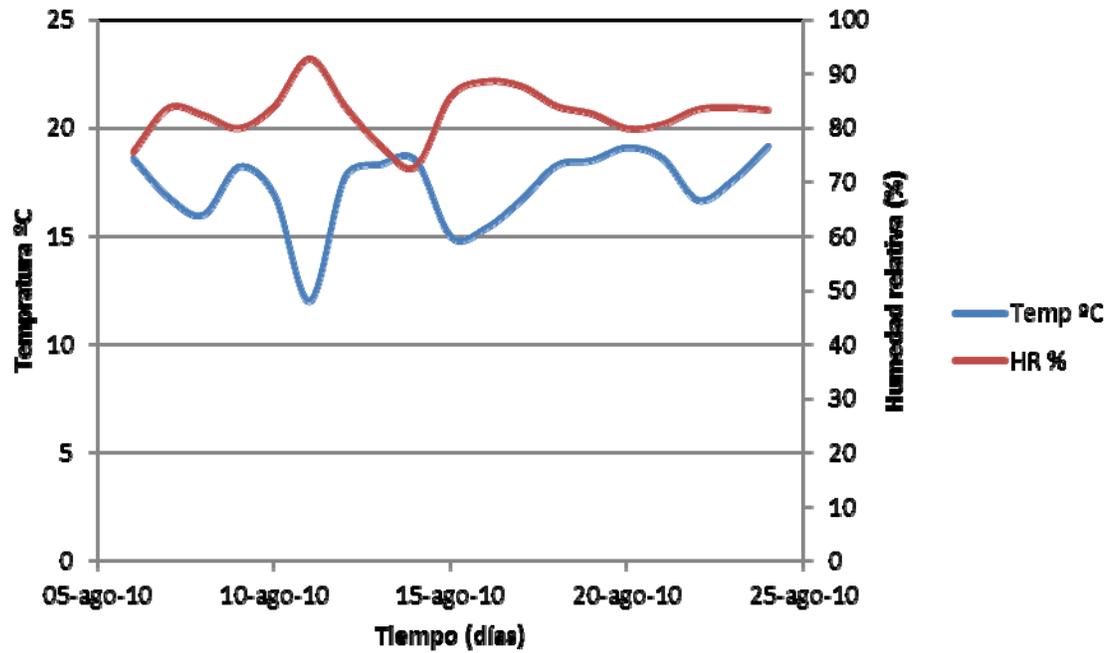


Figura 1. Variación de la temperatura y la humedad relativa dentro del invernadero calefaccionado (mediciones Datalogger).