EFECTO DEL MÉTODO Y EDAD DE LAS PLÁNTULAS SOBRE EL PRENDIMIENTO Y DESARROLLO DE INJERTOS EN MELÓN (*Cucumis melo*)[1]

Effect of grafting methods and seedling age on survival and development of grafted plants in melon (*Cucumis melo*)

Leonardo Rojas P.[2] y Fernando Riveros B.[2]

ABSTRACT

Two experiments were conducted to determine the effect of seedling age and grafting techniques on grafting success in melons (*Cucumis melo*). In the first trial, four grafting techniques were compared: tongue approach, slant cut, cleft, and tube, on two botanical varieties: *C. melo* var. *reticulatus* and *C. melo* var. *inodorus*. Survival rate of grafted plants was significantly modified by grafting technique, variety and interaction ($P \leq 0.05$). On var. *inodorus* grafting techniques caused significant differences on plant survival rate and all of them were lower than the control. On var. *reticulatus,* only cleft grafting was lower. The others grafting techniques and control treatments were not significantly different. Survival rate of *reticulatus* was significantly higher than *inodorus* for slant cut, cleft and tube grafting techniques, but were similar for tongue approach grafting and the control treatment. In the second trial, grafting of 16 combinations from rootstocks and scions of 1, 2, 3 and 4 weeks of age were compared. No significant differences were detected ($P \leq 0.05$) on scion age, rootstock age nor interaction on the survival rate of grafted plants. Grafted plant development at 25 days post grafting was directly associated to scion age. ANOVA detected the simple effect of scion age on leaf number, while stem length of scion and stem diameter of rootstock significantly interacted with both scion and rootstock age. Increase in the last two variables was correlated with scion age by lineal or quadratic regression according to different rootstock ages.

Key words: grafting, melon, scion, rootstock.

RESUMEN

Se condujeron dos experimentos para determinar el efecto de la edad de plántulas y de diferentes técnicas de injertación en melón (*Cucumis melo*). En el primero se compararon cuatro técnicas de injertación: aproximación, empalme, púa y tubo, en dos variedades botánicas: *C. melo* var. *reticulatus* and *C. melo* var. *inodorus*. La sobrevivencia de plantas fue modificada significativamente por variedad, técnica e interacción ($P \leq 0,05$). En la var. *inodorus* todas las técnicas determinaron tasas de sobrevivencia significativamente diferentes entre ellas y menores que el testigo. En la var. *reticulatus* sólo la técnica de púa mostró menor sobrevivencia, mientras que no hubo diferencias significativas entre las técnicas restantes y el testigo. La sobrevivencia fue significativamente

[1]Recepción de originales: 30 de diciembre de 1999.
Financiado por Proyecto FONDECYT 1970327.
[2]Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Intihuasi, Casilla 36-B, La Serena, Chile. E-mail: lrojas@intihuasi.inia.cl

mayor en var. *reticulatus* que en var. *inodorus* usando técnicas de empalme, púa y tubo, pero fue similar con aproximación y el testigo. En el segundo experimento se compararon 16 combinaciones de patrones e injertos de 1, 2, 3 y 4 semanas de edad. No se detectó efecto de patrón, injerto ni interacción sobre la sobrevivencia de plantas injertadas ($P \leq 0,05$). El desarrollo de éstas 25 días después de la injertación mostró una relación directa con edad del injerto. En el ANDEVA se detectó efecto simple de edad de patrón sobre número de hojas, mientras que largo de tallo de injerto y diámetro de tallo del patrón mostraron interacción significativa de injerto y patrón. El incremento en las dos últimas variables se correlacionó con la edad del injerto por regresión lineal o cuadrática según la edad del patrón.

Palabras claves: injertación, melón, injerto, patrón.

INTRODUCCIÓN

La injertación de hortalizas es una práctica poco conocida en Chile (Ríos, 1982; Rojas *et al.*, 1997) y su investigación no ha sido abordada en forma consistente, a diferencia de países europeos y Japón y Corea, donde se ha utilizado desde hace muchos años.

El principal objetivo de la injertación ha sido lograr el control de enfermedades provocadas por organismos del suelo tales como *Fusarium* sp., *Verticillium* sp. y *Pyrenochaeta* sp., mediante el uso de portainjertos tolerantes a dichos patógenos (Blancard *et al.*, 1991; Messiaen *et al*, 1995). En este método se aprovecha la tolerancia del sistema radicular del portainjerto y los caracteres productivos favorables de una variedad susceptible. Adicionalmente, la injertación se ha utilizado para conferir vigor a la planta, tolerancia a bajas temperaturas o a la sequía, y para mejorar la calidad de frutos (Bulder *et al.*, 1991; Oda, 1995).

El uso de la injertación simplifica y acorta los programas de mejoramiento, al reducir el objetivo de éstos a un menor número de caracteres, lo que permite trabajar por separado líneas con características radiculares aptas para portainjertos, y líneas aptas para producción de frutos de buena calidad (Oda, 1995).

En especies herbáceas se han utilizado varias técnicas de injertación (Honma, 1977; CTIFL, 1985; Lee 1994; Oda, 1995). La mayoría de ellas coincide en algunos criterios generales, tales como realizar la injertación en los primeros estados de desarrollo de las plantas (cotiledones expandidos o primeras hojas verdaderas), mantención de las plantas bajo condiciones controladas de temperatura y humedad ambiental durante el período de formación del callo de unión, y la subsiguiente aclimatación a las condiciones ambientales de las plantas injertadas.

