SIMIENTE

VOLUMEN 78 (1-2) ENERO- JUNIO 2008

SOCIEDAD AGRONÓMICA DE CHILE

SIMIENTE
Fundada el 1 de Octubre de 1942
Órgano Oficial de Difusión de la Sociedad Agronómica de Chile
SIMIENTE se publica trimestralmente por la Sociedad Agronómica de Chile (SACH). Los trabajos a presentar deben enviarse a:
Editor:
Mac Iver 120, Oficina 36, Santiago-Chile
Casilla 4109, Santiago-Chile
Fono: (56-2) 6384881
Correo electrónico: sociedad.agronomica.chile@gmail.com
La preparación de los artículos debe ceñirse a las "Normas de publicación" que aparecen en las páginas II y III
Los socios activos de la SACH reciben la revista. Las suscripciones tienen un valor de:
Suscripción regular anual: $ 10.000. Número individual: $ 5.000
Suscripción anual para estudiantes de agronomía: $ 7.500
Número individual: $ 2.500
Suscripción anual para extranjeros (por correo) US $ 40
Número individual: US $ 15

Referencia bibliográfica SIMIENTE
Se autoriza la reproducción total o parcial de los trabajos publicados en SIMIENTE, siempre que se cite debidamente la fuente y los autores correspondientes
La SACH no se responsabiliza por las declaraciones y opiniones publicadas en SIMIENTE; ellas representan los puntos de vista de los autores de los artículos y no necesariamente los de la Sociedad Agronómica de Chile. La mención de productos o marcas comerciales no implica su recomendación por la SACH.

Sociedad Agronómica de Chile
Fundada el 28 de agosto de 1910
Mac Iver 120, Oficina 36, Santiago-Chile
Casilla 4109, Santiago-Chile
Fono: (56-2) 6384881
Correo electrónico: sociedad.agronomica.chile@gmail.com

Diseño y Diagramación e Impresión:
Innovación Servicios Gráficos
insegraf@terra.cl

Consejo Directivo 2008
Presidente: Horst Berger S. Ing. Agr.
Vicepresidente: Manuel Pinto C. Ing. Agr. Ph. D.
Tesorero: Marcos Mora G. Ing. Agr. Ph. D.
Secretaria: Cristel Oberpaur W. Ing. Agr. M. Sc.

Consejeros:
Edmundo Acevedo H. Ing Agr. Ph. D.
Elena Dagnino D. Ing. Agr.
Thomas Fichet L. Ing. Agr. Ph. D.
Ljubica Galletti G. Ing. Agr.
Ximena López C. Ing. Agr.
Rafael Novoa S-A. Ing. Agr. M. Sc. Ph. D.
Claudio Wernli K. Ing. Agr. Ph. D.

SIMIENTE

Representante Legal
Horst Berger S.
Ing. Agr.
Presidente SACH

Directora
Elena Dagnino D. Ing. Agr.

Subdirectora
Ximena López C. Ing. Agr.

Editora
Ljubica Galletti G. Ing. Agr.

Editores Asociados

Riego, Drenaje y Ciencias del suelo
Edmundo Acevedo H.
Ing. Agr. Ph. D.

Postcosecha y Agroindustria
Horst Berger S., Ing. Agr.

Economía Agraria y Desarrollo Rural
Rolando Chateauneuf D.
Ing. Agr.

Entomología
Roberto González R.
Ing. Agr. M. Sc. Ph. D.

Control de Malezas
Marcelo Kogan A.
Ing. Agr. M. Sc. Ph. D.

Fitopatología
Bernardo Latorre G.
Ing. Agr. M. Sc. Ph. D.

Fruticultura
Jorge Valenzuela.
Ing. Agr. Ph. D.

Producción Animal y Praderas
Claudio Wernli K.
Ing. Agr. Ph. D.

NORMAS DE PUBLICACIÓN

SIMIENTE es el órgano oficial de difusión científica de la Sociedad Agronómica de Chile en el que se da a conocer los resultados de investigaciones científicas en el ámbito agropecuario, con el objeto de proporcionar información sobre el desarrollo científico-tecnológico del sector.

Los artículos para publicar en **SIMIENTE** deben ser originales, es decir no pueden haber sido publicados previa o simultáneamente en otra revista científica o técnica.

Los trabajos propuestos para publicación deben enviarse en forma electrónica vía correo electrónico, en un diskette $3\,^1/_2$ o CD y con cuatro copias, escritas a espacio y medio, letra Arial 12, en papel tamaño carta al Editor de la revista SIMIENTE, Mac Iver 120, oficina 36. Santiago. Chile.

Una vez aceptado el trabajo, el (los) autor (es) deberán incorporar las sugerencias de los revisores y remitir en disquete de $3\,^1/_2$, CD o correo electrónico, escrito con los procesadores de texto Word Perfect o Word, a $1\,^1/_2$ espacio, sin sangría. Las tablas y gráficos deben enviarse en archivos separados, señalándose en el texto su ubicación. Las fotos en blanco y negro, deben enviarse por separado, adecuadamente identificadas, en papel brillante y en aplicación de 12 x 18 cm.

Se recibirán trabajos para publicar en las siguientes secciones:

TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN, los cuales deben incluir los siguientes capítulos:

I) **Resumen**, que debe contener una condensación de los objetivos, métodos, resultados y conclusiones principales.
II) **Abstract**, traducción del Resumen al idioma inglés.
III) **Palabras clave**, cinco como máximo, no usadas en el Título, que sirven como índices identificatorios. Puede incluirse nombres comunes y científicos de especies, sustancias, tecnologías, etc.
IV) **Introducción**, revisión bibliográfica concisa, donde se indicará el objetivo e hipótesis de la investigación y su relación con otros trabajos relevantes (propios o de otros autores)
V) **Materiales y Métodos**, descripción concisa de los materiales y Métodos usados en la investigación; si las técnicas o procedimientos han sido publicados anteriormente, mencionar sólo sus fuentes bibliográficas e incluir detalles que representan modificaciones sustanciales del procedimiento original.
VI) **Resultados**. Se presentarán, en lo posible, en Tablas y/o Figuras, que deberán ser reemplazadas, cuando corresponda, por análisis estadístico, evitando la repetición y seleccionando la forma que en cada caso resulte adecuada para la mejor interpretación de los resultados.
VII) **Discusión**. Debe ser breve y restringirse a los aspectos significativos del trabajo. En caso que, a juicio de los autores, la naturaleza del trabajo lo permita, los Resultados y la Discusión pueden presentarse en conjunto, bajo el título general de Resultados y Discusión.
VIII) **Literatura citada**. Listado alfabético de las referencias bibliográficas utilizadas. (ver ejemplos en Normas de Estilo).

NOTAS TÉCNICAS. La estructura no está sujeta a lo establecido para los trabajos de investigación, por tratarse de notas cortas sobre avances de investigaciones, determinación de especies, descripción de métodos de investigación, etc. Sin embargo, debe incluir un Resumen, un Abstract y la Literatura Citada.

REVISIONES BIBLIOGRÁFICAS. Trabajos de investigación Bibliográfica en la especialidad del autor y estructura libre. Debe incluir Resumen y Literatura Citada.

PUNTOS DE VISTA. Comprende artículos cortos de material de actualidad, revisiones de libros de reciente publicación, asistencia a Congresos, reuniones científicas e Indice de Revistas. Deben incluir Literatura Citada.

Además, SIMIENTE publicará los trabajos que se presenten en los Simposios o como trabajos libres de los Congresos de la SACH, u otras agrupaciones asociadas a la misma. Los Simposios y los trabajos de estructura libre, deben contener Resumen, Abstract y Literatura Citada, y los Resúmenes deben contener una condensación informativa de los métodos, resultados y conclusiones principales, señalando cuando corresponda, la fuente de financiamiento

NORMAS DE ESTILO

Titulo (español e inglés).Descripción concisa y única del contenido del artículo. El Título contendrá el superíndice (1) de llamada de pie de página para indicar agradecimiento y/o fuente de financiamiento.

Autor (es). Se indicará nombre y apellido paterno completos e inicial del apellido materno. Con pie de página se debe indicar la o las instituciones a las cuales pertenecen, incluyendo las direcciones postal y electrónica completas.

Encabezamientos de las secciones. Los encabezamientos de primera, segundo, tercer o cuarto orden deben ser fácilmente distinguibles y no numerados.

Tablas. Deben escribirse a un espacio. El título de cada Cuadro y Figura, **en español e inglés**, debe indicar su contenido de tal forma, que no se requiera explicaciones adicionales en el texto. Los encabezamientos de filas y columnas, como el pie de página, deben ser auto explicativos. Use superíndices numéricos para identificar los pies de página de las tablas. Use letras minúsculas para indicar diferencias significativas o separaciones de medias. Indique asimismo el nivel de probabilidad.

Figuras. Indique correlativamente todas las figuras (gráficos, figuras y fotografías). Las leyendas deben ser claras y concisas. El título de cada figura, **en español e inglés**, debe indicar su contenido de tal forma, que no se requiera explicaciones adicionales en el texto. Por razones de espacio, el Comité Editor se reserva el derecho de incluir o no las fotografías. Los dibujos gráficos deben ser originales, hechos sobre papel blanco. Además de las figuras en papel se solicita enviar figuras en versión electrónica, formato TIFF o JPG de las siguientes resoluciones: figuras en blanco y negro mínimo 600 dpi, las líneas no deben ser mas finas que 0.25 pts, los rellenos deben tener una densidad de por lo menos 10 % y las fotografías electrónicas deben tener resoluciones mínimas de 300 dpi. Resoluciones menores afectan la calidad de la impresión. Las fotografías no electrónicas deben ser claras, brillantes y montadas sobre una cartulina.

Figuras o fotografías en colores se podrán publicar con cargo al autor. En blanco y negro se publicarán sin costo.

Evite duplicidad de información en el texto, tablas y figuras.

Nombres científicos y palabras latinas. Deben escribirse utilizando el estilo cursivo de la fuente empleada.

Nombres comerciales y marcas .Estos nombres, de corta permanencia, deben ser evitados en el texto o referidos entre paréntesis o como llamada de pie de página. Use siempre el nombre técnico del ingrediente activo, fórmula química, pureza y / solvente. Los nombres registrados deben ser seguidos por R la primera vez que se cita en el Resumen y texto.

Abreviaturas y Sistema Métrico. Se debe usar el Sistema Internacional de Medidas y sus abreviaturas aceptadas. En caso de utilizarse siglas poco comunes, deberán indicarse completas la primera vez que se citan, seguidas de la sigla entre paréntesis. Todas las abreviaturas y siglas se usan sin punto.

Apéndices. Material informativo suplementario debe ser agregado como Apéndice y colocado antes de la Literatura Citada.

Literatura Citada.

Las referencias a libros, artículos, informes técnicos o trabajos de congresos o talleres deben ser listados en orden alfabético, al final del trabajo. Artículos no publicados, opiniones expertas no se incluyen en listado alfabético pero se pueden mencionar en el texto como comunicaciones personales indicando el nombre del autor. Es responsabilidad del autor obtener los permisos necesarios para citar trabajos no publicados

Ejemplos de citas:

Referencias. En el texto, las referencias deberán citarse entre paréntesis (Triviño y Riveros, 1985) o Astorga (1977), según sea el caso. Si son más de dos autores, citar el primer autor y *et al*., seguido del año, por ejemplo (Carrillo *et al*.,1994) Las referencias no publicadas o comunicaciones personales deben insertarse en el texto, indicando dicha condición en llamada de pie de página

Las referencias deben colocarse en orden alfabético en la sección Literatura Citada, de acuerdo a los siguientes ejemplos:

Artículo en Revista: WITHERS, L.A. 1993. In vitro storage and plant genetic conservation (Germplasm).Span. Prog. 26 (2): 72-74.

Libro: ALLARD, R.W. 1975. Principios de la mejora genética de plantas. 2Ÿ Ed. Omega. Barcelona, España. 325 p.

Capítulo de Libro: WARSON, I.A. 1970. The utilization of wild species in the breeding of cultivated crops resistant to plant pathogens. Págs, 441-457. In Frankel, O.H (ed.). Genetic resource in plants. Blackwell Scientific Publ. California. 360 p.

Tésis: Martínez M.F. 1978. Adaptación, rendimiento y estudio de caracteres en dos géneros de maíz. Tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Santiago, Chile. Fac.de Cs. Agrarias y Forestales. 100 p.

Boletines: LOPEZ, G. 1976. El garbanzo, un cultivo importante en México. Folleto de Divulgación INIA 56.

Abstract: SALINAS, J. 1995. Biología de Heliothis zea. Simiente 66(4): 3(Abstr.).

Pruebas

Al autor principal se le enviarán las pruebas de imprenta por correo electrónico. Se espera respuesta con o sin correcciones dentro de las siguientes 96 horas. Sólo se podrán hacer correcciones menores y enviarlas en un correo electrónico adjunto. No modificar archivo enviado. Si fuera necesario correcciones más extensas enviarlas claramente identificadas en el archivo.

INDICE

TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN

EVALUACIÓN DE DIFERENTES TIPOS DE INJERTOS EN PISTACHO ***(Pistacia vera L.)***, UTILIZANDO LAS VARIEDADES PETERS, KERMAN Y AEGINA SOBRE ***Pistacia terebinthus*** EN TRES ÉPOCAS DEL AÑO 1

EFECTO DEL CINCELADO DE UN SUELO MOLLISOL MANEJADO EN CERO LABRANZA Y LABRANZA CONVENCIONAL 9

EVALUACIÓN DE RENDIMIENTO, CALIDAD INDUSTRIAL Y DESARROLLO DEL HÍBRIDO BS-5620 DE MAÍZ REVENTÓN (ZEA MAYS L. EVERTA) EN RINCONADA DE MAIPÚ. 17

EFECTO DE DIFERENTES VOLUMENES DE ALVÉOLO EN LA PRODUCCIÓN DE PLANTINES DE BRÓCOLI, COLIFLOR Y REPOLLO 27

NOTAS TÉCNICAS

MEDIDAS FITOSANITARIAS EN EL COMERCIO INTERNACIONAL DE SEMILLAS Y SU RELACIÓN CON LA PATOLOGÍA DE SEMILLAS 45

SENSIBILIDAD DE LA PULPA DE LA CHIRIMOYA AL PARDEAMIENTO 48

EVALUACIÓN DE DIFERENTES TIPOS DE INJERTOS EN PISTACHO *(Pistacia vera L.)*, UTILIZANDO LAS VARIEDADES PETERS, KERMAN Y AEGINA SOBRE *Pistacia terebinthus* EN TRES ÉPOCAS DEL AÑO[1]

Assessment of different graft using 'Peters', 'Kerman' and 'Aegina' pistachio *(Pistacia vera l.)* varieties on *Pistacia terebinthus* on three different dates

DANIELA CANESSA F. y MÓNICA CASTRO V.

[1] Trabajo presentado en el 57º Congreso Agronómico de Chile, Santiago, 17 al 20 de octubre de 2006

Facultad de Agronomía Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Casilla 4-D, Quillota. E-mail: mcastro@ucv.cl.

RESUMEN

Se evaluó el efecto del tipo de injerto sobre el prendimiento en diferentes variedades de *Pistacia vera* sobre *P. terebinthus* a comienzos de otoño, mediados de agosto y diciembre. El diseño estadístico empleado fue un diseño completamente al azar con arreglo factorial de dos factores: tipo de injerto y variedad, con tres niveles cada uno. Los injertos utilizados en otoño fueron: astilla, yema en T y parche. En agosto, el material vegetal se encontraba en receso y los injertos fueron: astilla, hendidura apical y empalme lateral. En diciembre, se probó los injertos de yema en T, parche y hendidura apical. Los ensayos se realizaron en Limache, sobre patrones de un año y medio a dos años de edad a una altura de 20 cm. En otoño, la variedad Kerman con injerto de astilla y la variedad Peters con injerto de parche y astilla, presentaron los mayores porcentajes de prendimiento 32, 22 y 20%, respectivamente. En agosto los mayores porcentajes de prendimiento se lograron con los injertos de empalme lateral en Kerman (56%) y Peters (50%), y de hendidura apical en las mismas variedades con 34 y 38%, respectivamente. En diciembre, Aegina con injerto de hendidura apical presentó un 16% de prendimiento. Realizando cortes histológicos se observó la anatomía de la unión patrón-injerto en plantas que se desarrollaron activamente, éstas presentaron formación y organización del tejido cambial iniciándose la conexión vascular.

PALABRAS CLAVE: *pistacho, propagación vegetativa, injertación, prendimiento.*

ABSTRACT

The effect of the graft type on the bud take in different varieties of *Pistacia vera* over *P. terebinthus* was evaluated at the beginning of fall (Southern Hemisphere), middle of August and December. The experiment was a complete randomized design (CRD) with factorial arrangement of 2 factors: type of graft and variety, with 3 levels each. The grafts used in fall were: chip, T-bud and patch bud. In August, the plant material was on recess and the grafts were: chip, apical wedge and side junction. In December, the grafts of T-bud, bud patch and apical wedge were tested. The tests were conducted at Limache on stocks from 1 year and a half to 2 years of age, of 20 cm

high. In the fall, the Kerman variety with chip graft and Peters variety with bud patch and chip graft showed the highest take rates, 32, 22 and 20%, respectively. In August, the highest take percentages were achieved through grafts of side junction on Kerman (56%) and Peters (50%), and of apical wedge on the same varieties with 34 and 98%, respectively. In December, Aegina with apical-wedge graft showed a 16% take.
The anatomy of the stock-graft coupling in plants that grew actively could be observed through histological cuts. These plants showed formation and arrangement of cambial tissue starting the vascular connection.

KEY WORDS: *pistachio, vegetative propagation, grafting, successful graft.*

INTRODUCCIÓN

En el último tiempo, Chile ha tenido un crecimiento en la producción de frutos secos debido principalmente a que el consumo mundial de nueces ha aumentado en forma sostenida. Esta situación ha llevado a la introducción de diferentes especies como alternativas para la producción de frutales de nuez.
Dentro de éstas se encuentra el pistacho que pertenece a la familia Anacardiácea, el género *Pistacia* está constituido por once especies, tales como, *Pistacia vera* L. que produce el fruto comestible, *P. atlántica* Desf., *P. mutica* Fish y Mcy, y P. *terebinthus* L., siendo estas tres últimas utilizadas como portainjertos (Lemus, 2004).
La multiplicación generalmente se realiza mediante injerto de las variedades comerciales (*Pistacia vera* L.) sobre patrones francos de especies afines (*P. atlántica, P. terebinthus, P. integérrima*), debido a su vigor y resistencia a nemátodos y hongos del suelo (Lemus, 2004).La propagación por estaca no ha dado buenos resultados, debido al alto contenido de terpenos de la madera que inhiben la iniciación de raíces adventicias y aceleran la oxidación de los tejidos. Hoy en día la dificultad está centrada principalmente en el prendimiento del injerto, ya que existen problemas en la unión del cambium entre el patrón y la variedad. Aún no está claro qué tipo de injerto, qué época y qué variedad son los más adecuados para obtener altos porcentajes de prendimiento (Lemus, 2004).
Debido a lo anterior, esta investigación pretende evaluar el efecto del tipo de injerto y la variedad (Peters, Kerman y Aegina) en la injertación sobre *Pistacia terebinthus* a comienzos de otoño, a mediados de agosto y a mediados de diciembre y por otra parte, observar a nivel anatómico la zona de unión del injerto de *Pistacia terebinthus* con las variedades antes mencionadas en la injertación de agosto.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos se realizaron en Vivero Limache (localidad de Limache, V región), desde abril del 2005 a marzo del 2006.
Se realizaron tres ensayos, en los que se injertaron plantas de *Pistacia terebinthus* L., de un año y medio a dos años de edad, con diámetro de tallo entre 0,7 a 1 cm, con tres variedades: Peters (polinizante), Kerman y Aegina.
Los portainjertos se obtuvieron mediante la reproducción por semillas. Se usó un invernadero frío, cubierto con malla semisombra (50%), ubicados en seis hileras de 225 plantas cada una, en dirección norte-sur. El material vegetal, se obtuvo de plantas madres sanas.
El primer ensayo se realizó entre el 7 y 8 de abril (injerto de otoño), el material vegetal correspondió a ramillas vigorosas de árboles jóvenes de tres años que no han entrado en producción y que tenían sólo yemas vegetativas. Tipos de injerto: astilla (yema con madera), yema en T y parche (cuadrado). Al término de la temporada invernal, se rebajaron los portainjertos. Las medicio-

nes comenzaron el 7 de septiembre.
El segundo ensayo, se realizó entre el 16 y 17 de agosto. Se utilizaron ramillas en receso con yemas vegetativas de árboles de tres años. Los injertos fueron: astilla (yema con madera), hendidura apical y empalme lateral, las mediciones comenzaron el 10 de septiembre.
El tercer ensayo se realizó entre el 14 y 15 de diciembre, el material vegetal provenía de plantas de siete años que estaban en producción. Los injertos fueron: yema en T, parche (cuadrado) y hendidura apical. La medición comenzó 25 días después de la injertación.
En todas las épocas los injertos se realizaron 20 cm sobre el nivel del sustrato, desbrotando esporádicamente. El riego consistió básicamente en dos horas semanales en otoño, una hora semanal en invierno y 3 horas semanales en primavera-verano. Se utilizaron goteros de 1 L/hr,

Diseño experimental:

Se usó un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial de dos factores: tipo de injerto y variedad, con tres niveles cada uno. Se utilizaron 50 plantas por cada combinación. La variable prendimiento se analizó con el test de proporciones con el estadístico "z". La unidad experimental correspondió a una planta. Las mediciones se realizaron cada 10 días durante dos meses.
Para medir el porcentaje de prendimiento se contó el número de plantas que presentaron desarrollo activo del brote durante todo el período de evaluación.

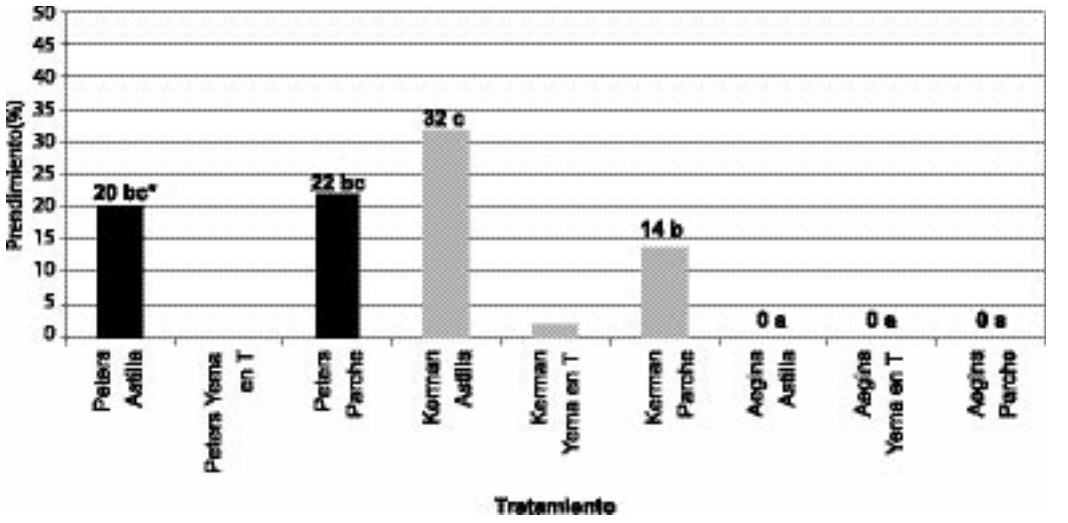
Observación anatómica:

Los cortes histológicos se realizaron a principios de enero, se eligieron al azar tres plantas: Peters con injerto de astilla, Kerman con injerto de empalme lateral y Aegina con injerto de hendidura. Para realizar los cortes histológicos, se cortó un trozo de 15 cm en la unión del injerto. Se fijó con F.A.A por 48 hr, y luego se realizaron cortes transversales con micrótomo en la zona de unión del injerto.

PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Ensayo I. Injertación de otoño:

Como se observa en la Figura 1, tanto la variedad Kerman con injerto de astilla como Peters con injerto de parche y astilla, obtuvieron los porcentajes más altos de prendimiento, que variaron entre 32 y 20%. Entre estos tratamientos no hubo diferencia significativa. La variedad Aegina no obtuvo prendimiento.
El bajo prendimiento obtenido se pudo deber al escaso desprendimiento de corteza que se observó al momento de realizar los injertos, estableciéndose un inadecuado contacto entre el cambium de la yema y el portainjerto (Hartmann y Kester, 1988).
Es importante señalar que al comienzo de las evaluaciones se observó mayor número de plantas prendidas, y al término de éstas, el número disminuyó.
No están descritos en literatura antecedentes de incompatibilidad en esta especie. Sin embargo, el bajo porcentaje podría explicarse debido a la incompatibilidad entre patrón y la variedad, ya que es difícil lograrla (Hartmann y Kester, 1988).
Estos mismos autores exponen que la proliferación de callo es más baja en verano y otoño, ya que existe una menor concentración de giberelinas y auxinas en las yemas, que son las que estimulan la actividad cambial. Estos resultados coinciden con los ensayos realizados por Aleta *et al.*, (1997) quienes indican que los injertos muy tardíos de ojo dormido realizados en pistacho, logran un bajo porcentaje de prendimiento y la yema aunque prende, generalmente muere durante el receso. Por otra parte, según Reinoso (1972), la planta



*Letras iguales no presentan diferencias significativas entre si (z≤1,96) según test de proporciones.

FIGURA 1. **Efecto del tipo de injerto y la variedad de pistacho (P. vera) sobre el prendimiento (%) en injerto de otoño.**

FIGURE 1. **Fall grafting: Effect of grafting techniques and varieties of pistachio (P. vera) on successful graft (%).**

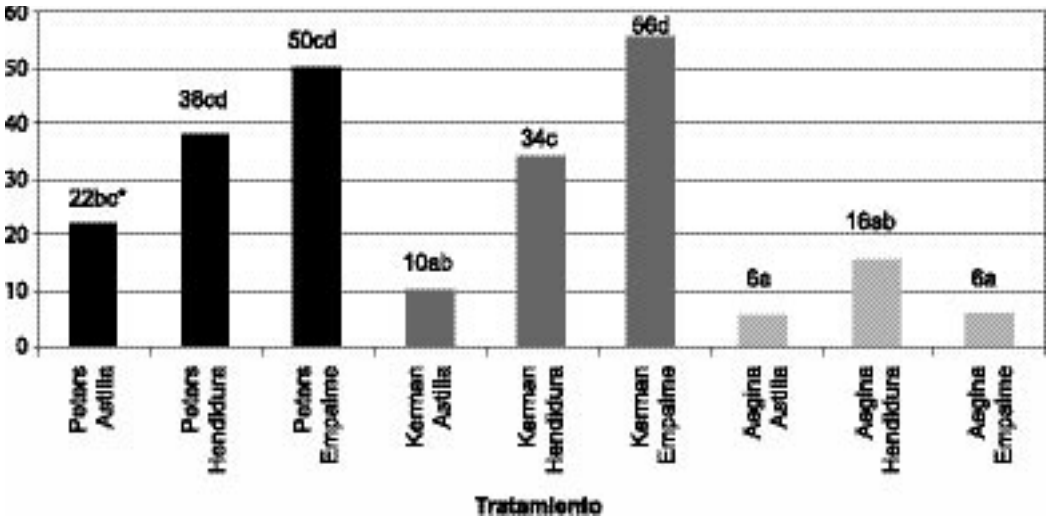
de pistacho debe injertarse con astilla de ojo dormido o con púa en el primer o segundo año de vivero.

Ensayo II. Injertación de mediados de agosto:

La variedad Kerman con injerto de empalme obtuvo el mejor resultado con un 56% de prendimiento, sin tener diferencia significativa con la variedad Peters tanto con injerto de empalme lateral con 50% de prendimiento, como con injerto de hendidura apical con 38%. Los prendimientos más bajos se presentaron con la variedad Aegina con injerto de astilla y empalme lateral (6%) los cuales no poseen diferencia significativa con el injerto de hendidura apical de la misma variedad y con Kerman con injerto de astilla (Figura 2).

En esta época se hicieron injertos de púa y de yema (astilla), los cuales no requieren desprendimiento de corteza. Los porcentajes de prendimiento observados, se pueden deber a que la unión patrón injerto depende de diversos factores como es el uso de patrones que se encuentren en buenas condiciones de crecimiento, que la superficie de contacto patrón-injerto sea amplia, que la operación se realice rápidamente y que se protejan los injertos contra la desecación. El pistacho es sensible a cualquier variación de estos factores. Cuando las circunstancias en que se realiza la injertación son excelentes, pueden obtenerse porcentajes de prendimiento muy aceptables, aunque normalmente inferiores a los conseguidos en otras especies frutales; cuando algún factor falla, estos porcentajes son muy bajos, o nulos (Vargas, Romero y Áleta, 1989).

Estos resultados, aunque bajos para el general de los frutales, pero favorables para el pistacho, coinciden con lo expuesto por



*Letras iguales no presentan diferencias significativas entre si (z≤1,96) según test de proporciones.

FIGURA 2. **Efecto del tipo de injerto y la variedad de pistacho (P. vera) sobre el prendimiento (%) en injertación de mediados de agosto.**

FIGURE 2. **Mid-August grafting: Effect of grafting techniques and varieties of pistachio (P. vera) on successful graft (%).**

Gil (1997) que indica que los injertos de púa y hendidura tienen mayor éxito si se efectúan a fines de invierno cuando las yemas están quietas, saliendo del receso y el portainjerto todavía no desprende la corteza. Además, Hartmann y Kester (1988) indican que estando la mayoría de las yemas hinchadas y muy próximas a brotar la proliferación del callo ocurre con mayor facilidad. Esto se produce porque en las yemas en expansión existen giberelinas y auxinas que estimulan la actividad cambial.

Los porcentajes medios de prendimiento, podrían estar explicados por el aumento de las temperaturas en esta fecha. Coincide con lo indicado por Hartmann, Kester y Davis (1990) que las condiciones de temperatura y humedad son esenciales. Así, temperaturas de 13 a 32 ºC, acompañadas de una alta humedad relativa son favorables para el prendimiento y un crecimiento rápido.

Observación anatómica (injertación de agosto):

Los cortes se obtuvieron 120 días después de la injertación. En la Figura 3 se observa, que en la zona superior derecha la unión fue exitosa, existiendo organización celular y formación de haces vasculares. Además se puede ver que el tamaño y el cambium de la astilla coincidió con el del portainjerto, esto favoreció la generación de células y la unión del injerto, lo que coincide con lo indicado por diversos investigadores que señalan que es fundamental el contacto íntimo de las zonas cambiales del portainjerto y del injerto para que se produzca el predimiento.

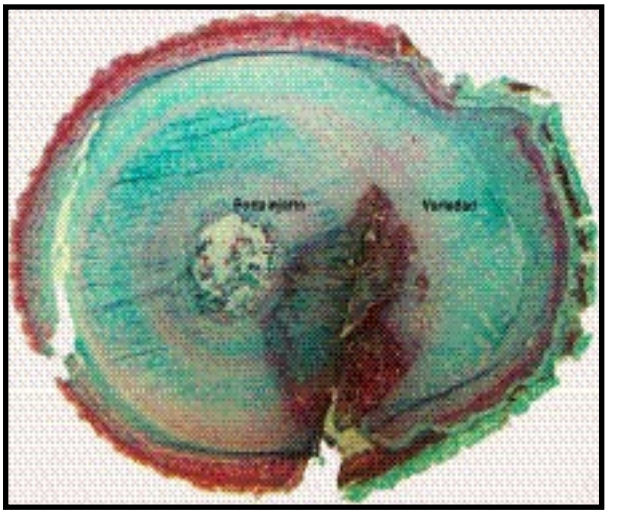


FIGURA 3. **Corte transversal de la zona de unión del injerto en pistacho var Peters con injerto tipo astilla.**

FIGURE 3. **Cross section of pistachio cv. Peters chip budding graft.**

En las Figuras 4 y 5 se observa el avance de la zona de unión desde el exterior hacia el centro. En la zona distal se puede observar que el desarrollo del tejido cambial se completó y por lo tanto está en la última etapa en que se comienza a formar y organizar el tejido vascular.

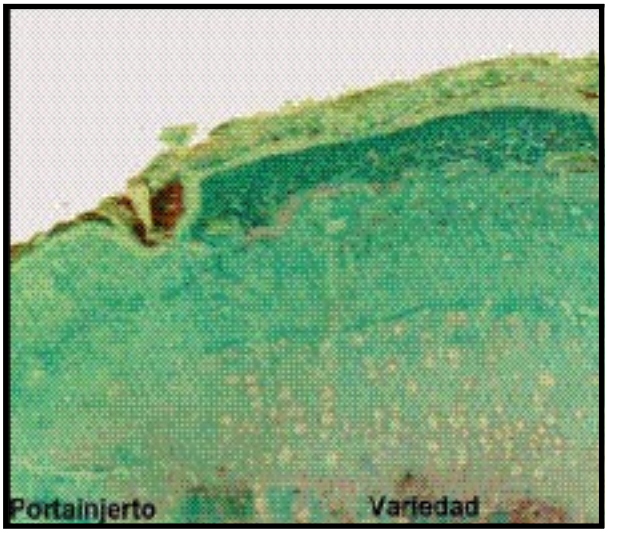


FIGURA 4. **Corte transversal de la zona de unión del injerto en pistacho var Kerman con injerto tipo empalme lateral.**

FIGURE 4. **Cross section of pistachio cv. Kerman side-tongue graft.**

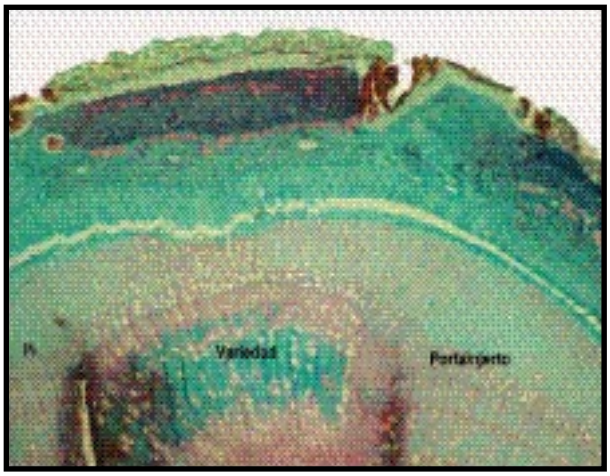
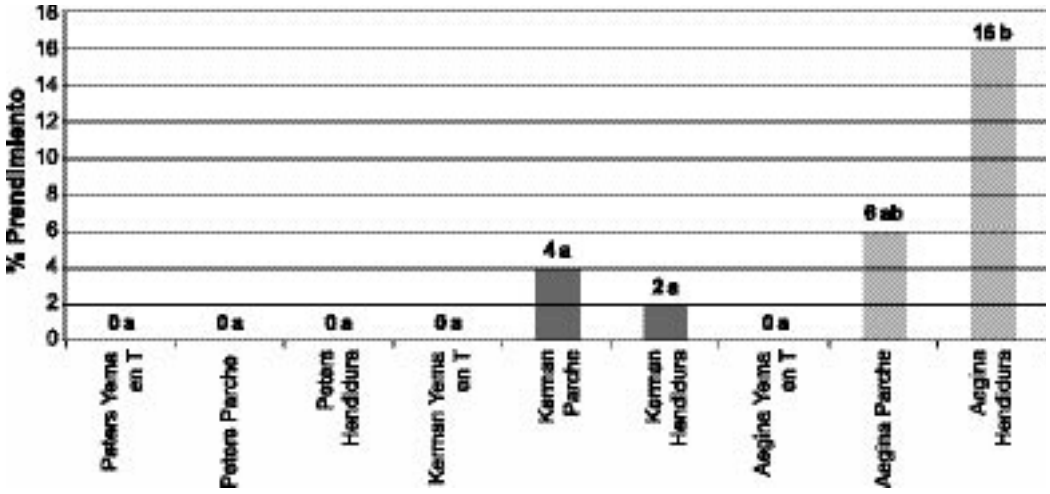


FIGURA 5. **Corte transversal de la zona de unión del injerto en pistacho var Aegina con injerto tipo hendidura apical.**

FIGURE 5. **Cross section of pistachio cv. Aegina wedge graft.**

Ensayo III. Injertación de mediados de diciembre:

La variedad Aegina con injerto de hendidura apical presentó el mejor resultado con un 16% de prendimiento, no se observó diferencia significativa con el injerto de parche (6%) de la misma variedad. La variedad Peters no presentó desarrollo con ningún tipo de injerto y no se observó desarrollo del injerto tipo yema en T con ninguna variedad (Figura 6).



*Letras iguales no presentan diferencias significativas entre si (z≤1,96) según test de proporciones.

FIGURA 6. **Efecto del tipo de injerto y la variedad de pistacho (P. vera) sobre el prendimiento (%) en injertación de mediados de diciembre.**

FIGURE 6. **December grafting: Effect of types of grafting and varieties of pistacho (P. vera) on successful graft (%).**

A pesar que en esta época las temperaturas son favorables para el desarrollo del injerto, el muy bajo prendimiento se pudo deber a una deshidratación del material vegetal (yemas y púas) utilizado al momento de injertar, ya que en diciembre se produjeron temperaturas elevadas. Como se puede observar en la Figura 6 fueron muy pocas las plantas que prendieron, por lo que nunca se rebajaron los portainjertos. De esta manera, lo más probable es que el crecimiento de la temporada se potenció en los brotes que estaban sobre el injerto. Por otra parte, el material para la injertación se obtuvo de plantas madres ya en producción, y en esta fecha las plantas estaban con fruta en las ramillas, por lo tanto el material vegetal obtenido se encontraba desequilibrado hormonal y nutricionalmente debido a la carga productiva de las plantas.

Los tratamientos donde se utilizó yema en T no presentaron desarrollo, posiblemente debido a que el injerto de yema en T genera una zona de contacto cambial mínima, bajando las probabilidades de unión entre la variedad y el portainjerto.

CONCLUSIONES

A principios de otoño, la injertación sobre *P. terebinthus* en general presentó un bajo prendimiento. La variedad Kerman con injerto de astilla y la variedad Peters con injerto de parche y astilla, fueron los tratamientos que presentaron los mayores porcentajes de prendimiento (entre 32 y 20%). La variedad Aegina presentó un nulo prendimiento en los tres tipos de injerto utilizados, al igual que todos los injertos con yema en T realizados en esta época.

A mediados de agosto la injertación sobre *P. terebinthus* presentó un prendimiento parcial. Destacándose con los mayores porcentajes de prendimiento los injertos de empalme lateral con variedad Kerman (56%) y Peters (50%), y el de hendidura apical en las mismas variedades con 34 y 38%, respectivamente. La variedad Aegina presentó un porcentaje de prendimiento muy bajo con los tres tipos de injerto.

En la injertación de diciembre el prendimiento fue muy bajo, obteniendo en la variedad Aegina con injerto de hendidura apical un 16% de prendimiento, los demás tratamientos presentaron un porcentaje de prendimiento bajo el 6%. La variedad Peters no presentó desarrollo con ningún tipo de injerto y no se observó desarrollo del injerto tipo yema en T con ninguna variedad.

En la observación a nivel anatómico de la zona de unión de los injertos que se desarrollaron activamente hasta el final de las evaluaciones, se visualizó (120 días después de la injertación de agosto) que la formación y organización del tejido cambial en la unión se había completado y que estaba comenzando el desarrollo de la última etapa de la unión, que es la conexión vascular.

LITERATURA CITADA

ALETA, N.; NINOT, D.; ROUSKAS, D.; ZAKINTHINOS, G.; AVANZATO, D. et A. MENDES GASPAR. 1997. La multiplication du pistachier. In Germain Ed. Amelioration d'espèces à fruits à coque: noyer, amandier, pistachier. Zaragoza: CIHEAM-IAMZ. p: 121-132.

GIL, G. 1997. El potencial productivo. 3ª Edición. Santiago, Universidad Católica de Chile. 341p.

HARTMANN, H y D. KESTER. 1988. Propagación de plantas. México D.F., Continental. 760p.

_____., _____. y F. DAVIS. 1990. Plant Propagation, Principles and Practices. New Jersey, Prentice-Hall. 647p.

LEMUS, G. 2004. El cultivo del pistacho. V Región, Instituto de Investigaciones Agropecuarias. 37p.