En plantas herbáceas la unión entre portainjerto e injerto se lleva a cabo mediante la formación de un callo de tejido parenquimático, estructura que luego se diferencia a tejido cambial, que dará origen a xilema y floema, permitiendo restablecer la unión entre los haces vasculares de ambos individuos (Camacho y Fernández, 1999).

El proceso de unión se debe cumplir en condiciones de alta humedad ambiental para evitar la deshidratación de las plantas, y bajo un rango de temperaturas que favorezca la formación del tejido de cicatrización. La temperatura óptima para la producción del callo de unión varía según la especie. En el caso de cucurbitáceas, la temperatura óptima se encuentra entre 25 y 30 °C (Oda, 1995).

Para la injertación de cucurbitáceas algunos autores (CTIFL, 1985; Oda, 1995; Camacho y Fernández, 1999) recomiendan la técnica de aproximación de lengüetas, ya que en ésta tanto el patrón como el injerto conservan su sistema

radical durante el proceso de soldadura y aclimatación, asegurando la sobrevivencia del injerto. A pesar de su alto prendimiento, esta técnica es muy laboriosa y de alto costo. En función de esto, en países como Japón, permanentemente se están evaluando e implementando técnicas más rápidas, entre las que se incluye la posibilidad de mecanizar esta labor (Oda y Nakjima, 1992; Kurata, 1994; Oda *et al.*, 1994). Técnicas más rápidas y simples se utilizan con éxito en especies como tomate (*Lycopersicon esculentum*) y berenjena (*Solanum melongena* L.). En estas especies el injerto se establece directamente sobre el patrón, sin conservar sus raíces, y posteriormente es mantenido en condiciones controladas de humedad ambiental y temperatura durante el período de soldadura y aclimatación (Oda, 1995).

La presente investigación se desarrolló en el marco del Proyecto FONDECYT 1970327, cuyo objetivo global es el control de enfermedades de suelo en melón mediante el uso de portainjertos tolerantes. Los objetivos específicos de este estudio fueron determinar el efecto de técnicas de injertación en dos variedades botánicas de melón y el efecto de la edad de plántulas utilizadas para injertación, sobre la supervivencia y el desarrollo de plantas injertadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en La Serena (29°55' lat. Sur, 71°14' long. Oeste) bajo invernadero, durante los meses de julio a octubre de 1997 y comprendió dos experimentos:

Experimento 1:

Se compararon cuatro técnicas de injertación sobre dos variedades botánicas de melón: *Cucumis melo* var. *reticulatus* (cv. Hales Best Jumbo) y *Cucumis melo* var. *inodorus* (cv. Honey Dew Green Flesh).

Las semillas de ambas variedades fueron desinfectadas por inmersión en Thiuram 0,25 g i.a. L^{-1} (Pomarsol Forte) y puestas a germinar en papel absorbente húmedo en cámara de germinación a 30 °C. Para obtener plántulas homogéneas en tamaño y vigor, se sembraron semillas con radícula entre 0,5 y 1 cm de longitud en vasos plásticos con 70 mL de una mezcla de 50% de turba y 50% de arena. Para favorecer la elongación de los hipocotilos, las plántulas recién emergidas fueron colocadas por 7 días en condiciones de baja luminosidad dentro de un túnel sombreado que se manejaba abierto durante el día y cerrado durante la noche, con temperatura de 25 °C. Una vez cumplida esta etapa, las plántulas se mantuvieron por 14 días en condiciones de invernadero hasta que desarrollaron una a dos hojas verdaderas.

Las técnicas de injertación comparadas correspondieron a las descritas por Oda (1995): a) Injerto de aproximación (Tongue approach grafting). Las plántulas de patrón e injerto fueron extraídas del sustrato, desprendiendo el material de las raíces para facilitar la manipulación. A los patrones se les hizo un corte parcial diagonal descendente, mientras que a los injertos se les hizo en forma ascendente. Las lengüetas formadas se empalmaron y se aseguró la unión mediante una banda de papel de aluminio envolvente más una pinza. A continuación, ambas plántulas unidas se colocaron juntas en un vaso con sustrato; b) Injerto de empalme de corte oblicuo (Slant cut grafting). El patrón se conservó en su recipiente original, se le hizo un corte diagonal eliminando uno de sus cotiledones y el brote. En el injerto se hizo un corte similar obteniendo el brote más un cotiledón, pero perdiendo su parte radical. Ambos cortes se empalmaron asegurando su unión con una pinza; c) Injerto de púa (Cleft grafting). El patrón se mantuvo en su recipiente original, se cortó su hipocotilo en forma transversal por debajo de los cotiledones y se le hizo una hendidura longitudinal de 1 a 1,5 cm en el centro. El hipocotilo del injerto se cortó en bisel formando una púa que se insertó dentro de la hendidura del patrón. En esta técnica, la unión de ambos individuos fue asegurada con una banda de papel aluminio más una pinza; d) Injerto de tubo (Tube grafting). El patrón se conservó

en su contenedor original. Tanto a patrón como injerto se les cortó completamente el hipocotilo en forma diagonal, quedando el patrón sin hojas y el injerto sin raíces. Ambos hipocotilos se insertaron en un tubo de goma haciendo empalmar las superficies de los cortes. En todas las técnicas se utilizó un bisturí desinfectado en alcohol y flameado antes de cada corte.

Se implementó una cámara de injertación para realizar el proceso de soldadura de los cortes y posterior aclimatación de las plántulas a las condiciones ambientales. Esta consistió en un túnel de doble pared de polietileno transparente, con un sistema de calefacción dado por un cable calefactor (ADKG 49, 120 volts, 800 Watts), establecido sobre una capa de 2 cm de arena y recubierto por una lámina de agua de 1,5 cm, que permitió mantener la humedad relativa cercana a 100%. Para regular la luminosidad se colocaron mallas de sombreamiento sobre la cubierta plástica.

Las plántulas injertadas fueron asperjadas con agua y colocadas dentro de la cámara de injertación en oscuridad a 30 °C y 95-100% de humedad relativa por 72 h. Cumplido este lapso, la cámara fue abierta parcialmente, manteniendo el material vegetal bajo sombra y a temperatura ambiente dentro de la cámara por un período de 6 días, para finalmente exponer las plántulas a plena luz y humedad ambiente por otras 48 h. Pasado ese período se procedió a cortar el hipocotilo del injerto en la técnica de aproximación, que era la única en que éste conservaba conexión con sus propias raíces.

El ensayo fue establecido bajo un diseño experimental completamente al azar en arreglo factorial, con 10 tratamientos y 4 repeticiones. Los tratamientos correspondieron a la combinación de los factores técnica de injertación (4 técnicas y un testigo sin injertar) y variedad botánica de melón (2 variedades). Cada repetición estaba constituida por un conjunto de 5 plantas distribuidas al azar mediante la ubicación de las repeticiones dentro de la cámara de injertación y posteriormente dentro del invernadero.

La evaluación del ensayo incluyó sobrevivencia de plantas injertadas a los 25 días de efectuada la injertación, correspondiente al momento en que se debía realizar el trasplante a campo. Esta evaluación se realizó sobre el total de las plantas. El porcentaje de plantas sobrevivientes fue transformado a arcoseno $\sqrt{x}$ y luego sometido a Análisis de Varianza (ANDEVA).

El desarrollo de las plantas 25 días después de la injertación fue evaluado sobre una muestra de 5 plantas por tratamiento, a través de longitud de tallo, número de hojas y diámetro del primer entrenudo en el injerto, mientras que en el patrón el desarrollo fue evaluado a través del diámetro del tallo (hipocotilo). Los datos fueron sometidos a Análisis de Varianza. En todos los casos se utilizó diferencia mínima significativa (DMS, $P \leq 0,05$).

Experimento 2

Para estudiar el efecto de la edad de patrón e injerto sobre el porcentaje de sobrevivencia y posterior desarrollo en almácigo de la planta injertada, se utilizó siempre la misma variedad (*C. melo* var. *reticulatus* cv. Hales Best Jumbo). La obtención de plántulas de una, dos, tres y cuatro semanas de edad al momento de injertar, se realizó por medio de siembras con intervalos de una semana, utilizando la metodología descrita en el Experimento 1. Sin embargo, a diferencia de éste, el período de endurecimiento bajo condiciones de luz y temperatura ambiente del invernadero varió desde dos días para plántulas de una semana hasta 24 días para aquellas de 4 semanas de edad.

La injertación se hizo mediante la técnica de aproximación de lengüetas (Oda, 1995), descrita en el Experimento 1.

El ensayo fue conducido bajo un diseño experimental completamente al azar, en un arreglo

factorial con 16 tratamientos y 4 repeticiones. Los tratamientos correspondieron a la combinación de 4 niveles del factor edad de patrón y 4 niveles del factor edad de injerto. Cada tratamiento fue aplicado a 20 plántulas, distribuidas en grupos de 5 por repetición. La distribución al azar consistió en la ubicación de las repeticiones dentro de la cámara de injertación y posteriormente en condiciones ambientales del invernadero. La evaluación del ensayo consideró porcentaje de sobrevivencia de plantas a los 25 días post injertación, largo de tallo, número de hojas en el injerto y diámetro de tallo del patrón. El porcentaje de plantas sobrevivientes fue transformado a arcoseno $\sqrt{x}$ y luego sometido a ANDEVA. Las variables de desarrollo de las plantas también fueron sometidas a análisis de varianza.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Experimento 1

En el Cuadro 1 se presenta el desarrollo de las plántulas de ambas variedades botánicas de melón al momento de injertar (3 semanas de edad). Los resultados muestran que las plántulas de la variedad botánica *inodorus* fueron más largas, delgadas y con menor número de hojas que *reticulatus*, estando esta condición asociada a menor firmeza ante la manipulación. El desarrollo observado en las plántulas de *inodorus* y *reticulatus*, indica la existencia de respuesta varietal diferente a las condiciones de manejo utilizadas para la obtención de éstas, y sugiere la necesidad de determinar previamente pautas adecuadas a las características y requerimientos específicos del material vegetal que será injertado. Autores como Leoni *et al.*, 1991; Oda, 1995; y Camacho y Fernández, 1999, apuntan que diferencias en el desarrollo de plántulas suelen presentarse entre variedades de una misma especie, entre lotes de semillas y cuando se utiliza patrones de especies diferentes al injerto. En esta última condición, el patrón, normalmente más vigoroso, debe ser sembrado más tarde y en condiciones ambientales diferentes a las empleadas con el injerto, para lograr en ambos, un estado óptimo al momento de su unión (CTIFL, 1985; Oda, 1995).