REINOSO, D. 1972. El pistachero o alfonsigo. Madrid, Ministerio de Agricultura. 16p.

VARGAS, F.J., ROMERO, M. y N. ALETA. 1989. Injertado del pistachero. Fruticultura profesional, 23: 19-23.

EFECTO DEL CINCELADO DE UN SUELO MOLLISOL MANEJADO EN CERO LABRANZA Y LABRANZA CONVENCIONAL[1]

Chisel plow effect in a mollisol cultivated with no tillage and conventional tillage

ALBERTO ALDEA L., PAOLA SILVA C., EDUARDO MARTÍNEZ H., MAURICIO ORTIZ L. y EDMUNDO ACEVEDO H.

Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas. Departamento de Producción Agrícola. Laboratorio de Relación Suelo-Agua-Planta. Av. Santa Rosa 11.315, Santiago, Chile. Casilla 1004. E-mail: eacevedo@uchile.cl

RESUMEN

El manejo continuo del suelo con cero labranza (NT) puede generar una compactación del suelo cercano a la superficie. Esta compactación obliga a muchos agricultores a cincelar el suelo transcurridos algunos años de manejo con NT. Se evaluó el efecto del cincelado del suelo (CS) en el rendimiento de trigo y algunas propiedades físicas de un suelo aluvial de Santiago de Chile (Entic Haploxeroll, Serie Santiago) manejado con NT y labranza convencional (CT). El CS se realizó en 2004, al quinto año de manejo en la mitad de las parcelas de NT y CT, configurando un diseño de parcelas divididas, donde la parcela principal es el sistema de labranza y la subparcela el cincelado del suelo. En los primeros 15 cm del suelo la impedancia mecánica horizontal y vertical fue mayor en CT sin CS con respecto a los otros tratamientos. Se encontró una menor temperatura en el suelo manejado con NT respecto a CT. También, la temperatura del suelo fue menor en los tratamientos sin cincelar. La densidad aparente, el contenido de agua y el diámetro ponderado medio de los agregados del suelo aumentó en NT respecto a CT y no se encontró un efecto claro del CS. El CS tuvo un efecto temporal sobre la velocidad de infiltración de agua en ambos sistemas de labranza, alcanzando un mayor valor en las parcelas cinceladas al momento de la siembra. Sin embargo, al momento de floración y cosecha no se encontraron diferencias de velocidad de infiltración atribuibles a los sistemas de labranza o al CS. No se encontraron efectos del sistema de labranza y el CS sobre el rendimiento de trigo duro.

PALABRAS CLAVE: *Siembra directa, labranza mínima, trigo duro, propiedades físicas del suelo.*

ABSTRACT

No tillage (NT) may result in soil compaction. As a result many farmers chisel the soil after some years of NT. We evaluated the effect of soil chiselling (CS) on the physical properties of a soil (Entic Haploxeroll) and on wheat yield in Central Chile. The soil was managed with NT and with conventional tillage (CT). Soil chiselling was performed after five years of NT and CT splitting the plots of a long term tillage trial. The vertical and horizontal soil mechanical impedance of the upper 15 cm of soil was found to be higher in the CT treatment without chiselling. The upper soil temperature of the NT treatment was lower than the CT treatment and it

[1]Trabajo financiado por el convenio SIRSD SAG-INDAP.

was even lower in the treatments without chiselling. The bulk density, the soil water content and the mean weighted diameter of the soil aggregates increased under NT compared to CT but there was no effect of chiselling. Chiselling had a temporary effect on the soil water infiltration rate of the two tillage treatments. The soil water infiltration rate was much higher in the chiselled treatments when it was measured after sowing, early in the season. At flowering and harvest of the wheat crop, however, there were no differences in soil water infiltration rate among any of the tillage treatments. No effect of tillage or chiselling was found on wheat yield.

KEY WORDS: *Zero tillage, direct drilling,durum wheat, soil physical properties.*

INTRODUCCIÓN

La implementación continua de NT después de CT genera cambios en las propiedades físicas del suelo. En distintos suelos manejados con NT se informa un aumento en la densidad aparente (Da) (Soane, 1975; Agboola, 1981; Apezteguía y Sereno, 2002). Sin embargo, en dos suelos, Udertic Paleustoll y Pachic Paleustoll, manejados por nueve años con NT Dao (1996) encontró una disminución en la Da al final de la temporada cultivada con trigo. La porosidad del suelo disminuye por efecto del laboreo del suelo (Acevedo y Martínez, 2003). Sin embargo esta disminución es temporal y genera una menor continuidad de poros (Ellies, 2003). Lal y Vandoren (1990), Ghuman y Sur (2001) y Shukla *et al.,* (2003) encontraron una mayor velocidad de infiltración estabilizada (VIE) en NT con respecto a CT. Por el contrario, Reyes (2002) y Valle (2004) en un suelo Entic Haploxeroll encontraron una mayor VIE en CT respecto a NT. Soane (1975), Rhoton (2000), Opoku *et al.,* (1997) y Lampurlanés y Cantero-Martínez (2003), observaron una mayor impedancia mecánica en NT con respecto a CT. Varios autores han informado una mayor estabilidad de los agregados en NT con respecto a CT (Beare *et al.,* 1994; Vyn *et al.,* 1998; Ellies, 2003; Rhoton, 2000; Reyes 2002; Valle, 2004). También se han observado contenidos de humedad mayores en NT (Agboola, 1981; Vyn *et al.,* 1998). La compactación del suelo genera una disminución del espacio poroso reduciendo la aireación y el drenaje libre del agua (Acevedo y Martínez, 2003). La disminución de la aireación del suelo afecta el desarrollo de las raíces de los cultivos (Erickson, 1982) y la disminución del drenaje del suelo favorece el desarrollo de enfermedades fungosas generando una disminución en el rendimiento.

En relación con el rendimiento, se han informado resultados contrastantes. Fuentes *et al.,* (2003) en un suelo Ultic Haploxeroll no encontró diferencias consistentes en rendimiento de trigo blanco de invierno atribuibles al manejo del suelo. En un suelo Pachic Haploboroll manejado durante tres años no se encontraron diferencias significativas en la segunda y tercera temporada en el rendimiento de trigo primaveral manejado con labranza convencional, mínima y cero (Merril *et al.,*1996). Lawrence *et al.,* (1994) observó un aumento en el rendimiento en grano de trigo de invierno en un suelo Typic Natrustalf manejado con NT con respecto a CT. En un suelo Typic Hapludalf de India el rendimiento de maíz disminuyó en NT en seis años de manejo, con respecto a CT; sin embargo, el rendimiento de trigo, en el mismo período no presentó diferencias significativas (Acharya y Sharma, 1994). Por otro lado, Wilhelm y Wortmann (2004) encontraron en un suelo Typic Argiudoll durante 16 años, un menor rendimiento de grano de maíz en NT con respecto a CT.

El cincelado del suelo (CS) también se conoce como labranza vertical y su principal característica es soltar el suelo sin invertir ni mezclar las distintas capas del perfil (Riquelme y Carrasco, 1991). Este sistema per-

mite una mejor protección del suelo contra la erosión, dado que el rastrojo queda cerca o en la superficie, se evita la formación de una estrata impermeable o pie de arado, y se mejora, la infiltración del agua en el suelo (Acevedo y Silva, 2003). La información del efecto del cincelado esporádico de un suelo manejado continuamente con NT, es escasa, e incluso pareciera contra producente con el propósito de no labrar el suelo.

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto del cincelado del suelo en el rendimiento de trigo y propiedades físicas de un suelo Mollisol manejado por cinco años con CT y NT.

MATERIALES y MÉTODOS

Antecedentes de clima y suelo

El estudio se realizó en la Estación Experimental de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile (33° 34' de latitud sur, 70° 38'de longitud oeste y 608 m.s.n.m.). El suelo en estudio pertenece a la serie Santiago. La serie Santiago es un miembro de la familia franca gruesa sobre arenosa esqueletal, mixta, térmica de los Entic Haploxerolls (Mollisol) (CIREN, 1996). Las parcelas experimentales presentan una profundidad media (60 cm) y textura arcillo arenosa. El clima es templado mesotermal estenotérmico mediterráneo semiárido, con veranos secos y cálidos e inviernos fríos; la temperatura máxima media de 28 °C ocurre en enero, y la mínima media de 4,4 °C en el mes de julio. La precipitación es invernal con una media anual de 419 mm y un período seco de 8 meses de septiembre a abril (Santibáñez y Uribe, 1990).

Manejo agronómico

El trigo *(Triticum turgidum L. spp. durum)*, cultivar Llareta-INIA, se sembró en cero labranza sobre rastrojo de maíz del cultivo anterior previamente picado y distribuido homogéneamente sobre el suelo. La siembra se realizó el 1 de julio de 2004 con máquina sembradora (Semeato SHM13/15). Previo a la siembra en labranza tradicional se incorporó el rastrojo con arado de vertedera seguido de dos pasadas con rastra de disco. Al quinto año de manejo se cinceló la mitad de la superficie de las parcelas de CT y NT con arado cincel de tipo integral de vástagos curvos hasta una profundidad de 20 cm. Se fertilizó con 150 Kg N ha^{-1} en forma de urea, aplicando el 40 % en la siembra y el 60 % en el estado de macolla o 25 de Zadoks et al. (1974) y 80 kg ha^{-1} de P_2O_5 como superfosfato triple al momento de la siembra en la hilera. Para el control de malezas, en NT se aplicó 4 L ha^{-1} de glifosato (Roundup) previo a la siembra. En NT y CT en macolla se aplicó flucarbazone sódico (Vulcano) para el control de gramíneas y metsulfuron metil (Aliado) para control de malezas de hoja ancha. Para el control de áfidos se aplicó 1,5 L ha^{-1} de clorpirifos (Troya) en macolla. El cultivo fue regado por aspersión según balance hídrico del suelo. La evapotranspiración de referencia se estimó con evaporación de bandeja clase "A" multiplicada por un coeficiente de bandeja apropiado y por un coeficiente de cultivo estimado según cobertura del suelo. El cultivo se cosechó durante la última semana de diciembre de 2004.

Mediciones

Se registró la fecha de siembra, emergencia, madurez fisiológica y cosecha. Se obtuvo el rendimiento y sus componentes: peso seco de los 1000 granos, espigas m^{-2}, granos m^{-2}, granos $espiga^{-1}$ y gramos de grano $espiga^{-1}$ de temporada 2004-2005.

En el suelo se midió impedancia mecánica en sentido vertical y horizontal con penetrómetro de bolsillo (Bradford, 1986) en el estado de macolla. Se calculó el coeficiente de descanso como el cuociente entre la impedancia horizontal y la impedancia

vertical. Además, se midió la densidad aparente por el método del cilindro (Blake y Hartge, 1986) al momento de la cosecha. La velocidad de infiltración se midió por el método del cilindro de doble anillo (Bouwer, 1986) al momento de la siembra, floración y cosecha. La estabilidad de los agregados se determinó por el método de tamizado en húmedo (Yoder, 1965 adaptado por Valle, 2004) a partir de muestras de suelo extraídas en la cosecha, se utilizó el diámetro ponderado medio (DPM) de los agregados como indicador de estabilidad estructural:

$$DPM = \sum_{i=1}^{n} x_i w_i$$

Donde x_i es el diámetro medio de los agregados y w_i es la masa seca del suelo rescatado en cada clase de tamaño de agregados.

Además, por gravimetría (Gardner, 1965) se midió el contenido de humedad del suelo cada 15 días durante todo el período del cultivo.

La temperatura del suelo se midió en el mes de noviembre durante cinco días seguidos, a las 13:00 horas, en época de floración del trigo, estado 60 (Zadoks *et al.*, 1974). Se utilizó un termómetro digital. La velocidad de infiltración del suelo se determinó en la superficie del suelo. El DPM, la impedancia horizontal, impedancia vertical y la temperatura del suelo fueron medidas a tres profundidades: 0 a 2 cm, 2 a 5 cm y 5 a 15 cm. La densidad aparente del suelo se midió de 0 a 2 cm, 2 a 5 cm, 5 a 15 cm y 15 a 30 cm de profundidad. Además, el contenido de humedad del suelo se determinó de 0 a 2 cm, 2 a 5 cm, 5 a 15 cm y 15 a 30 cm, 30 a 45 cm y 45 a 60 cm de profundidad.

Análisis estadístico

Los datos fueron analizados mediante análisis de varianza, covarianza y correlación. Se utilizó un diseño de parcelas divididas con tres repeticiones, donde la parcela principal (10 m por 40 m) fue el sistema de labranza (cero labranza y labranza convencional) y la subparcela fue el cincelado del suelo (con cincel y sin cincel). La profundidad de muestreo se consideró como un factor fijo. Las propiedades del suelo medidas en distintas profundidades (0 a15 cm) fueron analizadas mediante un análisis combinado de varianza sobre los niveles de profundidad. Para la VIE se realizó un análisis de varianza para cada período de siembra, floración y cosecha.

RESULTADOS

La densidad aparente, la impedancia horizontal y vertical del suelo tuvieron interacción entre el sistema de labranza (SL) y el cincelado del suelo (CS). Las impedancias horizontal y vertical fueron mayores en CT sin cincel (Cuadro 1). Sin embargo el coeficiente de descanso del suelo no presentó diferencias atribuibles a los tratamientos alcanzando un valor medio de 0,93. Suelos con valores de coeficiente de descanso mayores a 0,7 tienen niveles de compactación importantes que podrían afectar el desarrollo de las raíces de los cultivos (Hartge, 2001).

Para la temperatura del suelo, no se encontraron interacciones entre SL, CS y profundidad de mustreo. En los primeros 15 cm de profundidad se encontró una menor temperatura en el suelo manejado con NT (20,4 °C) respecto a CT (22,2 °C). También, la temperatura del suelo fue menor en los tratamientos sin cincelar. El Cuadro 1 muestra que el cincelado del suelo generó un aumento en la densidad aparente, al momento de la cosecha, cuando el suelo fue manejado en cero labranza. En el Cuadro 1 no se muestran los niveles de profundidad debido a que este factor no generó interacciones significativos ($p \leq 0,05$) de interés sobre la densidad aparente y la impedancia del suelo horizontal y vertical.

Cuadro 1. **Efecto del sistema de labranza y el cincelado del suelo en la impedancia horizontal, impedancia vertical y densidad aparente del suelo.**

Table 1. **Tillage system and chisel plow effect on horizontal soil strength, vertical soil strength and soil bulk density.**

	Cero labranza		*Labranza convencional*	
Propiedad del suelo	*Con cincel*	*Sin cincel*	*Con cincel*	*Sin cincel*
Impedancia horizontal (Kg cm^{-2})	2,15 bc	1,97 c	2,49 b	3,12 a
Impedancia vertical (Kg cm^{-2})	2,47 b	2,27 b	2,45 b	3,17 a
Densidad aparente (g cm^{-3})	1,47 a	1,35 bc	1,3 c	1,42 ab

Letras representan la diferencia mínima significativa (DMS) entre las medias de las columnas con una probabilidad de error de ($p \leq 0,05$). Los valores mostrados corresponden al promedio ponderado de las propiedades en profundidad.

Se encontró interacción entre el sistema de labranza y la profundidad de muestreo para el DPM, la densidad aparente y el contenido medio de agua del suelo en el período de crecimiento. En NT el DPM y la Da aumentó en los primeros centímetros del suelo (Cuadro 2).

El contenido de agua del suelo tendió a aumentar en todo el perfil de suelo en NT comparado con CT, durante la temporada de crecimiento del trigo y no se encontró un efecto significativo del cincelado (Cuadro 2).

Cuadro 2. **Efecto del sistema de labranza en el diámetro ponderado medio de los agregados, densidad aparente y contenido gravimétrico de agua en el suelo.**

Table 2. **Tillage system effect on mean weight diameter, bulk density and gravimetric soil wate content.**

Sistema de labranza	*Profundidad (cm)*	*Diámetro ponderado medio (mm)*	*Densidad aparente (g cm^{-3})*	*Contenido de agua (g g^{-1})*
Cero labranza	0-2	1,09 a	1,45 a	0,22 a
	2-5	0,67 b	1,45 a	0,21 ab
	5-15	0,59 b	1,43 a	0,20 bc
	15-30		1,36 ab	0,19 cd
	30-45			0,18 d
	45-60			0,19 cd
Labranza convencional	0-2	0,42 b	1,26 b	0,11 g
	2-5	0,68 b	1,26 b	0,14 f
	5-15	0,48 b	1,43 a	0,16 e
	15-30		1,38 ab	0,16 e
	30-45			0,15 e
	45-60			0,15 e

Letras representan la diferencia mínima significativa (DMS) entre las medias de las filas con una probabilidad de error de ($p \leq 0,05$).

La velocidad de infiltración estabilizada luego de cuatro horas fue mayor en NT y CT con CS al momento de la siembra, pero no hubo diferencias en floración y cosecha entre los sistemas de labranza y el cincelado del suelo (Cuadro 3).

Cuadro 3. **Efecto del sistema de labranza y el cincelado del suelo en la velocidad de infiltración estabilizada (VIE) en siembra, floración y cosecha.**

Table 3. **Tillage system and chisel plow effect on stabilized infiltration rate measured at sowing, flowering and harvest.**

	Cero labranza		*Labranza convencional*	
Velocidad de infiltración estabilizada (cm h-1)	*Con cincel*	*Sin cincel*	*Con cincel*	*Sin cincel*
En siembra	11,45 a	2,64 b	11,87 a	4,17 b
En floración	1,10 a	1,06 a	2,88 a	5,96 a
En cosecha	3,54 a	4,42 a	5,23 a	3,70 a

Letras representan la diferencia mínima significativa (DMS) entre las medias de las columnas con una probabilidad de error de ($p \leq 0,10$).

Es probable que en los sistemas de NT y CT durante el período de siembra, el cincelado del suelo favorezca flujos preferenciales de agua incrementando la velocidad de infiltración de agua en el perfil del suelo (Hendrickx y Flury, 2001). Sin embargo, los resultados mostrados en el Cuadro 3, sugieren un efecto transitorio del cincelado del suelo sobre la velocidad de infiltración estabilizada, en ambos sistemas de labranza. Este efecto transitorio podría explicarse por un asentamiento del suelo debido a los ciclos de humectación y desecamiento propio de las labores del riego en el campo.

El rendimiento medio del cultivo de trigo aumentó solo a nivel de tendencia en CT (4368 kg ha^{-1}) con respecto a lo encontrado en NT (3239 kg ha^{-1}). No hubo diferencias en el rendimiento de trigo atribuibles al cincelado del suelo.

CONCLUSIONES

El cincelado realizado en un suelo con cinco años de cero labranza y labranza convencional afectó algunas propiedades del suelo como densidad aparente, impedancia mecánica, temperatura y velocidad de infiltración. El contenido de agua y diámetro ponderado medio de los agregados fue mayor en cero labranza que en labranza convencional, pero el cincelado del suelo no afectó estas propiedades. La velocidad de infiltración a la siembra del trigo fue mayor en los tratamientos cincelados, sin embargo no hubo diferencia a floración y a cosecha. No hubo efecto del cincelado del suelo sobre el rendimiento de un cultivo de trigo duro.

LITERATURA CITADA

ACEVEDO, E y E. MARTINEZ. 2003. Sistema de labranza y productividad de los suelos. In: Acevedo, E. Sustentabilidad en cultivos anuales. Cero Labranza manejo de rastrojos. Serie Ciencias Agronómicas N° 8. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 184 p.

ACEVEDO, E. y P. SILVA. 2003. Agronomía de la cero labranza. Serie Ciencias Agronómicas N° 10. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 132p.

ACHARYA. C. L., and P. D. SHARMA.1994. Tillage and mulch effects on soil physical environment, root growth, nutrient uptake and yield of maize and wheat on an Alfisolin north-west India. Soil Till. Res. 32: 291-302.

AGBOOLA, A. A. 1981. The effects of different soil tillage and management practice on physical and chemical properties of soil and maize yield in a rain forest zone of Western Nigeria. Agronomy Journal 73 (2): 247 - 251.

APEZTEGUÍA, H. y R. SERENO. 2002. Influencia de los sistemas de labranza sobre la cantidad y calidad del carbono orgánico del suelo. Agricultura Técnica. 62(3):418-426.