El número de plantas sobrevivientes a los 25 días de efectuada la injertación mostró interacción significativa entre variedad botánica y técnica de injertación (Cuadro 2). En ambas variedades, la técnica de púa presentó un nivel de sobrevivencia estadísticamente inferior a las otras técnicas de injertación. Las plantas de las variedades *inodorus* y *reticulatus* redujeron su sobrevivencia en 95 y 37% respectivamente, en comparación con el testigo, cuando fueron injertadas mediante esta técnica. Dentro de la variedad *reticulatus*, las técnicas de aproximación, empalme y tubo, proporcionaron niveles de sobrevivencia similares al testigo sin injertar, mientras que la técnica de púa fue significativamente inferior a todos los demás tratamientos. En la variedad botánica *inodorus*, en cambio, todas las

Cuadro 1. Desarrollo de plántulas de 3 semanas de edad, de dos variedades botánicas de melón obtenidas bajo condiciones similares de ambiente y de manejo

Table 1. Three week old seedling development of two botanical varieties of melon obtained under similar environmental and management conditions

Parámetro	Variedad *inodorus*	Variedad *reticulatus*
Número de hojas verdaderas	1 ± 0[1]	2 ± 0
Longitud de hipocotilo, mm	80,5 ± 0,62	60,1 ± 0,55
Diámetro de hipocotilo, mm	1,92 ± 0,17	2,08 ± 0,35

[1]Promedio ± desviación estándar.

Cuadro 2. Sobrevivencia de plantas de dos variedades botánicas de melón injertadas por distintas técnicas, 25 días después de la injertación

Table 2. Plant survival of two botanical varieties of melon grafted with different techniques, 25 days post grafting

	Sobrevivencia (%)		
Tratamiento	**Variedad *inodorus***	**Variedad *reticulatus***	**Promedio técnica**
Aproximación	A** 80 b*	A 85 a	82,5
Empalme	B 55 c	A 85 a	70,0
Púa	B 5 d	A 60 b	32,5
Tubo	B 45 c	A 85 a	65,0
Testigo	A 100 a	A 95 a	97,5
Promedio variedad	57,0	82,0	

ANDEVA ($P \leq 0,05$) detectó interacción factorial. Valores precedidos por igual letra mayúscula en las filas o seguidos por igual letra minúscula en las columnas, no presentaron diferencias significativas según la prueba de diferencia mínima significativa (DMS) para separación de medias, con nivel de significación de $P < 0,01$(**) y $P < 0,05$ (*) respectivamente.

técnicas estudiadas presentaron niveles de sobrevivencia estadísticamente inferiores al testigo, siendo, dentro de éstas, la técnica de aproximación la más alta (80%) y la de púa la más baja (5%).

En ambas variedades la sobrevivencia más alta se obtuvo con la técnica de aproximación y la más baja con la técnica de púa. En el primer caso se trató de una técnica donde el injerto mantuvo conexión con sus raíces hasta concluida la aclimatación, por cuyo efecto estuvo menos expuesto a deshidratación. En el caso de la técnica de púa, resultó difícil lograr un ajuste pleno entre las dos superficies cortadas, especialmente porque la púa debió encajar en su mayor parte, en la cavidad natural del hipocotilo de la planta de melón que es hueco (Esau, 1985), donde gran parte de la superficie no estaba herida, y por tanto no produjo callo de cicatrización.

Resultados similares fueron obtenidos en sandía (*Citrullus lanatus*), por Miguel *et al.*, citado por Camacho y Fernández (1999), al comparar diferentes técnicas de injertación. En esta especie, la técnica de púa provocó alta mortalidad producto de la deshidratación del injerto, mientras que en esas condiciones, la técnica de aproximación alcanzó los porcentajes de sobrevivencia más altos.

La comparación entre variedades para cada una de las técnicas, muestra que sólo la técnica de aproximación y el testigo tuvieron igual sobrevivencia en ambas variedades. En las demás técnicas, la variedad *reticulatus* mostró valores de sobrevivencia significativamente más altos que *inodorus*. Esto estaría asociado a la calidad de las plántulas obtenidas en cada variedad, más que a algún aspecto anatómico o fisiológico inherente a la variedad misma. Respecto a esto, numerosos autores especializados en injertos de hortalizas no hacen mención de limitaciones de esta naturaleza en melón (CTIFL, 1985; Lee, 1994; Oda, 1995; Camacho y Fernández, 1999).

De igual modo, estos autores, indican que el control de humedad relativa, temperatura e iluminación durante las etapas de soldadura y aclimatación de plantas injertadas es fundamental para obtener alto prendimiento, especialmente cuando se utilizan técnicas en las que el injerto es separado de sus propias raíces antes que se complete su unión con el patrón. Los resultados de este experimento demostraron que la variedad *inodorus* presentó una alta susceptibilidad a los efectos

provocados por la injertación, a pesar de su aclimatación en condiciones ambientales controladas. Este fenómeno se expresó significativamente cuando se utilizó técnicas como empalme, tubo o púa, y fue muy atenuado con la técnica de aproximación.

El análisis de varianza realizado sobre parámetros de crecimiento de las plantas 25 días después de realizada la injertación, demostró que la longitud de tallo en el injerto fue la única variable que presentó interacción significativa entre técnica de injertación y variedad (Cuadro 3). Dentro de la variedad *inodorus,* las técnicas de púa y tubo presentaron una longitud de tallo en el injerto igual al testigo sin injertar, mientras que las técnicas de aproximación y empalme presentaron una longitud de tallo estadísticamente inferior al testigo.

En la variedad *reticulatus*, en cambio, todas las técnicas, con excepción de empalme, mostraron longitud de tallo superior al testigo. La comparación entre las variedades mostró que la longitud de tallo en las técnicas de aproximación y tubo fue significativamente menor en *inodorus,* mientras que en las restantes técnicas y el testigo no presentó diferencias significativas.

Las variables número de hojas y diámetro del hipocotilo del patrón fueron modificadas significativamente por efectos de la variedad (Cuadro 4 y 5). Las plantas injertadas de la variedad *reticulatus* presentaron número de hojas y diámetro de tallo en el patrón significativamente superiores a los desarrollados por plantas de *inodorus*. Esta diferencia estaría relacionada con el grado de desarrollo de las plántulas al momento de la injertación, que era mayor en *reticulatus.*

El crecimiento del diámetro del tallo en el injerto fue modificado por efectos simples de la variedad y de la técnica de injertación (Cuadro 6). Las plantas de *reticulatus* mostraron diámetros de tallos significativamente mayores que las plantas de *inodorus*. De igual modo, las plantas injertadas con técnicas de empalme, tubo y púa mostraron diámetros de tallo significativamente superiores a aquellos que presentaron injertos de aproximación y el testigo.

Los resultados de crecimiento de plantas injertadas obtenidos en este ensayo, no concuerdan con resultados obtenidos por Miguel, citado por Camacho y Fernández, 1999, quien trabajando en sandía determinó que plantas injertadas mediante aproximación presentaron en la etapa

Cuadro 3. Longitud del tallo del injerto de dos variedades de melón injertados por diferentes técnicas, 25 días después de la injertación

Table 3. Scion stem length of two botanical varieties of melon grafted with different techniques 25 days post grafting

	Longitud de tallo (cm)		
Técnica	**Variedad *inodorus***	**Variedad *reticulatus***	**Promedio técnica**
Aproximación	B 62 b	A 87 a	74,5
Empalme	A 63 b	A 66 b	64,5
Púa	B 74 a	A 87 a	80,5
Tubo	A 79 a	A 82 a	80,5
Testigo	A 78 a	A 70 b	74,0
Promedio variedad	71,2	78,4	

ANDEVA ($P \leq 0,05$) detectó interacción factorial. Valores precedidos por igual letra mayúscula en las filas o seguidos por igual letra minúscula en las columnas no presentaron diferencias significativas según la prueba de diferencia mínima significativa (DMS) para separación de medias, con nivel de significación de $P \leq 0,05$.

Cuadro 4. Número de hojas de dos variedades de melón injertadas por diferentes técnicas, 25 días después de la injertación

Table 4. Scion leaves number of two botanical varieties of melon grafted with different techniques, 25 days post grafting

	Número de hojas		
Técnica	**Variedad *inodorus***	**Variedad *reticulatus***	**Promedio técnica**
Aproximación	3,8	4,4	3,9
Empalme	3,2	4,6	3,9
Púa	3,4	4,6	4,0
Tubo	3,8	4,6	4,2
Testigo	3,8	4,6	4,2
Promedio variedad	3,52 B	4,56 A	

ANDEVA ($P \leq 0,05$) detectó efecto simple de la variedad. Valores seguidos por letras diferentes en las filas difieren significativamente entre sí de acuerdo con prueba de diferencia mínima significativa (DMS) por separación de medias ($P \leq 0,05$).

Cuadro 5. Diámetro del tallo del patrón en dos variedades de melón injertadas por diferentes técnicas, 25 días después de la injertación

Table 5. Rootstock stem diameter of two botanical varieties of melon grafted with different techniques, 25 days post grafting

	Diámetro del tallo		
Técnica	**Variedad *inodorus***	**Variedad *reticulatus***	**Promedio técnica**
Aproximación	1,9	2,32	2,11
Empalme	1,88	2,50	2,19
Púa	2,04	2,70	2,37
Tubo	2,10	2,60	2,35
Testigo	2,08	2,26	2,17
Promedio variedad	B 2,00	A 2,48	

ANDEVA ($P \leq 0,05$) detectó efecto simple de la variedad. Valores seguidos por letras diferentes en las filas difieren significativamente entre sí de acuerdo con prueba de diferencia mínima significativa (DMS) por separación de medias ($P \leq 0,05$).

posterior al injerto un mayor y más rápido crecimiento que aquellas injertadas mediante la técnica de púa.

Experimento 2

El desarrollo de las plántulas de cuatro edades diferentes al momento de realizar la injertación se muestra en el Cuadro 7. Las de más edad presentaron mayor firmeza de hipocotilo y alcanzaron mayor desarrollo, expresado en función del número de hojas verdaderas, diámetro del hipocotilo y altura total. Esta última aumentó como resultado del crecimiento del tallo sobre los cotiledones, mientras que la longitud del hipocotilo varió muy poco luego que las plántulas fueran establecidas en condiciones de luz y temperatura en el invernadero.