BEARE, M. H., P.F. HENDRIX. and D. C. COLEMAN. 1994. Water-Stable Aggregates and Organic Matter Fractions in Conventional and No-Tillage Soils. Agronomy Journal. 58. 777-786.

BLAKE G. R and K. H. HARTGE. 1986. Bulk density. In: A. Klute (Ed.). Methods of soil analysis. Phisical and mineralogical methods. Second edition. Number 9 (part 1) in the series Agronomy. Madison, Wisconsin USA. Pp: 363-376.

BOUWER, H. 1986. Intake rate: cilinder infiltrometer. In: A. Klute (Ed.). Methods of soil analysis. Phisical and mineralogical methods. Second edition. Number 9 (part 1) in the series Agronomy. Madison, Wisconsin USA. Pp: 825-844.

BRADFORD, J. M. 1986. Penetrability. In: A. Klute (Ed.). Methods of soil analysis. Phisical and mineralogical methods. Second edifico. Number 9 (part 1) in the series Agronomy. Madison, Wisconsin USA. Pp: 463-478.

CIREN. 1996. Descripción de suelos materiales y símbolos. Estudio de suelos de secano Regiones Quinta y Metropolitana. Santiago de Chile. 132 p.

DAO, T. H, 1996, Tillage system crop residue effect on surface compaction of a Paleustoll. Agronomy Journal. 88.141-148.

ELLIES, A. 2003. Efectos del manejo de suelo sobre las propiedades estructurales, p. 147- 154. En: Manejo Sustentable de Suelos Chilenos. Universidad de Concepción, Sociedad de Ciencias del Suelo, Fondo de Fomento al Desarrollo, Científico y Tecnológico- CONICYT. 302 p.

ERICKSON, A. E. 1982. Tillage effects on soil aeration. In: Predicting tillage effects on soil physical properties and processes. ASA Special publication number 44. American Society of Agronomy Soil Science Society of America. Madison, Wisconsin USA. 91-104 p.

FUENTES J. P., M. FLURY, D.R. HUGGINS, and D.F. BEZDICEK. 2003. Soil water and nitrogen dynamics in dryland cropping systems of Washington State, USA. Soil. Soil Till. Res. 71: 33-47.

GARDNER, W.H. 1965. Water content. In: C.A. Black (Ed.) Methods of son analysis. Physical and mineralogical properties, including statistics of measurement and sampling. Number 9 (Part 1) in the series Agronomy. Madison, Wisconsin USA. pp: 82-125.

GHUMAN, B. S. and H. S. SUR. 2001. Tillage and residue management effects on soil properties and yields on rain fed maize and wheat in a sub-humid subtropical climate. Soil Till. Res. 58:1-10.

HARTGE, K. H. 2001. Physical state of soil and it's evaluation by sophisticated use of simple equipment. Soil Science and Plant Nutrition. 1: 41 – 47.

HENDRICKX, J.M.H. and M. FLURY. 2001. Uniform and preferencial flow mechanisms in the vadose zone. In: National Research Council (Ed.). Conceptual models of flow and transport in the fractured vadose zone. Pp:149 – 187.

LAL, R. and D. M. VANDOREN, JR. 1990. Influence of 25 years of continuous corn production by three tillage methods on water infiltration for two soils in Ohio. Soil Till. Res. 16: 71-84.

LAMPURLANÉS, J. and C. CANTERO-MARTINEZ. 2003. Soil bulk density and penetration resistance under different tillage and crop management system and their relationship with barley root growth. Agron. J. 95: 526-536.

LAWRENCE, P.A., B.J. RADFORD, G.A. THOMAS, D.P. SINCLAIR, and A.J. KEY. 1994. Effect of tillage practices on wheat performance in a semi- arid environment. Soil Till. Res. 28. 347-364.

MERRIL, S.D., A.L. BLACK and A. BAUER. 1996. Conservation tillage affects root growth of dryland spring wheat under drought. Soil Sc. Soc. Am. J. 60: 575-583.

OPOKU, G., T.J. VYN and C. J. SWNTON. 1997. Modified no-till systems for corn following wheat on clay soils. Agronomy Journal 89: 549-556.

REYES, J. 2002. Efecto de cuatro temporadas de cero labranza y manejo de rastrojos en las condiciones físicas y químicas de un suelo Aluvial de la Zona Central de Chile. Tesis Ing. Agr., Santiago, Chile, Universidad Mayor. Facultad de Ciencias Silvoagropecuarias 156 p.

RIQUELME J. y J. CARRASCO. 1991. El arado cincel. Maquinaria: preparación de suelos. IPA La Platina 63: 40-47.

RHOTON, F. E. 2000. Influence of Time on Soil Response to No- Till Practices. Soil Sc. Soc. Am. J. 64: 700-709.

SANTIBÁÑEZ F. y J. M. URIBE. 1990. Atlas agroclimático de Chile. Regiones Quinta y Metropolitana. Santiago, Chile. Universidad de Chile. Fac. de Ciencias Agrarias y Forestales, Dep. de Ingeniería de Suelos, 65 p.

SHUKLA, M.K., R. LAL, L.B. OWENS and P. UNKEFER. 2003. Land use management impacts on
Structure and infiltration characteristics of soils in the north Appalachian region of Ohio, Soil Sci. 168 (3): 167-177.

SOANE, B. D, 1975. Studies on Some Soil Physical Properties in Relation to Cultivations and Traffic, p. 160-175. In: Soil Physical conditions and crop production. U.K. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. London. England. 505p.

VALLE, S.R. 2004. Efecto de la labranza cero en el crecimiento radical del trigo. Tesis Ing. Agr., Santiago, Chile, Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas. Escuela de Agronomía.47 p.

VYN, T. G. OPOKU and C. J. SWANTON. 1998. Residue Management and Minimum Tillage Systems for Soybean following Wheat. Agronomy Journal. 90. 131-138.

WILHELM, W.W., and C.S. WORTMANN. 2004. Tillage and rotation interactions for corn and soybean grain yield as affected by precipitation and air temperature. Agronomy Journal 96:425-432.

ZADOKS J. C., T.T. CHANG and C.F. KONZAK. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. Weed Research. 14: 415 – 421.

EVALUACIÓN DE RENDIMIENTO, CALIDAD INDUSTRIAL Y DESARROLLO DEL HÍBRIDO BS-5620 DE MAÍZ REVENTÓN (ZEA MAYS L. EVERTA) EN RINCONADA DE MAIPÚ.

EVALUATION OF YIELD, INDUSTRIAL QUALITY AND DEVELOPMENT OF POPCORN'S HYBRID BS-5620 AT RINCONADA DE MAIPÚ

XIMENA LÓPEZ C. y GEANNINA PALMA L.

Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Santa Rosa 11.315, Santiago, Chile. Casilla 1004. E-mail: xlopez@uchile.cl

RESUMEN

El objetivo de esta investigación, fue evaluar desarrollo, rendimiento y calidad industrial de *Zea mays everta*, Híbrido BS 5620, durante la temporada 2006-2007.
El ciclo del cultivo desde siembra a cosecha fue de 162 días y la suma de unidades calóricas fue de 1.558,7 ºD.
El rendimiento alcanzado por el cultivo fue de 12.170 kg ha^{-1}.
En calidad industrial se obtuvieron 40 cm^3 g^{-1} de volumen de expansión, lo cual es considerado como aceptable y 0 % de granos no explosados, lo cual es considerado como excelente, según las normas establecida a nivel internacional.

PALABRAS CLAVES: *Volumen de expansión, porcentaje de explosión.*

SUMMARY

The objective of this research was to evaluate development, yield and industrial quality of popcorn's hybrid BS-5620 during the 2006-2007 seasons.
The crop cycle from seed-planting to harvest were 162 days and the amount of degree-days were 1.558,7 ºD.
The total yield obtained by the crop was 12.170 kg ha^{-1}.
The quality results were 40 cm^3 g^{-1} of expansion volume which is considered acceptable and 0 % of unpopped kernels considered excellent by the international rules.

KEY WORDS: Expansion volume; unpopped kernel.

INTRODUCCIÓN

El maíz, *Zea mays* L., es utilizado tanto en alimentación humana como animal, pudiendo obtenerse numerosos productos a partir de las distintas variedades botánicas cultivadas (Faiguenbaum, 2003).
Una de las variedades para consumo humano es *Zea mays everta* (maíz reventón). Tiene la característica de tener un grano duro y difiere del maíz dentado y de otros granos suaves en dos aspectos. El primero es que el grano contiene almidón duro casi en su totalidad. El segundo es que tiene un pericarpio muy duro y capas de endosperma que le permiten soportar altas presiones y altas temperaturas. El contenido de humedad al interior del grano es de aproximadamente 14 %. Al calentar el grano de maíz, la presión y la temperatura aumentan en su interior y se produce el estallido de los núcleos de almidón de adentro hacia fuera (Cretors, 2006).
El BS-5620 es un híbrido simple, desarrollado por semillas Basso S.A. Argentina. El rendimiento por hectárea varía para cada

zona y depende de la adaptación de los híbridos utilizados y corresponde aproximadamente entre un 55-60 % de lo que produce un maíz para granos (Maizar, 2006).
A nivel mundial los rendimientos fluctúan dentro de un amplio rango debido a factores ambientales, genéticos y de manejo.
En el ámbito nacional se han creado empresas dedicadas a la producción de maíz reventón, enfocadas principalmente a la exportación de productos con valor agregado.
Chile presenta excelentes condiciones edafoclimáticas y posee una favorable ubicación geográfica, además dispone de amplias garantías sanitarias (PROCHILE, 2005). Se adapta a variadas condiciones climáticas debido a su gran diversidad genotípica. No obstante, este cultivo expresa su máximo potencial productivo en ambientes con períodos libres de heladas entre 120 y 180 días y de elevada amplitud térmica y radiación incidente. Las temperaturas diurnas elevadas (alrededor de 30 ºC) posibilitan una alta fotosíntesis y las temperaturas nocturnas frescas disminuyen la respiración y retrasan el desarrollo fenológico, prolongando los días de aprovechamiento de la radiación incidente (Echeverría y Sainz, 2004).
El maíz reventón es un potencial negocio que se presenta como una alternativa económica novedosa de diversificación agrícola para el productor nacional, de ahí la importancia de buscar híbridos que otorguen la posibilidad de competir con el mercado Argentino y con ello dar una alternativa de negocio a los productores de maíz para granos (SAGPyA, 2006).

OBJETIVO

El objetivo de esta investigación fue evaluar desarrollo, rendimiento y calidad industrial de *Zea mays everta*, Híbrido BS 5620, en Rinconada de Maipú.

MATERIALES y MÉTODOS

El ensayo se realizó durante la temporada 2006/2007 en la Estación Experimental Germán Greeve de la Universidad de Chile, Región Metropolitana.
El cultivo se estableció en una parcela con una superficie total de 300 m^2, la cual estaba conformada por 40 hileras de 10 m de largo, distanciadas a 0,75 m y con una distancia sobre hilera de 12,5 cm. La población del ensayo fue equivalente a 106.666 pl ha^{-1}.
Las semillas utilizadas corresponden a un lote de *Zea mays everta*, Híbrido BS 5620 enviadas por semillas Basso S.A., el cual se caracteriza por presentar durante su crecimiento varios hijuelos, prolificidad de 1,86 a 2 mazorcas por planta, volúmenes de expansión del orden de los 44,5 cm^3 g^{-1} y un ciclo completo de 155 días.
El suelo del sector destinado al ensayo corresponde a la Serie Rinconada Lo Vial. Es un suelo de origen aluvial, moderadamente bien drenado y profundo, con 1 a 3 % de pendiente. La profundidad promedio es de 77 cm. Presenta textura franco arenoso. Esta clasificado en clase IIw de capacidad de uso (Comisión Nacional de Riego, 1981).
El clima de la zona es templado mesotermal estenotérmico mediterráneo semiárido. Las temperaturas varían en promedio, entre una máxima de enero de 28,2 ºC y una mínima de julio de 4,4 ºC. El período libre de heladas es de 231 días, con un promedio de 11 heladas anuales. El régimen hídrico presenta una precipitación media anual de 419 mm y un período seco de 8 meses. La zona se caracteriza por presentar veranos calurosos y secos e inviernos fríos, lo que corresponde al clima tipo del valle central (Santibáñez y Uribe, 1992).
La preparación de suelo incluyo aradura y rastrajes. La siembra se realizó en forma manual, en hileras distanciadas a 0.75 m y 8 plantas por metro lineal, abriendo un surco y depositando la semilla a una pro-

fundidad entre 6-7 cm. cubriéndola rápidamente para evitar pérdidas de humedad del suelo, debido a las altas temperaturas de la época.

Mediante el método del balance, se determinó el suministro de nitrógeno requerido por el cultivo. El nitrógeno se aplicó parcializado en forma de urea, 35 % a la siembra en forma localizada y el 65 % restante al estado de ocho hojas en forma manual siendo incorporada con el riego. La dosis de nitrógeno total fue de 295 Kg. ha^{-1}. La dosis de Potasio fue de 50 Kg. ha^{-1} y se determinó en base al análisis de suelo realizado previamente. El Potasio se aplicó a la siembra en forma de Nitrato de Potasio. No hubo aplicación de fósforo según las recomendaciones del análisis de suelo.

Los requerimientos hídricos se estimaron en base al método de bandeja. Se realizó un riego de presiembra y posteriormente durante el crecimiento del cultivo se regó por surcos manteniendo buenas condiciones de humedad. Los riegos se realizaron más o menos cada 8 días, de acuerdo a los requerimientos del cultivo según su estado fenológico y las condiciones climatológicas.

Para controlar las malezas se realizó una aplicación de Atrazina 500 SC en dosis de 1 L ha^{-1} en el estado V4 del cultivo y posteriormente se efectuaron limpias manuales y con azadones, manteniendo el cultivo sin malezas hasta la cosecha.

Al establecimiento del cultivo se aplicó Clorpirifos en forma granular (Lorsban 15 G), en dosis 14 kg ha^{-1} de producto comercial para prevenir posibles ataques de gusanos cortadores y barrenadores. Al estado V3 del cultivo se aplicó Permetrina EC (Pounce) en dosis de de 250 cc/ 300 L agua por hectárea, de producto comercial para el control de del gusano barrenador. El gusano del choclo fue controlado con Permetrina EC (Pounce), en dosis de 250 cc/ 300 L. La primera aplicación se efectuó en estado R2 y cuatro días después se realizó una segunda aplicación.

El momento de cosecha se determinó en base a mediciones de humedad de los granos mediante el método de estufa (70 ºC hasta obtener un peso constante de los granos). Al momento de obtener en campo un 20 % de humedad, éstos fueron cosechados manualmente.

Evaluaciones

Al estado de dos hojas del cultivo, se marcaron al azar un total de 60 plantas que estuvieran en competencia perfecta para las evaluaciones de materia seca. Además se marcaron 4 grupos de 10 plantas que estuvieran en competencia perfecta para evaluar rendimiento y calidad.

Las evaluaciones de crecimiento del cultivo se realizaron en diferentes estados de la planta. Las mediciones se efectuaron en paralelo con la medición de materia seca, utilizando las mismas plantas para ambos fines.

Para evaluar el desarrollo del cultivo se realizaron observaciones periódicas para determinar la ocurrencia de los estados fenológicos (emergencia, estado de 4 hojas, estado de 8 hojas, emisión de panoja, emisión de estilos, madurez fisiológica y cosecha). Mediante el método de Arnold (1980) se determino la temperatura umbral del cultivo, esta correspondió a 10 ºC y con ella se calculo la sumatoria térmica necesaria para alcanzar cada estado fenológico.

El crecimiento de las plantas fue evaluado mediante materia seca total (MST) (en función de los valores obtenidos durante el periodo de crecimiento) y crecimiento relativo (en función de la acumulación relativa de días grado).

El rendimiento se evaluó considerando los siguientes componentes: número de mazorcas por planta, número de granos por mazorca, peso de 1000 granos.

La evaluación de calidad se realizó considerando volumen de expansión y porcentaje de granos no explosados con un 13,8 % de humedad.

CUADRO 1: **Acumulación de días grado para diferentes intervalos de desarrollo.**

TABLE 1: **Degree day's accumulation for selected development intervals.**

Intervalos	*Fecha de ocurrencia*	*No de días desde siembra al estado correspondiente*	*Suma de unidades calóricas (ºD)*
Fecha de siembra	18-Nov-2006	--	--
Emergencia	23-Nov-2006	5	60,50
Estado de 4 hojas	6-Dic-2006	18	186,70
Estado de 8 hojas	28-Dic-2006	40	410,40
Inicio de emisión de panoja	23-Ene-2007	66	735,60
Inicio de emisión de estilos	1-Feb-2007	75	839,85
Madurez fisiológica	23-Mar-2007	125	1.354,00
Cosecha	29-Abr-2007	162	1.558,70

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1 se presentan las fechas registradas para la ocurrencia de los estados fenológicos correspondientes al híbrido BS-5620.

En el Cuadro 1 se puede observar que el ciclo completo del cultivo fue de 162 días y las unidades calóricas acumuladas fueron de 1.558,70 ºD.

El ciclo del maíz se divide en dos fases: una vegetativa que va desde la emergencia hasta la aparición de los estilos en la mazorca, y una reproductiva que comienza con la antesis y culmina con la madurez fisiológica del grano (Hanway, 1963).

El desarrollo de cada una de las etapas durante la temporada, no presentó ningún inconveniente. Al llegar a la fase de polinización, hubo perfecta concordancia entre emisión de panoja y emisión de estilos, presentando una buena fertilización de granos.

La producción de materia seca aérea del cultivo, depende de la tasa de crecimiento de las plantas desde emergencia hasta madurez fisiológica. Durante el estado de diez a doce hojas comienza un rápido y constante incremento de la tasa de acumulación de materia seca que permanece constante hasta cerca de la madurez. Entre el estado de doce hojas a emisión de panoja, la velocidad de desarrollo y la producción de materia seca es mucho mayor que en los estados vegetativos anteriores. En el caso de los granos, la más rápida y constante acumulación de materia seca comienza a producirse en estado R3, la cual persiste hasta llegar a madurez fisiológica (Faiguenbaum, 1990) y (Hanway, 1963). Bajo las condiciones ambientales del sitio del ensayo y el manejo del cultivo, la acmulación de MS fue de 29.258 kg ha^{-1} (Figura 1).

Según SAGPyA (2006), el maíz reventón posee en su estructura genética dos características que se correlacionan en forma inversa: el grosor del tallo y la expansión del grano, es decir, a mayor expansión, menor grosor de tallo y viceversa. Consecuentemente al seleccionar maíces de alto índice de expansión, las plantas obtenidas se caracterizan por presentar tallos débiles, favoreciendo el quebrado de los mismos, a pesar de ello, en este ensayo no se presentaron problemas de tendedura durante la

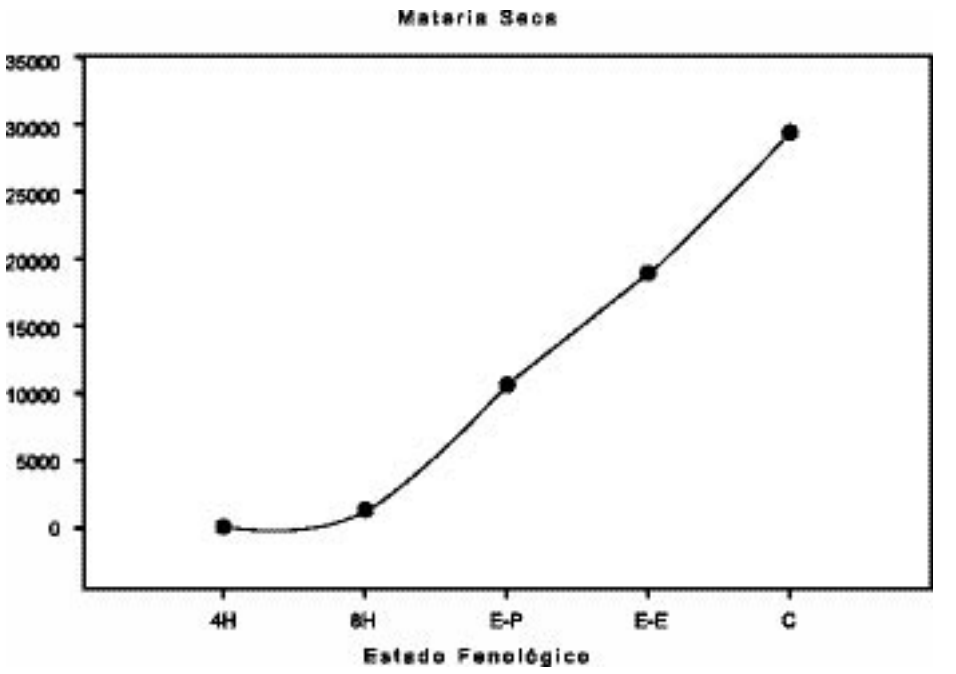


FIGURA 1. **Producción de materia seca a distintos estados fenológicos (kg ha $^{-1}$)**

FIGURE 1. **Dry matter production for selected developmental intervals (kg ha $^{-1}$)**

temporada. Además, no se confirma el hecho de la relación inversa entre diámetro de tallo y volumen de expansión, ya que el resultado de volumen de expansión fue inferior al que se obtiene en Argentina, al igual que el diámetro de tallo. En general, los híbridos de maíz reventón presentan plantas de menor tamaño y tallos menos vigorosas que un híbrido de maíz para grano (Carter *et al.*, 1989).(Cuadro 2).

La altura alcanzada por el híbrido BS-5620 fue de 2,13 m, según esto, se podría considerar que la altura de planta es relativamente menor a un híbrido intermedio de maíz tipo dentado, ya que según Faiguenbaum (2003), la altura promedio de los híbridos intermedios utilizados en el país miden entre 2,5 y 3,0 m.(Cuadro 2).

CUADRO 2. **Promedios de altura de plantas, diámetro del tallo, número de hojas bajo y sobre la mazorca de las plantas.**

TABLE 2 **Average per plant height, stalk diameter and number of leaves above and under the main ear of corn.**

Híbrido Bs 5620	*Altura (cm)*	*Diámetro tallo (cm)*	*No de hojas bajo mazorca*	*No de hojas sobre mazorca*
	213	2,31	8	5

Bajo las condiciones del ensayo, el híbrido BS-5620 presentó un muy alto rendimiento (121,7 q ha^{-1}), comparado con los obtenidos en un ensayo realizado en la Estación Experimental Agropecuaria Balcarce del INTA en conjunto con la empresa Semillas Basso S.A. (2007), (1) donde se evaluó el rendimiento del Híbrido BS-5620 bajo condiciones de riego, con resultados de 93 q ha^{-1}. Este híbrido presenta un alto potencial de rendimiento superando a todos sus competidores.

CUADRO 3. **Promedios de parámetros de rendimientos.**

TABLE 3. **Performance metrics average.**

Parámetros de rendimiento	*Promedio*
Longitud de mazorca (cm)	20
Diámetro de mazorca tercio medio inferior (cm)	3,5
Nº de hileras por mazorca	16
Nº de granos por mazorca	634
Peso de 1.000 granos (g)	120
Nº de mazorcas por planta	1,5
Rendimiento de granos (q ha^{-1})	121,7

En este ensayo se utilizó una mayor densidad de plantas que la recomendada por los creadores del híbrido. A pesar del aumento en la densidad de plantas, no se observó ningún efecto negativo sobre rendimiento de grano. Por otro lado, se pudo apreciar diferencias en el largo de mazorca, ya que se obtuvo 5 cm menos de largo de mazorca en comparación con el ensayo realizado en Argentina, esta diferencia pudo deberse al aumento de población de plantas, ya que según Paratori y Parker (1973), se produce una disminución en el largo de mazorca al aumentar densidad de siembra.

Según González (1978), el largo de mazorca también puede verse afectado por la fecha de siembra, mientras más tarde se realice la siembra, menor será el largo de mazorca. Debido a esto, el número de granos por mazorca también se ve afectado, esta disminución esta relacionada al menor número de granos por hilera que se produce al obtenerse mazorcas de menor longitud (Svecnjak et al., 2006). El número de hileras por mazorca es uno de los parámetros de rendimiento menos afectado por prácticas culturales y uno de los más estables genéticamente (Gokmen *et al.*, 2001). Esto lo confirma Soruco (1996), al no encontrar diferencias en el número de hileras bajo distintas densidades de población. Con respecto a diámetro de mazorca Gutierrez (1992), observó que existe una tendencia a disminuir el diámetro de mazorca al aumentar la población de plantas. Rosselot (1995), también pudo concluir, a través de su ensayo, que el diámetro de las mazorcas tiende a disminuir con fechas de siembras más tardías.(Cuadro 3).

El rendimiento se ve favorecido con siembras tempranas, ya que las plantas pueden acumular más radiación global, debido a la mayor duración del ciclo de desarrollo. Este aumento de rendimiento se debe a que

(1) Comunicación personal)

la floración se produce antes, coincidiendo con el período de mayor intensidad luminosa, por lo que se estaría interceptando de manera más eficiente la radiación y en consecuencia, se produciría una mayor fotosíntesis (Mock y Pears 1975 citado por Muñoz 1991). Según Gandarillas *et al.*, (1968), existe una relación inversa entre el retraso de la fecha de siembra a partir de octubre, y los rendimientos.

El presente ensayo fue sembrado el 18 de noviembre, lo que podría considerarse como una fecha de siembra tardía para la zona en que se estableció el híbrido BS-5620. El peso de mil granos es el componente de rendimiento más afectado en siembras tardías. La disminución en el rendimiento se debe principalmente a una menor acumulación de materia seca por grano dentro de la mazorca, lo cual influye también en un menor peso de grano por mazorca (Muñoz, 1991). En este ensayo el resultado del promedio de 1.000 granos fue de 120 g, resultado inferior al obtenido por ensayos realizados en Argentina, los cuales alcanzaron un promedio de 140 g en 1.000 granos.

Otra característica importante en maíz reventón es la prolificidad. Los híbridos prolíficos producen sólo una mazorca por planta cuando se encuentran en condiciones desfavorables (alta densidad de plantas, bajas fertilizaciones de nitrógeno, sequías) en cambio, cuando se encuentran en condiciones favorable las plantas son capaces de generar una mazorca apical y una subapical. Las mazorcas secundarias son muy importantes en las variaciones que se producen en los rendimientos (Svecnjak *et al.*, 2006). Además, es importante considerar que la prolificidad en maíz reventón es una característica que influye notablemente sobre el largo y el peso de la mazorca, ya que la planta es capaz de producir mayor número de mazorcas, pero las mismas serán de menor tamaño y peso (Otahola y Silva 2002). La prolificidad del híbrido BS-5620 fue de 1,5, siendo levemente inferior a la obtenida en registros Argentinos.

Los resultados de rendimientos a nivel mundial son diversos, en algunas zonas tropicales se pueden observar rendimientos del orden de los 1.200 kg ha^{-1} (Otahola y Silva, 2002). Estudios realizados en Turquía muestran rendimientos del orden de los 5.100 kg ha^{-1} (Sakin *et at.*, 2005). Estados Unidos que es el mayor productor a nivel mundial de maíz reventón, obtiene rendimientos del orden de los 3.500 kg ha^{-1} (Sweeney y Marr, 2005). Argentina que es el primer exportador a nivel mundial presenta rendimientos del orden de los 4.000 kg ha^{-1} en secano (Maizar, 2006).

Calidad

Según Gökmen (2004), el máximo volumen de expansión se obtiene con una humedad cercana al 14 % en los granos; con contenidos superiores de humedad, disminuye el volumen de expansión. El manejo del grano en cosecha y postcosecha, es un punto clave debido a la gran incidencia que tiene en la calidad final, fundamentalmente en lo que respecta a la humedad y la integridad física de los granos.

Para evaluar la calidad del híbrido BS-5620, hubo una observación permanente del contenido de humedad de los granos.

Como se puede observa en la Figura 2, el volumen de expansión se puede ver afectado con niveles inferiores a 13,5 y superiores a 14,5 % de humedad. Según Metzger *et al.*, (1989), el óptimo contenido de humedad para un máximo volumen de expansión es de 14 %, con la cual se obtiene además, el menor porcentaje de granos no explosados.

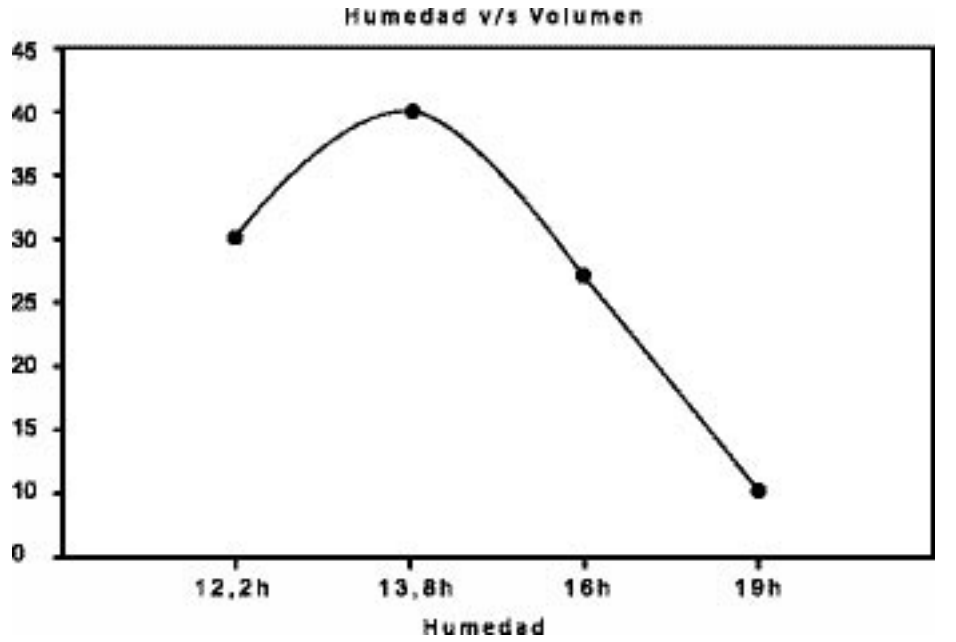


FIGURA 2. **Volumen de explosión de los granos a diferentes contenidos de humedad.**

FIGURE 2. **Explosion of grains with different moisture content.**

La calidad de maíz reventón se mide por el volumen de expansión y el porcentaje de explosión. Los resultados obtenidos por el Híbrido BS-5620 son considerados aceptables, ya que, con una humedad de 13,8 %, el volumen de expansión obtenido fue de 40 cm^3 g^{-1} y un 0 % de granos no explosados, evaluación que fue realizada mediante el método de olla a presión modificada y aceite. En estudios realizados en otros países se ha demostrado que los híbridos otorgan un mayor volumen de expansión y menor porcentaje de granos no explosados que aquellos maíces de polinización abierta (Soylu y Tekkanat, 2006). (Song *et al.*, 1991). señalan que existe un amplio rango de expansión entre híbridos, pudiendo fluctuar entre 40,8 y 47,2 cm^3 g^{-1} dependiendo del tamaño de los granos.
En ensayos realizados en Argentina con el híbrido BS-5620, se han alcanzado volúmenes superiores de expansión (44,5 cm^3 g^{-1}), esto pudo deberse al menor tamaño de grano obtenido en este ensayo, ya que existe una disminución del peso de los granos al aumentar la población de plantas por hectárea (Luchsinger 1975, citado por Zoccola, 1996). No obstante, los resultados de este estudio son considerados satisfactorios, ya que además de lograr buena calidad, también obtuvo altos rendimientos.

CONCLUSIÓN

La adaptación del híbrido BS-5620 a las condiciones edafoclimáticas de la Región Metropolitana, fueron excelentes para un buen crecimiento y desarrollo del cultivo, obteniendo rendimientos superiores a ensayos realizados en Argentina.
La calidad, que es otro aspecto importante, presentó niveles aceptables de expansión, inferiores a estudios realizados en Argentina con el mismo híbrido, pero sobre niveles mínimos de aceptación. Sin embargo, los niveles de porcentajes de explosión fueron excelentes.

LITERATURA CITADA

ARNOLD, CH. 1980. Maximum-Minimum Temperatures as Basic for Computing Heat Unith. Proceeding of the Amer. Soc. For Hort Science 76: 682-692.

CARTER, P., D. HICKS, E. SCHULTE, R. SCHULER and B. HOLMES. 1989. [En Línea] Field Crop Manual. "Pop corn" (Zea mays everta). Disponible en: http://www.hort.purdue.edu/newcrop/afcm/popcorn.html. Leído el día 10 dic 2007.

COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO. 1981. Estudio de los Suelos del Proyecto Maipo. Tomo III, P 460-468.

CRETORS, C. 2006. [En Línea] Pop Science. Disponible en: http://www.cretors.com. Leído el 2 de septiembre de 2006.

ECHEVERRIA, H. y H. SAINZ. 2004. [En Línea] Diagnóstico de la fertilización nitrogenada en maíz. Disponible en http://www.inta.gov.ar/balcarce/info/documentos/agric/cereales/maiz/fert/Cap12EchevySRozas.pdf. Leído el 15 febrero 2008.

FAIGUENBAUM, H. 1990. Crecimiento y Desarrollo de las Plantas de Maíz, p. 51-75. In: Faiguenbaum, H y A. Kogan. (Eds.), Técnicas de Producción de Maíz. Facultad de Agronomía, P. Universidad Católica de Chile, Santiago.248 p.

FAIGUENBAUM, H. 2003. Labranza, Siembra y Producción de los Principales Cultivos de Chile. Editado por Ograma S.A. Santiago, Chile.760 p.

GANDARILLAS, M., E. ACEVEDO y R. GARCIA 1968. Estudio de productividad de maíz en la provincia de Santiago. Agricultura técnica 28: 7-15.

GÖKMEN, S., Ö. SENCAR and M. SAKIN 2001. Response of "Popcorn" (Zea mays everta) to Nitrogen Rates and Plant densities. Turk Journal Agric. For. 25:15-23.

GÖKMEN, S. 2004. Effects of Moisture Content and Popping Method on Popping Characteristics of "pop corn" (Zea mays everta). Journal of Food Engineering 65: 357-362.

GONZALEZ, M. 1978. Influencia de la época de siembra en el comportamiento de 10 híbridos de maíz (Zea mays L.). Memoria de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile, Fac. Cs. Agrarias, Veterinarias y Forestales. Santiago, Chile. 97 p.

GUTIERREZ, P. 1992. Evaluación de Cultivares de Maíz Choclero y Dulce (Zea mays L.) Como Respuesta a Variaciones en la Población en la Zona de San Clemente. Memoria de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile, Fac. Cs. Agrarias, Veterinarias y Forestales. Santiago, Chile. 119 p.

HANWAY, J. 1963. Growth stages of corn (Zea mays L.). Agronomy Journal 55 (5): 487-492.

MAIZAR, 2006. [En Línea] El Maíz "Pisingallo" (Zea mays everta) en Argentina. Disponible en: http://www.maizar.org.ar. Leído el 2 de septiembre de 2006.

METZGER, D., K. HSU, K. ZIEGLER and C. BERN. 1989. Effect of Moisture Content on Popcorn Popping Volume for Oil and Hot-Air Popping. Cereal Chemistry 66(3):247-248.

MUÑOZ, M. 1991. Efectos de la radiación solar y la temperatura sobre el crecimiento y desarrollo del maíz. Memoria de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile, Fac. Cs. Agrarias, Veterinarias y Forestales. Santiago, Chile. 60 p.

OTAHOLA, V y A. SILVA. 2002. Respuesta del Maíz (Zea mays L.) Tipo Reventón a Diferentes Poblaciones y Niveles de Fertilización en Condiciones Edafoclimáticas de sabana. Revista Científica UDO Agrícola 2 (1): 8-13p.

PARATORI, B e I. PARKER 1973. Recomendaciones Generales para el Cultivo de Maíz. Investigación y Progreso Agrícola 5(1): 1-3.

PROCHILE, 2005. [En Línea]. Especial Inversión Empresarial Española en Chile. Disponible en: http://www.prochile.cl/rancagua/ver_noticia.php?IdNoticia=262. Leído el 4 de febrero de 2008.

ROSSELOT, F. 1995. Comportamiento de Dos Cultivares de Maíz Choclero y Dos Cultivares de Maíz Dulce (Zea mays L.) en Fechas de Siembras Tardías en la Novena Región. Memoria de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile, Fac. Cs. Agrarias, Veterinarias y Forestales. Santiago, Chile. 71 p.

SAGPyA, 2006. [En Línea] Maíz para Consumo Humano. Disponible en: http://www.sagpya.mecon.gov.ar/new/00/prensa/publicaciones/maiz/pag35.php Leído el 23 de septiembre de 2006.

SAKIN, M., S. GÖKMEN, A. YILDIRIM, S. BELEN and N. KANDEMIR. 2005. Effects of Cultivar Type on Yield and Quality of "pop corn" (Zea mays everta). New Zealand J.of Crop & Horticultural Science 33:17-23.

SANTIBAÑEZ, F y JM. URIBE. 1993. Atlas Agroclimático de Chile. Ministerio de Agricultura, Fondo de Investigación Agropecuaria-CORFO, Santiago, Chile. 99p.

SONG, A., R. ECKHOFF, M. PAULSEN and J. LITCHFIELD. 1991. Effects of Kernel Size and Genotype on "pop corn" Popping Volume and Numbres of Unpopped Kernels. Cereal Chemistry 68(5):464-467.

SORUCO, A. 1996. Efecto de Distintas Densidades de Población en dos Híbridos de Maíz Dulce (Zea mays L. var Sacharata Körn). Memoria de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile, Fac. Cs. Agrarias, Veterinarias y Forestales. Santiago, Chile. 40 p.

SOYLU, S and A. TEKKANAT. 2006. Interactions Amongst Kernel Properties and Expansion Volume in Various "Popcorn" (Zea mays everta) Genotypes. Journal of Food Engineering 80: 336-341.

SVECNJAK, Z., B. VARGA and J. BUTORAC. 2006. Yield Componentes of Apical and Subapical Ear Contributing to the Grain Yield Responses of Prolific Maize at High and Low Plant Populations. J. Agronomy and Crop Science 192: 37-42.

SWEENEY, D and C.W. MARR. 2005. Supplemental Irrigation at Reproductive Growth Stages to Improve Popcorn Grown at Different Populations. Agronomy Journal. 97:741-745.

ZOCCOLA, D. 1996. Efecto de Cuatro Densidades de Población sobre Aspectos del Crecimiento y de Rendimiento en Maíz Choclero. Memoria de Ingeniero Agrónomo. Pontificia Universidad Católica, Fac. Agronomía. Depto. Fitotecnia. Santiago, Chile. 43p.

EFECTO DE DIFERENTES VOLUMENES DE ALVÉOLO EN LA PRODUCCIÓN DE PLANTINES DE BRÓCOLI, COLIFLOR Y REPOLLO[1]

Effect of different speedling size in brócoli, cauliflower and cabbage seedlings production

MARÍA LUISA TAPIA F, PABLO ALVARADO V. y CLAUDIA NAVAS R.
Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Casilla 1004, Santiago.
mtapia@uchile.cl

RESUMEN

En esta investigación se evaluó el crecimiento y desarrollo de plantines de brócoli, coliflor y repollo hasta 20 días post transplante, obtenidos en bandejas alveoladas de 12 cc, 16 cc, 32 cc y 43 cc por alvéolo. Los almácigos se realizaron en bandejas Protekta® de poliestireno de alto impacto con el sustrato Sunshine 6®. Los plantines permanecieron en las bandejas hasta que alcanzaron las 2 a 3 hojas verdaderas, posteriormente se transplantaron a campo, en donde se manejaron por 20 días. Las mediciones realizadas se efectuaron durante la etapa de almácigo, al momento de transplante y a los 20 días post transplante. Los parámetros evaluados por plantín correspondieron a: días grado a emergencia, a cotiledones expandidos, a 1ª y 2ª hoja verdadera expandida, altura, área foliar, peso fresco aéreo y radical, peso seco aéreo y radical, número de hojas, clorofila total y pérdida de plantines.Tanto a nivel de almácigo como en campo se usó un diseño experimental de bloques completos aleatorizados con 4 repeticiones. Cada tratamiento correspondió a un diferente volumen de alvéolo. Los datos inicialmente fueron sometidos a un análisis de varianza al 5 % de significación y para separar promedios de tratamientos se utilizó la prueba de Tukey. Posteriormente para comparar entre especies se realizó un nuevo análisis de varianza de tipo combinado. Se observó que las tres especies se comportaron de igual manera frente a los parámetros evaluados para los tratamientos, a excepción de los días grado a 1ª y 2ª hoja verdadera expandida, peso fresco y seco radical. En general se observó que a menor volumen de alvéolo, los plantines presentaron las siguientes respuestas: menor precocidad para llegar a un mismo estado fenológico, menor altura, menor área foliar, menor peso fresco aéreo y radical, menor peso seco aéreo y radical, menor número de hojas y menor contenido de clorofila. En los tratamientos de mayor volumen de alvéolo se observó lo contrario para todos los parámetros evaluados. Estos resultados permiten concluir que el crecimiento, desarrollo y precocidad hasta el estado de 2ª hoja verdadera expandida, en las tres especies de brassicas evaluadas durante la etapa de almácigo es influenciado por el volumen de alvéolo utilizado. Contrariamente no se observó influencia del tamaño de alvéolo sobre el establecimiento de los plantines en campo.