Cuadro 6. Diámetro de tallo del injerto de dos variedades de melón injertados por diferentes técnicas, 25 días después de la injertación

Table 6. Scion stem diameter of two botanical varieties of melon grafted with different techniques, 25 days post grafting

	Diámetro tallo primer internudo		
Técnica	**Variedad *inodorus***	**Variedad *reticulatus***	**Promedio técnica**
Aproximación	1,28	2,08	1,68 c
Empalme	1,84	1,92	1,88 bc
Púa	1,76	2,44	2,10 a
Tubo	1,86	2,12	1,99 ab
Testigo	1,58	1,9	1,74 c
Promedio variedad	B 1,664	A 2,092	

ANDEVA ($P \leq 0,05$) detectó efecto simple de variedad y de técnica. Valores precedidos por igual letra mayúscula en las filas o seguidos por igual letra minúscula en las columnas no presentaron diferencias significativas según la prueba de diferencia mínima significativa (DMS) para separación de medias con nivel de significación de $P \leq 0,05$.

Cuadro 7. Desarrollo de plántulas de melón de 4 edades para ser utilizadas como patrón o injerto[1]

Table 7. Development of four age melon seedling to be used like scion or rootstock[1]

	Edad de la planta			
Característica	**1 semana**	**2 semanas**	**3 semanas**	**4 semanas**
Largo hipocotilo, mm	46,8 ± 5,5	49,2 ± 4,4	46,8 ± 5,4	52,3 ± 6,7
Diámetro hipocotilo, mm	1,6 ± 0,32	1,7 ± 0,28	1,9 ± 0,19	2,0 ± 0,18
Número de hojas verdaderas	0	1,2 ± 0,4	2,0 ± 0	2,3 ± 0,5
Largo de planta, mm	46,8 ± 5,5	49,2 ± 4,4	57,0 ± 6,2	68,0 ± 8,5

[1]Promedio ± desviación estándar.

Cabe señalar que las referencias al desarrollo de las plántulas al momento de injertar descritas en la literatura, se hacen normalmente por estado fenológico, siendo lo más habitual, el estado de una a dos hojas verdaderas desplegadas (CTIFL, 1985; Oda, 1995), lo que para las condiciones del presente experimento correspondió a las edades entre 2 a 3 semanas.

No hubo efecto significativo de la edad del patrón o del injerto en la sobrevivencia de las plantas después de injertadas (Cuadro 8). Sin embargo, en la práctica, la manipulación y preparación de plántulas de una semana de edad para ser utilizadas como patrón o injerto fue más delicada y más lenta que en aquellas de mayor edad. Al igual que resultados obtenidos en otros ensayos (Miguel, citado por Camacho y Fernández, 1999), el éxito en el prendimiento entre injerto y patrón compatibles, así como la sobrevivencia de las plantas injertadas, fueron aseguradas con el manejo ambiental durante la aclimatación y mediante la conservación de las raíces en el injerto hasta concluido este período. Según diversos autores (CTIFL, 1985; Lee, 1994), el uso de plántulas con mayor desarrollo eleva las probabilidades de éxito al aumentar la superficie de contacto al nivel de los cortes, sin embargo,

Cuadro 8. Porcentaje de sobrevivencia de plantas injertadas en combinaciones de 4 diferentes edades de patrón e injerto, 25 días después de la injertación

Table 8. Survival percentage of grafted melon plants in combinations with four different scion and rootstock ages, 25 days post grafting

	Sobrevivencia (%)			
	Edad injerto			
Edad patrón	**1 semana**	**2 semanas**	**3 semanas**	**4 semanas**
1 semana	60	80	90	85
2 semanas	80	80	70	85
3 semanas	80	65	70	65
4 semanas	85	80	70	60

ANDEVA ($P \leq 0,05$) no detectó diferencias significativas.

tiene como aspecto negativo, la exposición de una mayor área foliar a la deshidratación en una planta recién injertada. En injertos interespecíficos, puede cobrar especial importancia la diferencia anatómica y especialmente el número de haces vasculares, existentes en hipocotilos de patrón e injerto. Este carácter determinado genéticamente en cada especie puede limitar seriamente el éxito y la futura sobrevivencia de algunos injertos (Oda *et al.*, 1993).

El desarrollo de las plantas a los 25 días post injertación, expresado en parámetros de crecimiento tales como número de hojas y longitud del tallo del injerto y diámetro del patrón, se muestra en los cuadros 9 a 11. Se puede observar que hubo un efecto simple de la edad de injerto y de la edad de patrón sobre el número de hojas (Cuadro 9). Para el caso de la edad del injerto las diferencias encontradas muestran una relación en la cual, a medida que las plántulas usadas

Cuadro 9. Número de hojas de plantas de melón injertadas en combinaciones de 4 edades de patrón e injerto, 25 días después de la injertación

Table 9. Leaves number of grafted melon plants in combinations of four scion and rootstock ages, 25 days post grafting

	Número de hojas del injerto				
	Edad de injerto				
Edad patrón	**1 semana**	**2 semanas**	**3 semanas**	**4 semanas**	**Promedio patrón**
1 semana	2,8	4,0	4,4	5,0	4,05 a
2 semanas	2,8	3,8	3,4	4,8	3,70 b
3 semanas	3,2	3,0	3,6	4,4	3,55 b
4 semanas	3,0	3,6	3,8	4,6	3,75 ab
Promedio injerto	C 3,0	B 3,6	B 3,8	A 4,7	

ANDEVA ($P \leq 0,05$) detectó efecto simple de variedad y de técnica. Valores precedidos por igual letra mayúscula en las filas o seguidos por igual letra minúscula en las columnas no presentaron diferencias significativas según la prueba de diferencia mínima significativa (DMS) para separación de medias con nivel de significación de $P \leq 0,05$.

como injerto eran de más edad, el número de hojas observado fue mayor. Esto estaría asociado con el número de hojas que tenían las plántulas respectivas al momento de efectuar la injertación (Cuadro 7).