PALABRAS CLAVES: *Bandejas alveoladas, plantines, Brassica oleracea L. var. botrytis L., Brassica oleracea L. var. capitata L., Brassica oleracea L. var. italica Plenck.*

ABSTRACT

The growth and seedling development of broccoli, cauliflower and cabbage were evaluated until twenty days postransplant,

[1] Proyecto FONDEF D03I-1063.

obtained in trays with 12 cc, 16 cc, 32 cc and 43 cc/cell. The speedlings were made in high impact Protekta® polyestyren trays with commercial substrate Sunshine No 6. The seedlings were kept in the trays until they got two to three true leaves, later they were transplanted to field where they stayed 20 days prior to evaluations. The measurements carried out were performed during phase of seedlings, at moment of transplant and 20 days postransplant. The parameters evaluated at each plant were: days degree to emergency, days degree to expanded cotyledons, days degree to the first real expanded leaf, days degree to the second real expanded leaf, height, foliar area, foliar fresh weight and radical fresh weight, foliar dry weight and radical dry weight, number of leaves, chlorophyll and seedling lost. Complete randomized blocks design was used in trays and the field. Each treatment corresponded to a different cell volume with 4 repetitions. The data was initially submitted to an analysis of variance at 5% of significance and to separate among treatment the Tukey test was used. Afterwards to compare among species combined analysis of variance performed. On the base of the obtained results it was observed that the three species behaved similarly to the evaluated parameters for the treatments except for: degree days to 1st and 2nd leaf, radical fresh weight and radical dry weight. Finally the tendency was that seedlings obtained from smaller cell volume, presented the following characteristics: smaller precocity to arrive to the phenologic state, smaller height, smaller foliar area, smaller foliar fresh weight and radical fresh weight, smaller foliar dry weight and radical dry weight, smaller leaf number, smaller chlorophyll quantity. In the bigger cell volume treatments the opposite to all the previously stated parameters was observed. These results allow us to conclude that the growth, development and precocity until the second real expanded leaf state, in three brassicas evaluated species during the phase of seedlings is influenced by the volume of used cell. By the contrary an influence of the cell size is not observed on the establishment of the seedling in field

KEY WORDS: *Cell trays, seedlings, Brassica oleracea L. var. botrytis L., Brassica oleracea L. var. capitata L., Brassica oleracea L. var. italica Plenck.*

INTRODUCCIÓN

La familia *Brassicaceae* comprende numerosas especies de variados usos para el hombre, como alimento fresco e industrializado. De las variedades botánicas de *Brassica oleracea*, dentro de las que presentan mayor importancia como cultivo en Chile se encuentran coliflor (*Brassica oleracea* L. var. *botrytis* L.), repollo (*Brassica oleracea* L. var. capitata) y brócoli (*Brassica oleracea* L. var. italica Plenck), (Krarup y Moreira, 1998). Estas especies se cultivan en la modalidad almácigo y transplante debido a que se requiere obtener plantines en condiciones más favorables que las existentes en siembra directa, y uniformidad de plantines al transplante (Giaconi y Escaff, 2001). La producción de plantines hortícolas es un rubro que en los últimos años se ha desarrollado y tecnificado debido a la mayor demanda de éstos por parte de los productores, los que cada vez requieren plantines de mejor calidad para obtener menores mermas al momento del transplante y mayores rendimientos a la cosecha (Marsh y Paul, 1988). Entre los aspectos de mayor importancia asociados a esta tecnología cabe destacar que al emplear bandejas alveoladas y realizar el transplante con el sustrato adherido a las raíces (cepellones), no se les causa daño a éstas y no se produce la detención de crecimiento de la planta, consiguiéndose un desarrollo más temprano del cultivo (Alvarado y Rojas, 1996). Marsh y Paul, (1988) señalan, que el éxito en la producción de brássicas depende, entre otros fac-

tores, de la calidad de los plantines que se utilicen. En la producción de plantines, el material que es utilizado como sustrato junto al tamaño del alvéolo tiene una gran incidencia en la calidad final del plantín. El tipo y tamaño de las bandejas alveoladas utilizadas es variado y la información sobre el uso adecuado para las distintas especies es escasa. Las plantas experimentan muchos cambios en respuesta a un volumen radical reducido el que puede afectar la calidad y funcionamiento de ésta al transplante. El crecimiento de la raíz y tallo, contenido de clorofila en las hojas, área foliar, número de hojas son algunas de las variables afectadas por la restricción de las raíces debido a un inadecuado tamaño del alvéolo (Cantliffe, 1993). El crecimiento del tallo es fuertemente influenciado, por la variación en el volumen de los alvéolos. La altura del tallo de plantines provenientes de pequeños volúmenes de alvéolo ha sido reportada para brócoli, coliflor y repollo (Dufaults y Waters, 1985; Marsh y Paul, 1988), clavelón (*Tagetes erecta* L.) (Latimer, 1991), melón (*Cucumis melo* L. var. reticulatus) (Maynard *et al.,* 1996) y en sandía (*Citrullus lanatus* L.) (Liu y Latimer, 1995). Según Weston y Zandstra (1986), en un ensayo realizado en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), el crecimiento en altura del tallo es menor al disminuir el volumen del alvéolo. Respuestas de las plantas sobre la reducción del volumen de alvéolo han sido reportadas para una amplia gama de especies y cultivares. En general un tamaño mayor de alvéolo incrementa el área foliar, la biomasa de la parte aérea y radical (Cantliffe, 1993; Van Iersel, 1997). El efecto del volumen de alvéolo y restricciones radicales de raíz sobre el crecimiento de las hojas ha sido documentado para pimiento (*Capsicum annum* L.) (Weston 1988, NeSmith *et al*., 1992), clavelón (Latimer, 1991), euonymus (*Euonymus Kiautschovica* Loes.) (Dubik *et al*., 1992), repollo (Csizinsky y Schusler, 1993), tomate (Weston y Zandstra, 1986), sandía (Liu y Latimer, 1995) y salvia (*Salvia officinalis* L.) (Van Iersel, 1997). En todos los casos al disminuir el volumen de alvéolo, disminuye el área foliar producida. Según Kemble *et al*., (1994), volúmenes grandes de alvéolo resultan en un aumento en la materia seca presente en la parte aérea de tomate y soya en comparación con pequeños volúmenes de alvéolo. La biomasa total de la planta disminuye en pimiento y zapallo italiano cuando disminuye el volumen de alvéolo (NeSmith *et al*., 1992; NeSmith, 1993). Similares respuestas se observan en salvia, en donde ambas biomasas aérea y radical se incrementan linealmente al aumentar el volumen de alvéolo (Van Iersel, 1997). El contenido de clorofila es comúnmente utilizado como un indicador de la senescencia de hojas. En el caso de plantas sometidas a restricciones radicales permanentes no siempre es posible observar la ocurrencia de signos visibles de clorosis y senescencia prematura de hojas. Esto se debe a una reducción en la síntesis o al incremento en la degradación de ésta. Esta reducción en la síntesis de clorofila de plantas sometidas a restricción radical permanente se debe a la disminución de N, Mg y Fe, elementos importantes en la síntesis de proteínas y clorofila (Dubik, *et al*., 1990). Las investigaciones realizadas sobre los tipos de bandejas alveoladas han presentado diversos resultados. No siempre se logra incrementar el rendimiento al utilizar grandes tamaños de alvéolos, sin embargo se obtienen plantines más vigorosos (Marsh y Paul, 1988). Debido a que los costos de producción de plantines están en directa relación con los costos de las bandejas alveoladas (tipo y tamaño) estas constituyen un importante factor económico a considerar ya que determinan el volumen de sustrato a utilizar (Marsh y Paul, 1988). El objetivo de esta investigación fue caracterizar el crecimiento y desarrollo de plantines de brócoli, coliflor y repollo obtenidos en diferentes volúmenes de alvéolo, desde emergencia hasta su establecimiento en campo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos se realizaron en el Campus Antumapu de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, ubicado en la comuna de La Pintana, Región Metropolitana. Los ensayos de la fase almácigos (bandejas alveoladas) se realizaron bajo una estructura metálica cubierta con malla rachel de 18% de sombreamiento, y los ensayos de establecimiento en campo (fase post transplante) se realizaron en terrenos de la Estación Experimental Antumapu. Se evaluaron tres hortalizas del género Brassica, cuyos cultivares y características según catálogos de la empresa Sakata proveedora de las semillas son: a) Brócoli cv. Marathon (híbrido semitardío, inflorescencia de color verde azulado, con rendimientos sobresalientes en agroindustria y mercado fresco, resistente a Mildiu de las crucíferas (*Peronospora parasitica Pers*.), y con un ciclo de 85 días a cosecha; b) Coliflor cv. Incline (híbrido intermedio, inflorescencia de color blanco, excelentes rendimientos, recomendado para mercado fresco y congelado, ciclo de 90 días a cosecha.; c) Repollo cv. Blue Vantage (híbrido, liso, semiprecoz, resistente a la partidura y a Fusarium "Black Speck" y "Tipburn", recomendado para mercado fresco, ciclo de 80 días a cosecha. Se utilizó el sustrato Sunshine 6®, correspondiente a turba de musgo Spaghnum canadiense, cal dolomítica, agente humidificante, macro y micronutrientes (Cuadro 1). Se utilizaron

Cuadro 1. **Características físicas y químicas del sustrato Sunshine mix No 6®.**

Table 1. **Physic and chemical caracteristics of Sunshine mix N° 6® substrate.**

Concentración de macro y micronutrientes:	
Nutriente	*Concentración*
	(ppm)
Nitrógeno	20 - 40
Fósforo	0,5 - 25
Calcio	50 - 190
Magnesio	30 - 100
Hierro	0,1- 1,0
Cobre	0,005 - 0,015
Boro	0,05 - 0,3
Zinc	0,03 - 0,5
Molibdeno	0,005 - 0,015
Propiedades físico-químicas:	
Parámetro	*Valores*
Conductividad eléctrica	0,7-1,2 dS/m
pH	5,5-6,5
Capacidad de retención de agua	50-60%

Fuente: Agristar Ltda., 2007.

bandejas plásticas termoformadas de alto impacto, alveoladas, negras, rígidas, Protekta® de 72, 105, 162, 200 alvéolos, con un volumen de 43, 32, 16 y 12 cc/alvéolo, respectivamente (Cuadro 2). Cada ensayo contempló dos etapas, la primera consistió en la obtención de plantines en las bandejas alveoladas y la segunda etapa consistió en el establecimiento en campo de los plantines. Cada ensayó se realizó en forma independiente para cada especie. En la fase de almácigo se utilizaron mesones con cubierta de madera de 1m de ancho por 10 m de largo y bordes de 12 cm de alto. Las mesas se cubrieron con polietileno transparente de 100 μ, a continuación sobre éste se instalaron 6 tubos de PVC hidráulico de 0,5 pulgadas en forma paralela, sobre los que se dispusieron las bandejas alveoladas para permitir un adecuado drenaje del agua empleada en los riegos. El sustrato a emplear se disgregó y posteriormente se hidrató. Las bandejas se llenaron manualmente con el sustrato prehidratado, se nivelaron todos los alvéolos, se compactó levemente y se procedió a sembrar 1 semilla por alvéolo a una profundidad de 1,5 mm. Las bandejas se colocaron en los mesones antes señalados. Se empleó un sistema de riego subsuperficial manual. Según necesidad se aplicó agua en los mesones hasta una altura de 10 cm permitiendo la hidratación del sustrato, la que posteriormente drenó por gravedad, asegurando la oxigenación del sistema radical. Desde la siembra hasta la aparición de la segunda hoja verdadera no se fertilizó. Posteriormente, durante el crecimiento de la segunda hoja verdadera se aplicó el fertilizante foliar Complesal 12-4-6® (Cuadro 3), en una dosis de 2 ccL^{1}. Para realizar el cubrimiento de todos los plantines se utilizó un volumen de agua de 2 L. Durante el desarrollo del ensayo se observó un leve daño de Mariposa blanca de la col (*Pieris brassicae* L.) y para su control se aplicó Tamaron® en dosis de 1 L ha^{-1}. Para realizar el cubrimiento de todos los plantines se utilizó un volumen de agua de 2 L. El transplante se realizó cuando los plantines alcanzaron dos hojas verdaderas. Las distancias de plantación utilizadas en el camellón, dado el corto período de evaluación en terreno (20 días), fueron 30 cm entre hilera y 20 cm sobrehilera, sobre cada camellón se establecieron dos hileras de plantas. En esta fase se empleó un sistema de riego por goteo a través de cintas de riego Toro® de 4 L hr^{-1} por emisor y 20 cm de distancia entre éstos. Se efectuaron 3 limpias manuales sobre el camellón.

Cuadro 2. **Características de las bandejas alveoladas utilizadas Protekta®.**

Table 2. **Protekta® cell tray characteristics.**

Características alvéolo				***Características bandejas***			
Diámetro		*Profundidad*	*Volumen*	*Bandejas*		*Alvéolos*	
superior	*inferior*	*alvéolo*	*alvéolo*	*ancho*	*largo*	*bandeja*	*m^2*
			------- cc ------				
---------- mm ----------			-	-------- cm --------			
24	11	43	12	28,8	54,4	200	1250
25	12	45	16	28,8	54,4	162	1012
32	18	48	32	28,8	54,4	105	656
38	22	46	43	28,8	54,4	72	450

Fuente: Protekta, 2007.

Evaluaciones

a) Almácigo. Para caracterizar la velocidad de desarrollo de los plantines en cada tratamiento se registró el número de días y se calcularon los días grado desde siembra a: Emergencia, Cotiledones expandidos, Primera y Segunda hoja verdadera expandida. Estas mediciones se realizaron sobre la totalidad de la unidad experimental. Se consideró la ocurrencia de cada uno de estos estados fenológicos cuando el 50% de los plantines de cada tratamiento y repetición alcanzaron dicho estado. Para el cálculo de los días grado (DG) se registraron las temperaturas máximas y mínimas del aire durante el ensayo, determinándose la temperatura media y se le restó la temperatura umbral de crecimiento para cada especie sobre la base de la fórmula propuesta por Arnold (1959):

$$DG = \sum \left(\frac{T^{o}\ máx + T°mín}{2} - T°u \right)$$

Dónde:
T° max = temperatura máxima diaria.
T° min = temperatura mínima diaria.
T°u = temperatura umbral de crecimiento. Brócoli 7º C, coliflor 5° C y repollo 1° C (CIREN, 1995).

b) Transplante. Para evaluar el crecimiento de los plantines al estado de transplante, a 4 plantines por tratamiento y repetición se le efectuaron las siguientes mediciones: **altura (cm):** desde el cuello hasta el ápice de las hojas extendidas (Figura 1), **área foliar** (cm^2): se utilizó un medidor portátil de área foliar (LI-COR modelo LI-3000A), se emplearon todas las hojas incluyendo el pecíolo, **Peso fresco aéreo (mg):** se determinó el peso fresco de la parte aérea del plantín, cortado a nivel del cuello, utilizando una balanza analítica (ADAM), de presición 0,1mg. **Peso fresco radical (mg):** Para determinar este parámetro se procedió a lavar el sistema radical en una solución con detergente al 10 %. A continuación se registró el peso fresco de la parte radical utilizando la misma balanza analítica anterior. **Peso seco aéreo y radical (mg):** Una vez registrado el peso fresco aéreo y radical, se procedió a colocar las muestras en bolsas de papel y se llevaron a una estufa de secado (LABTECH) a 70º C, hasta peso constante.

c) Establecimiento. En la etapa de establecimiento en campo, se transplantaron 15 plantines por tratamiento y repetición. A los 20 días post transplante se determinaron las siguientes variables: **Nº de hojas totalmente expandidas, Área foliar (cm^2), Pérdida de plantines postrasplante (%):** se registró el número de plantines perdidos debido al estrés de transplante. Plantas muertas o con síntomas de marchites prematura fueron consideradas como plantas no establecidas, **Contenido de clorofila (mg cm^{-2} de hoja):** La extracción y determinación del contenido de clorofila total se realizó utilizando el siguiente procedimiento. Se cosecharon 4 plantas por tratamiento y repetición, de las cuales se extrajo un disco desde la primera hoja verdadera de 3,93 cm^2. Dicha muestra se maceró con 500 μl de etanol al 96% (v/v) y arena de cuarzo, luego se llevó a centrifugado por 2 minutos a 13 rpm, a continuación se guardó el sobrenadante. Este último fue llevado a un espectrofotómetro (SHIMADZU, modelo UV1601) y se midió la absorbancia (A) a 470 nm, 649 nm y 665 nm. Para dicha lectura se utilizaron 50 μl de muestra y 650 μl de etanol. Para transformar las lecturas de absorbancia a contenido de clorofila se utilizaron las ecuaciones propuestas por Lichtenthaler y Wellburn (1983). Cl a ($\mu g\ mL^{-1}$) = 13,96 x A_{665}-6.88 x A_{649}; Cl b ($\mu g\ mL^{-1}$) = 24,96 x A_{649}–7,32 x A_{665}; Cx+c ($\mu g\ mL^{-1}$) = (1000 x A_{470}-2,05Cl a-114,8xCl b)/245.

Tratamientos y Diseño experimental: Los tratamientos evaluados correspondieron a cuatro volúmenes de alvéolo 12, 16, 32, 43 cc. Los tratamientos antes señalados se estudiaron en brócoli cv. Marathon, coliflor cv. Incline y repollo cv. Blue Vantage. Para cada especie en estudio los ensayos se establecieron en un diseño experimental de bloques completos aleatorizados con cuatro repeticiones. La unidad experimental para la etapa de almácigo correspondió a una bandeja alveolada con 72 plantines. La unidad experimental en la etapa de establecimiento en campo estuvo constituida por 15 plantines por tratamiento y repetición.

Análisis estadístico: Los datos inicialmente fueron sometidos a un análisis de varianza al 5 % de significación y cuando se detectó diferencias significativas se utilizó la prueba de Tukey para separar los promedios. Posteriormente para comparar entre especies se realizaron análisis de homogeneidad de varianzas y normalidad. Cuando se constató homogeneidad de varianzas entre las distintas especies se realizó un análisis de varianza combinado, considerando como factores las tres especies y los cuatro volúmenes de alvéolo. Cuando no se detectó interacción se utilizó la prueba de rango múltiple de Tukey. En los casos en que se presentó interacción se procedió a realizar un ANDEVA de una vía con la totalidad de los tratamientos. También en este caso, cuando se presentaron diferencias significativas se utilizó la prueba de rango múltiple para separar las medias de los 12 tratamientos. El programa estadístico utilizado fue Statgraphics 5,1. Para la variable establecimiento (%) se transformaron los resultados mediante la transformación angular o arcoseno. Los valores de distribución no normal, como es el caso del número de hojas, se convirtieron por medio de la transformación de la raíz cuadrada (Little y Hills, 1976).

Cuadro 3. **Composición química del fertilizante foliar Complesal 12-4-6®.**

Table 3. **Chemical composition of Complesal 12-4-6® foliar fertilizer.**

Componente	*Concentración (%)*
N	12
P2O5	4
K2O	6
MgO	0,2
S	0,16
B	0,02
Cu	0,01
Fe	0,01
Mn	0,01
Mo	0,005
Zn	0,005

Fuente: Bayer CropScience Chile, 2007.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La presentación de los resultados que se expone es en base al análisis de varianza combinado realizado.

Evaluaciones pre transplante

Días-grado

A través de este parámetro es posible determinar el tiempo necesario para realizar el transplante de los plantines provenientes de los cuatro tratamientos realizados. Para ello se cuantificó la suma térmica, con una temperatura umbral de 7 ºC para brócoli, 5 ºC para coliflor y 1 ºC para repollo expresada en días grado requeridos por las especies en estudio para alcanzar las 2 hojas verdaderas, estado fenológico recomendado para realizar el transplante en brassicas (Cuadro 4). Como se observa en el Cuadro 4, los plantines cultivados en

Cuadro 4. **Días grado acumulados para alcanzar los diferentes estados fenológicos evaluados para brócoli, coliflor y repollo.**

Table 4. **Accumulated degree days to different phenologycal stages evaluated in broccoli, cauliflower and cabage.**

Tratamientos	*Días grado a*	
	Emergencia	*Cotiledones expandidos*
12 cc	98,28	147,83
16 cc	96,95	149,40
32 cc	119,55	173,35
43 cc	103,35	156,22

No se presentaron diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0,05$).

los distintos tamaños de alvéolos, mostraron un comportamiento estadísticamente similar para la variable días grado a emergencia y días grado a cotiledones expandidos, las cuales se analizaron en forma conjunta para las tres especies dado que no se presentaron interacciones entre ellas. Sin embargo, para las variables días grado a 1ª y 2ª hoja, se presentaron interacciones, por lo cual en el Cuadro 5, se presentan los resultados obtenidos en forma separada. Las respuestas presentadas evidencian diferencias significativas a nivel de especies, pero manteniéndose la tendencia de que a mayor volumen de alvéolo es mayor la precocidad alcanzada. Según los resultados obtenidos en el presente ensayo, es posible inferir que plantines provenientes de alvéolos de 12 cc y 16 cc presentan una menor precocidad, es decir menos días cronológicos, con valores de 27 días promedio para alcanzar el estado fenológico adecuado para el transplante en brassicas. Contrariamente los plantines provenientes de alvéolos de 32 cc y 43 cc presentan una mayor precocidad para alcanzar el mismo estado fenológico con valores de 25 y 23 días respectivamente. Al analizar los resultados referentes a la variable días grado es posible determinar que este parámetro es útil para pronosticar las etapas de desarrollo de un cultivo, siendo de gran ayuda para los efectos de una empresa plantinera, ya que permitiría establecer fechas y volúmenes de alvéolo apropiados para una preparación adecuada de plantines hortícolas de brassicas.

Evaluaciones al estado de 2 hojas verdaderas

Cuando los plantines desarrollaron su 2a hoja verdadera se procedió al transplante previa evaluación de los siguientes parámetros:

Altura de planta: Los resultados presentados a continuación se analizaron en forma conjunta para brócoli, coliflor y repollo debido a la no ocurrencia de interacción entre ellas, es decir se comportaron igual frente a los diferentes tratamientos en la variable altura de planta. Según la información presentada en el Cuadro 6, se evidencian diferencias significativas entre los volúmenes de alvéolo para altura de plantines, así, a mayor volumen de alvéolo aumenta la altura de los plantines y a menor volumen de alvéolo disminuye. En el caso de este parámetro no es favorable una mayor altura, debido a que los plantines pueden presentar problemas de tendedura. Estos

Figura 1. **Medición de altura del plantín.**

Figure 1. **Measurement of height seedling.**

Fuente: elaborado por Claudia Navas.

resultados son similares a los reportados por Dufault y Waters (1985), en un estudio en el que se evaluó la influencia del volumen del alvéolo desde siembra hasta cuatro semanas después del transplante, se obtuvieron plantines de brócoli y coliflor en alvéolos de 15,5 cc y 30,5 cc, con valores de 4,4 cm y 5,2 cm para brócoli y de 4,5 cm y 5,0 cm para coliflor. Dichos resultados presentan el mismo patrón de comportamiento que los obtenidos en el presente ensayo en donde se mantuvo la tendencia, a mayor volumen de alvéolo mayor es la altura de los plantines. Igualmente Marsh y Paul, (1988) en un estudio realizado en bandejas alveoladas respaldan los resultados anteriormente presentados, así, plantines de repollo de 12 semanas desde emergencia en bandejas con alvéolos de 26,5 cc presentaban 10,2 cm de altura y aquellos obtenidos en alvéolos de 38,5 cc solamente 8,5cm de altura. En general, el crecimiento en altura del tallo es fuertemente influenciado por el volumen de los alvéolos, esta respuesta ha sido reportada para tomate (Liptay y Edwards, 1994; Kemble *et al.*, 1994; Weston y Zandstra, 1986) y clavelón (Latimer, 1991). En todos los casos anteriores a mayor volumen de alvéolo mayor altura de los plantines.

Cuadro 5. **Días grado acumulados para alcanzar los diferentes estados fenológicos evaluados para brócoli, coliflor y repollo.**

Table 5. **Accumulated degree days to different phenologycal stages evaluated in broccoli, cauliflower and cabage.**

Tratamientos	*Días grado a*	
	Primera hoja expandida.	*Segunda hoja expandida.*
Brócoli		
12 cc	274 e	399 de
16 cc	260 e	383 e
32 cc	251 e	318 f
43 cc	248 e	306 f
Coliflor		
12 cc	328 cd	460 bc
16 cc	307 d	442 c
32 cc	313 cd	449 bc
43 cc	310 d	387 e
Repollo		
12 cc	408 a	521 a
16 cc	393 ab	521 a
32 cc	377 b	488 ab
43 cc	342 c	438 cd

Los valores dentro de la misma columna seguidos por la misma letra no presentan diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0,05$).

Área foliar

No se detectaron interacciones entre las tres especies evaluadas, por lo tanto presentan el mismo comportamiento frente a los tratamientos evaluados, razón por la que en el Cuadro 7 se presentan en conjunto los resultados. Se observan las diferencias estadísticas significativas en los plantines provenientes de los tratamientos de mayor volumen en relación a los de menor volumen de alvéolo. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Dufault y Waters (1985), quienes reportaron que el área foliar de plantines de brócoli y coliflor de 4 semanas, obtenidos en alvéolos de 15,5 cc y 30,5 cc presentan valores de 280,5 cm^2 y 363,3 cm^2 para brócoli y de 332,4 cm^2 y 404,4 cm^2 en el caso de coliflor. Según Maynard *et al.*, (1996), el parámetro área foliar aumenta linealmente al aumentar el volumen del alvéolo, observándose tal comportamiento en un ensayo realizado en plantines de melón cv Superstar, en los que se obtuvieron valores de 24,7 cm^2, 42,2 cm^2 y 50,7 cm^2 para volúmenes de alvéolo de 7 cc, 22 cc y 36 cc respectivamente. Liu y Latimer (1995), evaluaron la restricción

Cuadro 6. **Altura (cm) de plantines de brócoli, coliflor y repollo evaluada al estado de 2 hojas verdaderas.**

Table 6. **Broccoli, cauliflower and cabage seedling height (cm) evaluated at two true leaf stage.**

Tratamientos	*Altura (cm)*
12 cc	9,03 b
16 cc	9,68 b
32 cc	11,55 a
43 cc	11,56 a

Los valores dentro de la misma columna seguidos por la misma letra no presentan diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0,05$).

Cuadro 7. **Área foliar (cm^2) de plantines de brócoli, coliflor y repollo evaluada al estado de 2 hojas verdaderas.**

Table 7. **Broccoli, cauliflower and cabage leaf area (cm2) evaluated at two true leaf stage.**

Tratamientos	*Área foliar (cm^2)*
12 cc	11,54 b
16 cc	12,72 b
32 cc	23,64 a
43 cc	26,74 a

Los valores dentro de la misma columna seguidos por la misma letra no presentan diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0,05$).

radical en plantines de sandia establecidos en alvéolos de 20 cc, 30 cc, y 45 cc. En dicho estudio se reportaron valores de área foliar de 52 cm^2, 68 cm^2 y 97 cm^2 respectivamente, 20 días después de la emergencia de los plantines. Estos autores también sostienen que el área foliar aumenta en forma de lineal al aumentar el volumen de alvéolo. Latimer (1991), señala que el área foliar de plantines de clavelón obtenidos en alvéolos de 7 cc y 24 cc es inferior en un 60% y 30% respectivamente con respecto a aquellos obtenidos en alvéolos de 44 cc.

Peso fresco aéreo

Las tres especies estudiadas presentaron el mismo comportamiento frente a los tratamientos en evaluación, es decir no presentaron interacción entre ellas, razón por la que los resultados se expresan conjuntamente para las tres especies. Como se observa en el Cuadro 8, nuevamente se observan diferencias estadísticas significativas entre los volúmenes mayores y los menores, presentándose los mayores valores de peso fresco aéreo en los alvéolos de mayor volumen. Estos resultados son similares a los obtenidos por Liptay y Edwards (1994) en plantines de tomate, estudio en el que evaluaron volúmenes de alvéolo de 3,6 cm^2 y 7,4 cm^2 en plantines de 5 semanas reportando valores de peso fresco aéreo de 920 mg y 1.690 mg respectivamente.

Cuadro 8. **Peso fresco aéreo (mg) de plantines de brócoli, coliflor y repollo evaluado al estado de 2 hojas verdaderas.**

Table 8. **Broccoli, cauliflower and cabage aerial fresh weight (mg) evaluated at two true leaf stage.**

Tratamientos	*Peso fresco aéreo (mg)*
12 cc	676,69 b
16 cc	699,76 b
32 cc	1.202,98 a
43 cc	1.280,37 a

Los valores dentro de la misma columna seguidos por la misma letra no presentan diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0,05$).

Peso fresco radical

En este parámetro se presentaron interacciones entre las especies evaluadas, por lo tanto los resultados se exhiben en forma separada para cada especie. En el Cuadro 9 se presentan los resultados obtenidos en el presente ensayo, en donde se evidencia el diferente comportamiento de las especies frente a los tratamientos evaluados, a su vez se exponen las diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, manteniéndose la tendencia de que a mayor volumen de alvéolo es mayor el peso fresco radical, en distintas magnitudes para cada especie. Los resultados obtenidos para esta variable podrían explicarse sobre la base de lo planteado por Aloni y Karni (1991), quienes señalan que plantines sometidos a algún tipo de estrés durante la fase de almácigo, sufrirían ciertas alteraciones en el crecimiento radical, siendo más pronunciado en alvéolos de menor tamaño, pudiendo predisponer a las plantas a estrés por falta de agua, disminuyendo el crecimiento radical y consecuentemente el peso de éstas.

Peso seco aéreo

Para el caso de la variable peso seco aéreo al realizar el análisis de varianza combi-

Cuadro 9. **Peso fresco radical (mg) de plantines de brócoli, coliflor y repollo evaluado al estado de 2 hojas verdaderas.**

Table 9. **Broccoli, cauliflower and cabage radical fresh weight (mg) evaluated at two true leaf stage.**

Tratamientos	*Peso fresco radical (mg)*
Brócoli	
12 cc	171 f
16 cc	273 def
32 cc	519 ab
43 cc	579 a
Coliflor	
12 cc	138 f
16 cc	187 f
32 cc	361 bcd
43 cc	349 cde
Repollo	
12 cc	200 ef
16 cc	250 def
32 cc	564 a
43 cc	453 abc

Los valores dentro de la misma columna seguidos por la misma letra no presentan diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0,05$).

nado no se observó interacción entre las tres especies evaluadas, motivo por el cual los resultados expuestos a continuación se presentan en forma conjunta para las especies analizadas. Como se observa en el Cuadro 10, en las tres especies evaluadas se presentaron diferencias estadísticas significativas al enfrentar los dos volúmenes mayores con los volúmenes menores, presentando nuevamente los mayores valores de peso seco aéreo los plantines provenientes de los alvéolos de mayor volumen. Los resultados anteriormente mencionados son similares a los presentados en un estudio realizado por Liptay y Edwards (1994), en el que se obtuvieron valores de peso seco aéreo en plantines de tomate de 5 semanas de 56 mg y 111mg para volúmenes de alvéolo de 3,6 cm^3 y 7,4 cm^3 respectivamente. Estos resultados coinciden con lo expuesto por Dufaults y Waters (1985) quienes seeñalan que el peso seco aéreo de una planta de brócoli de 4 semanas incrementa con el aumento de volumen del alvéolo y decrece con alvéolos de menor volumen. Similares resultados han sido reportados en clavelones (Latimer, 1991), melón (Maynard, 1996), tomate (Kemble

Cuadro 10. **Peso seco aéreo (mg) de plantines de brócoli, coliflor y repollo evaluado al estado de 2 hojas verdaderas.**

Table 10. **Broccoli, cauliflower and cabage aerial dry weight (mg) evaluated at two true leaf stage.**

Tratamientos	*Peso seco aéreo (mg)*
12 cc	108,25 b
16 cc	119,37 b
32 cc	198,34 a
43 cc	201,96 a

Los valores dentro de la misma columna seguidos por la misma letra no presentan diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0,05$).

et al., 1994; Liu y Latimer, 1995; Weston y Zandstra, 1986) y salvia (Van Iersel, 1997).

Peso seco radical

En este parámetro se presentó interacción entre las especies evaluadas, debido a que se comportan de diferente manera frente a los tratamientos estudiados, razón por la que los resultados se expondrán en forma separada para las especies analizadas. Los resultados obtenidos se exponen en el Cuadro 11, en donde se evidencian las diferencias estadísticas significativas presentes en los tratamientos estudiados. Estos resultados concuerdan con los reportados por diversos investigadores en tomate (Liptay y Edwards, 1994), clavelón (Latimer, 1991), sandía (Liu y Latimer, 1995), melón (Maynard, 1996) y salvia (Van Iersel, 1997). A mayor volumen de alvéolo mayor valor del peso seco radical y lo opuesto al disminuir el volumen del alvéolo. Este parámetro está relacionado con el comportamiento que presentaron las tres especies evaluadas frente a la variable peso fresco radical.

Cuadro 11. Peso seco radical (mg) de plantines de brócoli, coliflor y repollo evaluado al estado de 2 hojas verdaderas.

Table 11. Broccoli, cauliflower and cabage radical dry weight (mg) evaluated at two true leaf stage.

Tratamientos	*Peso seco radical (mg)*
Brócoli	
12 cc	28 def
16 cc	40 bcd
32 cc	67 a
43 cc	73 a
Coliflor	
12 cc	19 f
16 cc	24 ef
32 cc	43 bc
43 cc	41 bc
Repollo	
12 cc	28 ef
16 cc	32 cde
32 cc	49 b
43 cc	46 b

Los valores dentro de la misma columna seguidos por la misma letra no presentan diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0,05$).

Evaluaciones 20 días post transplante

Área foliar

Los resultados se expondrán en forma conjunta para las tres especies estudiadas debido a la no ocurrencia de interacción entre éstas. Según lo presentado en el Cuadro 12, se evidencian diferencias estadísticas significativas en los tratamientos analizados, observándose un aumento de área foliar en los mayores volúmenes de alvéolo y contrariamente, decrece el valor de este parámetro al disminuir el volumen del alvéolo. Estos resultados coinciden con los

Cuadro 12. **Área foliar (cm^2) de plantines de brócoli, coliflor y repollo evaluada 20 días post transplante.**

Table 12. **Broccoli, cauliflower and cabage leaf area (cm^2) evaluated 20 days after transplant.**

Tratamientos	*Área foliar (cm^2)*
12 cc	156,01 c
16 cc	166,77 bc
32 cc	235,36 ab
43 cc	306,51 a

Los valores dentro de la misma columna seguidos por la misma letra no presentan diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0,05$).

reportados por Marsh y Paul (1988), (Weston y Zandstra (1986) y Van Iersel (1997), obteniéndose mayores valores de área foliar al aumentar el volumen de alvéolo.

Clorofila

Las especies se comportan igual frente a los diferentes tratamientos en la variable clorofila total, motivo por el cual los resultados se presentan conjuntamente para las tres especies estudiadas. Según los resultados presentados en el Cuadro 13, no se observan diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados en el presente ensayo. Estos resultados coinciden con los reportados por Dubik et al., (1990), en un ensayo sobre la restricción radical en plantines del arbusto ornamental Euonymus, en el que se evaluaron dos volúmenes de alvéolo y no se observaron diferencias significativas entre éstos al cabo de 20 días post transplante en el contenido de clorofila total de las plantas. Similares resultados fueron reportados por Romano et al., (2003), quienes al analizar esta variable tampoco evidenciaron diferencias significativas entre tratamientos.

Cuadro 13. **Clorofila total (mg cm^{-2} de hoja) de plantines de brócoli, coliflor y repollo evaluada 20 días post transplante.**

Table 13. **Broccoli, cauliflower and cabage total chlorophyll (mg leaf cm^{-2}) evaluated 20 days after transplant.**

Tratamientos	*Clorofila (mg cm^{-2} de hoja)*
12 cc	0,03
16 cc	0,03
32 cc	0,04
43 cc	0,04

No se presentaron diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0,05$).

Número de hojas

Nuevamente no se evidencia interacción entre las especies estudiadas, por lo tanto los resultados se presentan conjuntamente para las tres especies analizadas. Como se observa en el Cuadro 14, no se hubo diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos estudiados, sin embargo, se aprecia una tendencia al alza en el número de hojas con mayores volúmenes de alvéolo. En este sentido, estos resultados coinciden con los resultados obtenidos por Liu y Latimer (1995), en sandía, en donde se determinó que el número de hojas aumenta en forma lineal a medida que aumenta el volumen del alvéolo. Igualmente Dufaults y Waters (1985), plantean que el número de hojas de una planta de 4 semanas de brócoli generalmente se incrementa con el aumento de volumen del alvéolo y es menor con alvéolos de menor volumen, obteniendo 5,9 y 5,8 hojas por planta en alvéolos de 18,6 cc y 30,5 cc respectivamente.

Cuadro 14. **Número de hojas de plantines de brócoli, coliflor y repollo evaluadas 20 días post transplante.**

Table 14. **Broccoli, cauliflower and cabage leaves number evaluated 20 days after transplant.**

Tratamientos	*Número de hojas*
12 cc	6,75
16 cc	6,86
32 cc	7,44
43 cc	8,05

No presentaron diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0,05$).

Pérdida de plantines post trasplante

En esta variable no se presentaron diferencias estadísticas significativas a nivel de tratamiento (Cuadro 15). Los resultados se presentan en forma conjunta debido a la no interacción entre las especies, es decir se comportaron de igual manera frente a los tratamientos evaluados. Estos resultados son similares a los expuestos por NeSmith y Duval (1998), los que señalan que al producir plantines en volúmenes adecuados de alvéolos, no sometiendo al plantín a restricciones radicales, provocaría un buen comportamiento postransplante no produciéndose pérdidas significativas de establecimiento de plantas.

Cuadro 15. **Pérdida de plantines de brócoli, coliflor y repollo evaluadas 20 días post transplante.**

Table 15. **Broccoli, cauliflower and cabage plants loss evaluated 20 days after transplant.**

Tratamientos	*Pérdida de plantines (%)*
12 cc	11,76
16 cc	10,00
32 cc	10,00
43 cc	10,00

No se presentaron diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0,05$).

CONCLUSIONES

Sobre la base de los resultados obtenidos en el presente ensayo, y dadas las condiciones en las cuales este fue realizado, es posible concluir lo siguiente a) las tres especies evaluadas presentan el mismo comportamiento frente a las variables días grado a emergencia, días grado a cotiledones expandidos, altura, área foliar, peso fresco aéreo, peso seco aéreo, número de hojas, clorofila total y perdida de plantines; b) el crecimiento, desarrollo y precocidad hasta el estado de 2a hoja verdadera expandida en brócoli, coliflor y repollo es influenciado por el volumen de alvéolo utilizado en la producción de plantines; c) si el objetivo es transplantar con cotiledones expandidos, los volúmenes de alvéolo adecuados para lograr una mayor precocidad son 12 cc y 16 cc; d) si el objetivo es transplantar con dos hojas verdaderas expandidas, los volúmenes de alvéolo adecuados para lograr una mayor precocidad son 32 cc y 43cc; e) el volumen del alvéolo utilizado en la obtención de los plantines no influye en el establecimiento de los plantines de brassicas en campo.