En el caso de la edad de patrón, no se observa una relación directa de los niveles de este factor con el número de hojas, ya que solamente resulta significativa la diferencia entre el patrón de una semana con los dos siguientes, pero no con el de cuatro semanas, ni de éste con ninguno de los anteriores.

Las variables longitud de tallo y diámetro de hipocotilo del patrón fueron afectadas por la interacción de ambos factores (Cuadros 10 y 11). La aplicación de modelos de regresión entre las variables medidas y cada uno de los factores, reveló moderada correlación respecto de la edad del injerto, y baja correlación respecto de la edad del patrón. La edad de injerto (Figura 1) presentó efectos lineales sobre la longitud del tallo en injertos establecidos sobre patrones de 1 y 3 semanas de edad, donde 69,6 y 62,2% de este incremento podrían ser explicados a través de la regresión lineal ajustada de longitud de tallo en el injerto para edad del injerto. Sobre patrones de 2 y 4 semanas de edad, 76,6 y 89,7% del incremento de la longitud del tallo del injerto podrían ser explicados mediante un modelo cuadrático ajustado de longitud de tallo para edad del injerto.

Si bien los coeficientes de correlación obtenidos no fueron altos, las tendencias reflejadas por las regresiones muestran una relación directa entre el desarrollo del injerto y la edad de las plántulas utilizadas como injertos. Esto estaría asociado al desarrollo ya presente en dichas plántulas, las cuales tenían mayor número de hojas y altura en la medida que tenían más edad.

CONCLUSIONES

El Experimento 1 muestra que la sobrevivencia de plantas fue dependiente de la variedad y de la técnica de injertación. El efecto de la variedad difirió según la técnica utilizada. Con las técnicas de púa, tubo y empalme, en las cuales el patrón no conservó sus raíces, *reticulatus* mostró mayor sobrevivencia que *inodorus*, mientras que con la técnica de aproximación y en el testigo, ambas variedades mostraron valores estadísticamente iguales. El efecto de la variedad podría asociarse

Cuadro 10. Longitud de tallos de plantas de melón injertadas en combinaciones de 4 edades de patrón e injerto, 25 días después de la injertación

Table 10. Stem length of grafted melon plants in combinations of four scion and rootstock ages, 25 days post grafting

	Longitud de tallo (mm)				
	Edad de injerto				
Edad patrón	**1 semana**	**2 semanas**	**3 semanas**	**4 semanas**	**Promedio patrón**
1 semana	D 58,2 a	C 76,2	B 106,0 a	A 121,0	90,35
2 semanas	C 58,2 a	B 79,0	A 103,0 a	A 92,0	83,05
3 semanas	C 54,0 a	B 67,4	A 98,0 a	A 100,2	79,90
4 semanas	B 64,0 a	B 70,8	B 75,2 b	A 121,2	82,80
Prom injerto	58,6	73,4	95,6	108,6	

ANDEVA ($P \leq 0,05$) detectó interacción factorial. Valores precedidos por igual letra mayúscula en las filas o seguidos por igual letra minúscula en las columnas no presentaron diferencias significativas según la prueba de diferencia mínima significativa (DMS) para separación de medias con nivel de significación de $P \leq 0,05$.

Cuadro 11. Diámetro de patrón de plantas de melón injertadas en combinaciones de 4 edades de patrón e injerto, 25 días después de la injertación

Table 11. Rootstock stem diameter of grafted melon plants in combinations of four scion and rootstock ages, 25 days post grafting

	Diámetro de patrón (mm)				
	Edad de injerto				
Edad patrón	**1 semana**	**2 semanas**	**3 semanas**	**4 semanas**	**Promedio patrón**
1 semana	B 1,6 b	A 2,2	A 2,3 a	A 2,1	2,06
2 semanas	C 1,6 b	B 1,8	A 2,2 a	A 2,2	1,94
3 semanas	B 2,0 a	AB 2,1	AB 2,2 a	A 2,2	2,13
4 semanas	B 2,0 a	B 2,0	B 2,1 a	A 2,5	2,17
Promedio injerto		1,8	2,1	2,2	2,3

ANDEVA ($P \leq 0,05$) detectó interacción factorial. Valores precedidos por igual letra mayúscula en las filas o seguidos por igual letra minúscula en las columnas no presentaron diferencias significativas según la prueba de DMS para separación de medias con nivel de significación de $P \leq 0,05$.

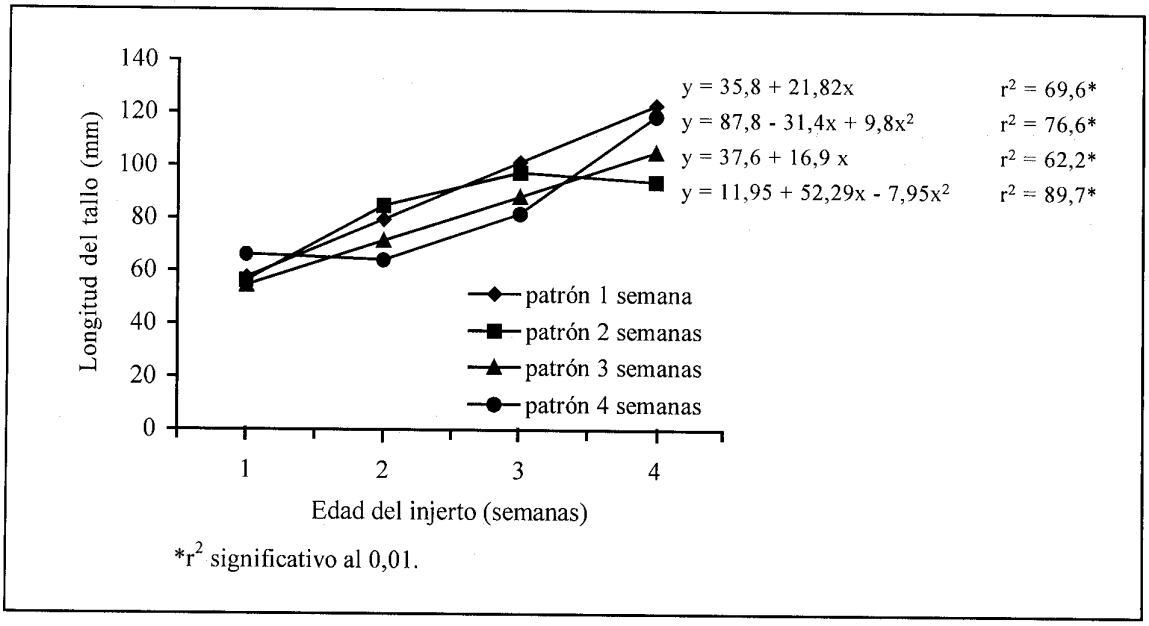

Figura 1. Relación entre longitud de tallo del injerto a los 25 días de efectuada la injertación y la edad de plántulas usadas como injerto para cada edad del patrón.

Figure 1. Relationship between stem length of the scion at 25 days post grafting and age of the seedlings used as scion for each rootstock age.

con la distinta calidad de las plántulas obtenidas, que resultaron más largas y delgadas en *inodorus*.

El efecto de las técnicas fue diferente en cada variedad. En *inodorus* todas las técnicas determinaron menor sobrevivencia de plantas que el testigo. Aproximación mostró mayor sobrevivencia que empalme y tubo, y éstas, mayor que púa. En *reticulatus*, las técnicas aproximación, tubo y empalme mostraron

sobrevivencia estadísticamente igual al testigo, mientras que púa fue inferior.

Los resultados del Experimento 2 indican que, todas las combinaciones de plantas de una a cuatro semanas de edad usadas como patrón e injerto determinaron niveles de sobrevivencia estadísticamente similares, con valores entre 60 y 90%.

En ambos experimentos, el desarrollo posterior del injerto en el almácigo se relacionó en forma directa con el desarrollo de las plántulas usadas como tales al momento de la injertación.

LITERATURA CITADA

Blancard, D., H. Lecoq, y M. Pitrat. 1991. Enfermedades de las cucurbitáceas: observar, identificar, luchar. 301 p. Ediciones Mundiprensa, Madrid, España.

Bulder, H., A. Nijj, E. Speek, and V. Hasselt. 1991. The effect of low root temperature tolerant rootstock genotypes for cucumber. J. Plant Physiol. 138:661-666.

Camacho, F., y E. Fernández. 1999. Influencia de patrones utilizados en el cultivo de sandía bajo plástico sobre la producción, precocidad y calidad del fruto en Almería. Disponible en: http://www.larural.es/sernagro/sta/publicaciones/sandia/publ 9708_homepage.htm. Conectado el 11/sept./1999.

CTIFL. 1985. Melon. 269 p. Marche et techniques de production. Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes (CTIFL), París, France.

Esau, K. 1985. Anatomía Vegetal. 779 p. Ediciones Omega, Barcelona, España.

Honma, S. 1977. Grafting eggplants. Scientia Horticulturae 7:207-211.

Kurata, K. 1994. Cultivation of grafted vegetables II. Development of grafting robots in Japan. HortScience 29:240-244.

Lee, J. 1994. Cultivation of grafted vegetables I. Current status, grafting methods and benefits. HortScience 29:235-239.

Leoni, S., R. Grudina, M. Cadinu, B. Madeddu, and M. Carletti. 1991. The influence of four rootstocks on some melon hybrids and a cultivar in greenhouse. Acta Hortic. 297:127-134.

Messiaen, C., D. Blancard, F. Rouxel, y R. Lafon. 1995. Enfermedades de las hortalizas. 576 p. Mundiprensa, Madrid, España.

Oda, M., and T. Nakjima, T. 1992. Adhesive grafting of chinese cabbage on turnip. HortScience 27:1136.

Oda, M., K. Tsuji, and H. Sasaki. 1993. Effect of hypocotyl morphology on survival rate and growth of cucumber seedling grafted on *Cucurbita* sp. Japan. Agricultural Research Quarterly 26:259-263.

Oda, M., M. Nagaoka, T. Mori, and M. Sei. 1994. Simultaneous grafting of young tomato plants using grafting plates. Scientia Horticulturae 58:259-264.

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

Ríos, L. 1982. Evaluación de compatibilidad y comportamiento de injertos entre algunas solanáceas de frutos. Tesis Ingeniero Agrónomo. 48 p. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía, Quillota, Chile.

Rojas, L., V. Alfaro, e Y. Tapia. 1997. Comportamiento agronómico de pepino para ensalada injertado sobre alcayota. p. 47 (Resumen). *In* XLVIII Congreso Anual de la Sociedad Agronómica de Chile, Arica, Chile. 26-28 de noviembre.