LITERATURA CITADA.

AGRISTAR Ltda. 2007. Descripción técnica sustrato profesional Sunshine # 6. Disponible en: http://www.agristar.com.br/descrag/substr-sunshinemix6.htm. (Consulta: 18/07/2007)

ALONI, B., DAIE, L. and , L. KARNI. 1991. Water relations, photosynthesis and assimilate partitioning in leaves of pepper (Capsicum annum) transplants: Effect of waterstress after transplanting. Journal of Horticultural Science 66: 75-80.

ALVARADO, P. y R. ROJAS. 1996. Producción comercial de plantines libres de estrés. Agroeconómico 34: 6-11.

ARNOLD, C. 1959. The determination and significance of the base temperature in a linear heat unit system. Proc. Am. Soc Hort. Sci. 74: 430-445.

BAYER CROPSCIENCE CHILE. 2007. Hoja de datos de seguridad producto Complesal® 12-4-6. Disponible en: http://70.85.145.98/~afipacl/afipa/bayer/msds/Complesal (12-4-6).pdf. (Consulta: 20/10/2007)

CANTLIFFE, D. 1993. Pre-and postharvest practices for improved vegetable transplant quality. HortTechnology 3: 415-417.

CIREN, CORFO. 1995. Requerimientos de clima y suelo. Manual de chacras y hortalizas. 196 pp.

CSIZINSZKY, A. and J. SCHUSTER. 1993. Impact of insecticide schedule, N and K rates, and transplant container size on cabbage yield. HortScience 28(4): 299-302.

DUBIK, S., KRIZEK, D., STIMART, D. and M. MCINTOSH. 1992. Growth Analysis of spreading Euonymus subjected to root restriction. Journal of Plant Nutrition 15(4): 469-486.

DUBIK, S., KRIZEK, D. and D. STIMART. 1990. Influence of root zone restriction on mineral element concentration, water potential, chlorophyll concentration, and partitioning of assimilate in spreading Euonymus (E. Kiautschovica Loes. Sieboldiana). Journal of Plant Nutrition 13(6): 677-699.

DUFAULT, R. and L. WATERS. 1985. Container size influences Broccoli and Cauliflower transplant growth but not yield. HortScience 20(4): 682-684.

GIACONI, V. y M. ESCAFF. 2001. Cultivo de Hortalizas. Editorial Universitaria 15a ed. 337 p.

HALL, M. 1989. Cell size of seedling containers influences early vine growth and yield of transplanted Watermelon. HortScience 24(5): 771-773.

KEMBLE, J., DAVIS, J., GARDNER, R. and D. SANDERS. 1994. Roots cell volume affects growth of compact-growth-habit tomato transplants. HortScience 29: 261-262.

KRARUP, C. y I. MOREIRA. 1998. [En línea. Hortalizas de estación fría. Biología y diversidad cultural. P. Universidad Católica de Chile, VRA, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Santiago, Chile. Disponible en: http: //www.puc.cl/sw_educ/hort0498. (Consulta: 20/10/2007)

LATIMER, J. 1991. Container size and shape influence growth and landscape performance of Marigold seedlings. HortScience 26(2): 124-126.

LICHTENTHALER, H. and A. WELLBURN. 1983. Determination of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extract in different solvents. Biochem. Soc. Trans. 603: 591-592.

LIPTAY, A. and D. EDWARDS. 1994. Tomato seedling growth in response to variation in root container shape. HortScience 29(6): 633-635.

LITTLE, T and F. HILLS. 1976 Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. México. Editorial Trillas. 270 p.

LIU, A. and J. LATIMER. 1995. Root cell volume in the planter flat affects Watermelon seedling development and fruit yield. HortScience 30(2): 242-246.

MAYNARD, E., VAVRINA, C. and W. SCOTT. 1996. Containerized Muskmelon Transplants: Cell Volume Effects on Pretransplant Development and Subsequent Yield. HortScience 31(1): 58-61.

MARSH, D. and K. PAUL. 1988. Influence of container type and cell size on cabbage transplant. Development and field performance. HortScience 23(2): 310-311.

NESMITH, S. 1993. Influence of root restriction on two cultivars of Summer Squash (Cucurbita pepo L.). Journal of Plant Nutrition 13(3): 421-431.

NESMITH, S., BRIDGES, C. and C. BARBOUR.1992.Bell Pepper responses to root restriction. Journal of Plant Nutrition 15(12): 2763-2776.

NESMITH, S and J. DUVAL. 1998. The effect of container size. HortTechnology 8(4): 495-498.

PROTEKTA. 2007. Bandejas plásticas termoformadas. Disponible en: http://www.protekta.cl/central.htm (Consulta: 18/07/2007)

ROMANO, D., PARATORE, A. and A. LI ROSI. 2003. Plant density and container cell volume on solanaceous seedling growth. Acta Horticulturae 614: 247-253.

VAN IERSEL, M.1997. Root restriction effects on growth and development of Salvia (Salvia officinalis L.). HortScience 32(7): 1186-1190.

WESTON, L. 1988. Effect of flat cell size, Transplant age, and production site on growth and yield of pepper transplants. HortScience 23(4): 709-711.

WESTON, L. and B. ZANDSTRA. 1986. Effect of root container size and location of production on growth and yield of tomato transplants. Journal of the American Society for Horticultural Society 111: 498-501.

NOTAS TÉCNICAS

MEDIDAS FITOSANITARIAS EN EL COMERCIO INTERNACIONAL DE SEMILLAS Y SU RELACIÓN CON LA PATOLOGÍA DE SEMILLAS

RINA ACUÑA P.
Servicio Agrícola y Ganadero, SAG. Santiago. Chile. E- mail: rina.acuna@sag.gob.cl

INTRODUCCIÓN

El comercio mundial de semillas presenta un gran crecimiento asociado a la demanda de nuevos productos vegetales, lo que implica la oportunidad de introducción y dispersión de los fitopatógenos transmitidos por las semillas hacia nuevas áreas. Las semillas son las responsables de la reemergencia de enfermedades del pasado, de su dispersión a través de las fronteras o la introducción de enfermedades en áreas nuevas.

La mayoría de las Organizaciones Nacionales de Protección Fitosanitaria (ONPF) de los países han establecido sus medidas fitosanitarias para la importación de semillas, a fin de prevenir la introducción de plagas cuarentenarias que afectan a la producción agrícola y forestal, con situaciones de reducción de las regulaciones o simplificación de las mismas en el tiempo.

Sin embargo, algunas medidas no tienen el adecuado respaldo científico ni económico, según las directrices internacionales sobre medidas fitosanitarias, y no pueden ser explicadas con fundamentos científicos, debido a la falta de información disponible y actualizada derivada de la Patología de Semillas y por la escasa información sobre el impacto económico potencial de las enfermedades causadas por los patógenos reglamentados. Estas medidas significan mayores restricciones y costos por pruebas, tratamientos o requisitos de inspección.

Las medidas generalmente están en gran parte justificadas según la correlación de los resultados de las pruebas o experimentos en Patología de Semillas y la transmisión de las enfermedades. La Patología de Semillas es una subdisciplina de la Fitopatología relacionada con el estudio de las enfermedades causadas por patógenos transportados por semillas, incluyendo los mecanismos de infección y transmisión, el rol de la infección de la semilla en el desarrollo de la enfermedad, técnicas para la detección de patógenos, normas de certificación de la sanidad, deterioro por hongos de almacenaje, micotoxinas y micotoxicosis, y control del inóculo en la semilla.

Directrices internacionales sobre medidas fitosanitarias.

El proceso de globalización en el comercio internacional determina un mayor nivel de integración de las economías y una tendencia creciente a la armonización de las normativas que regulan el comercio de productos vegetales como las semillas. Los países contratantes de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF), deben disponer de una Organización Nacional de Protección Fitosanitaria (ONPF) responsable del intercambio de vegetales y productos vegetales y de la protección de la introducción de plagas cuarentenarias a un país.

Las ONPF deben reconocer los objetivos de la CIPF con relación a la necesidad de aplicar medidas fitosanitarias transparentes y técnicamente justificadas y la adopción de los principios y normas aprobadas internacionalmente para regular la protección de la sanidad vegetal.

En forma paralela, los países deben dar cumplimiento a los requerimientos de la Organización Mundial del Comercio (OMC) establecidos en el Acuerdo sobre la Aplicación de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias (Acuerdo MSF), suscrito en 1994 por más de 120 países. En virtud de este Acuerdo se generó un marco de acción del comercio mundial que procura la protección fitosanitaria, evitando el uso de medidas proteccionistas sin justificación científica, manteniendo el derecho soberano de cada país para proporcionarse un nivel adecuado de protección, que también se debe reflejar en los tratados y acuerdos bilaterales o multilaterales suscritos por los países.

Las regulaciones que establecen medidas fitosanitarias en el intercambio de plantas, productos vegetales y artículos reglamentados procedentes de distintos orígenes deben expresar el nivel adecuado de protección de cada país en relación a plagas cuarentenarias en dichos productos y deben ser el resultado de un Análisis de Riesgo de Plagas (ARP), entre otras directrices establecidas por el Acuerdo MSF de la OMC.

Cabe señalar que la definición de Plaga, de acuerdo al Glosario de Términos Fitosanitarios convenido internacionalmente y asociado con la aplicación de la CIPF, corresponde a "Cualquier especie, raza o biotipo vegetal o animal o agente patógeno dañino para las plantas y productos vegetales", entendiéndose por Plantas a "Plantas vivas y partes de ellas, incluidas las semillas y el germoplasma".

Medidas fitosanitarias para semillas.

Para establecer la reglamentación fitosanitaria, se deben elaborar los Análisis de Riesgo de Plagas (ARP), como herramienta en uso a nivel internacional para identificar las plagas y vías de interés cuarentenario, evaluar su riesgo con relación a las probabilidades de introducción y dispersión, las consecuencias económicas potenciales de las plagas identificadas y determinar las medidas para el manejo del riesgo.

Las principales medidas fitosanitarias que se establecen dentro del manejo del riesgo de plagas en semillas son las siguientes:

- Permiso de importación /Resolución/ Norma
- Certificado Fitosanitario de la CIPF
- Tratamiento de desinfección de las semi llas (fungicidas, bactericidas)
- Inspección de campo (Inspección del se millero- análisis de laboratorio)
- Inspección de lotes (Muestra de semillas análisis de laboratorio)
- Pruebas de verificación al ingreso o en pos- entrada
- Cuarentena de pos-entrada

En los ARP para semillas de importación se considera la información científica de respaldo sobre reportes de plagas y resultados de la Patología de Semillas existente en literatura específica sobre sanidad vegetal, bases de datos internacionales sobre plagas de los vegetales, contacto con expertos y consulta en Internet.

Dentro de los criterios básicos para la categorización de las plagas correspondientes a fitopatógenos en semillas de importación, se pueden señalar los siguientes:

- Presencia en el país de origen.
- Asociación con el cultivo.
- Asociación con la semilla (potencial de sobrevivencia, cantidad de inóculo, etc.).
- Transmisión a través de la semilla del cultivo.
- Otros factores epidemiológicos: vecto res, clima, otros hospedantes, resistencia varietal.
- Impacto económico de la enfermedad en el cultivo.

Con respecto al respaldo científico de las medidas fitosanitarias para semillas de cultivos agrícolas, a nivel internacional se identifican problemas relacionados con

reportes de la simple detección de un patógeno en una semilla que se utilizan para catalogarlo con potencial de transmisión.
Existen ejemplos en la literatura que muestran buenas correlaciones entre los resultados de las pruebas de sanidad de las semillas y la transmisión de la enfermedad. Sin embargo, a menudo la información ha sido obtenida en un ambiente determinado, con un lote de semillas y limitado número de semillas testadas. Incluso los niveles de tolerancia para algunos patógenos en semillas están definidos según resultados experimentales y no están basados en información epidemiológica publicada.
De acuerdo a lo señalado, los patógenos transportados por semillas deberían ser sólo aquellos que pueden producir una infección en el cultivo, distinguiéndose de aquellos que pueden asociarse a la semilla pero no producen una infección en el cultivo, y de otros patógenos no transmitidos por las semillas.
La simple presencia de un patógeno en la semilla, aún siendo patogénico, no asegura directamente la transmisión a las plántulas, por lo que la tasa de transmisión del patógeno debe ser estudiada y cuantificada, con el fin de verificar su transmisibilidad, concepto relacionado con el transporte de una plaga por la semilla, la cual causa una infección dando origen a una planta enferma, y es cuantificada a través de la detección de síntomas en las plantas, cuyo único origen de la infección fue la semilla.
Con respecto al impacto económico de la enfermedad, constituye una importante limitación la escasez de datos sobre la cuantificación de la enfermedad, daños y pérdidas ocasionadas por los patógenos transportados por las semillas.
Por lo tanto, se requiere mayor investigación y actualización de la información originada por la Patología de Semillas y evaluación de la presencia e impacto económico de las enfermedades causadas por patógenos transmitidos por semillas, para armonizar y actualizar la reglamentación fitosanitaria en el comercio internacional de semillas de acuerdo a las directrices internacionales,
La investigación requerida en Patología de Semillas, se relaciona con la revisión y desarrollo de pruebas estandarizadas, sensibles, selectivas y confiables de sanidad en semillas, (principalmente con respecto a bacterias y virus) para la detección e identificación de los fitopatógenos asociados a las semillas y estudios sobre la epidemiología de las enfermedades transmitidas por semillas (correlación entre las pruebas de laboratorio y el desarrollo de la enfermedad, estudio y cuantificación de la tasa de transmisión del patógeno o transmisibilidad, porcentaje de infección y cantidad de inóculo).
La armonización señalada contribuye a fortalecer la transparencia de las medidas fitosanitarias con los correspondientes respaldos científico y económico de una evaluación del riesgo de las plagas asociadas a las semillas, situación que conlleva el consiguiente beneficio para el sector productor de semillas, con relación a la prevención de la introducción de plagas cuarentenarias que afectan la producción y a la facilitación para el comercio nacional e internacional de semillas.

LITERATURA CITADA

FAO, 1997. Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF). Nuevo texto revisado. FAO, Roma. 17 p.

FAO, 1999. Glosario de términos Fitosanitarios. NIMF N° 5, FAO, Roma. 22 p.

FAO, 2004. Análisis de riesgo de plagas para plagas cuarentenarias, incluido el análisis de riesgos ambientales y organismos vivos modificados, NIMF N° 11, FAO, Roma. 26 p.

OMC, 1994. Acuerdo sobre la aplicación de medidas sanitarias y fitosanitarias. Ginebra. 19 p.

SENSIBILIDAD DE LA PULPA DE LA CHIRIMOYA AL PARDEAMIENTO

Browning susceptibility of cherimoya pulp

HORST BERGER S. y LJUBICA GALLETTI G.
Centro de Estudios Postcosecha (CEPOC). Fac. Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile
E-mail: hberger@uchile.cl

La chirimoya, es un fruto de delicado aroma y sabor. Por su característica de ser climactérico y tener una maduración muy acelerada se debe cosechar cuando aún no tiene madurez de consumo. Se madura fuera del árbol y cuando llega a su madurez óptima debe consumirse pronto a fin de evitar sobremadurez.

Es así que el precortado de chirimoya es una alternativa excelente para frenar su dinámica de maduración una vez alcanzada la madurez señalada.

La chirimoya se puede pardear al ser trozada por lo que es necesario tenerlo presente al realizar un mínimo proceso, la chirimoya no presenta un pardeamiento uniforme y se pardea más la parte periférica de la pulpa. (Berger y Galletti, 2007).

Se estudio la dinámica del pardeamiento en el tiempo, para ello se seleccionaron tres sectores los que se denominaron Nivel 1, Nivel 2 y Nivel 3, que corresponden, respectivamente, a los tejidos superficiales o periféricos, a los intermedios (Figura 1) y a los internos cercanos al eje central de la fruta (Figura 2) y se midió la evolución de los parámetros L*, a* y b* con un colorímetro Minolta R-300, a intervalos, durante 25 horas.

En las Figuras 3, 4 y 5 se presentan graficados los resultados de las mediciones cuantitativas del cambio de color de tres sectores de la pulpa de fruta expuesta a las condiciones ambientales.

En la medición inicial, los 3 parámetros, L*, a* y b*, identifican dos coloraciones de la pulpa, una en los tejidos superficiales o Nivel 1, y la otra en los Niveles 2 y 3. Los valores registrados por los 3 parámetros demuestran que los tejidos periféricos son

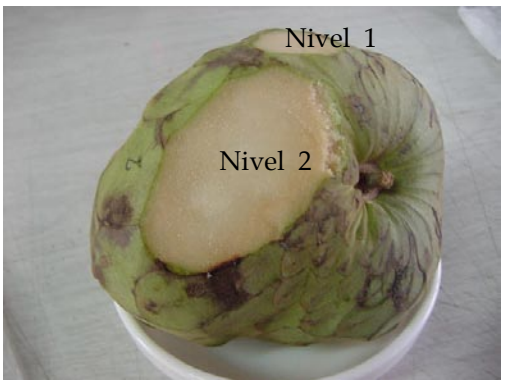


Figura 1. **Sectores donde se midieron cambios de color**

Figure 1. **Section where color changes were measured**

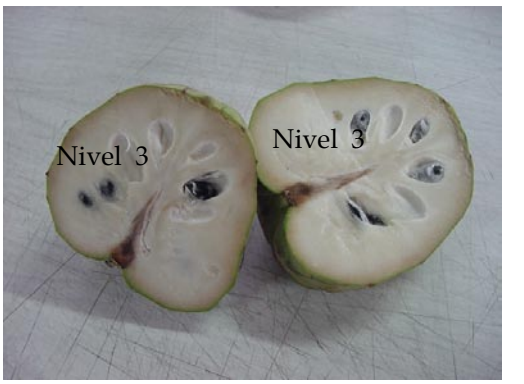


Figura 2. **Sector interno donde se midieron cambios de color**

Figure 2. **Internal section where color change was measured**

naturalmente más oscuros que los restantes.

Durante las tres horas siguientes, las curvas descritas por L* muestran un descenso muy marcado en el Nivel 1, mientras que la Nivel 3 se mantiene estable. Por su parte, en el Nivel 2 se produce una declinación leve pero continua de L*, lo que permite que estos tejidos intermedios se vayan diferenciando gradualmente de los internos. Las curvas correspondientes al parámetro a*, en los tres tejidos siguen el mismo comportamiento que las de L*, pero en sentido inverso (Figura 4).

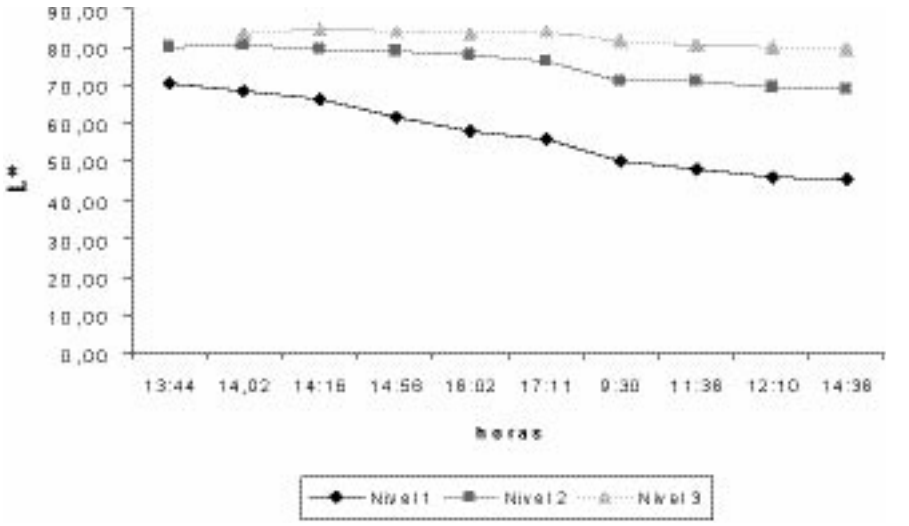


Figura 3. **Evolución del parámetro de color L* en tres sectores de la pulpa de la chirimoya.**

Figure 3. **Evolution of L* at three sections of cherimoya pulp**

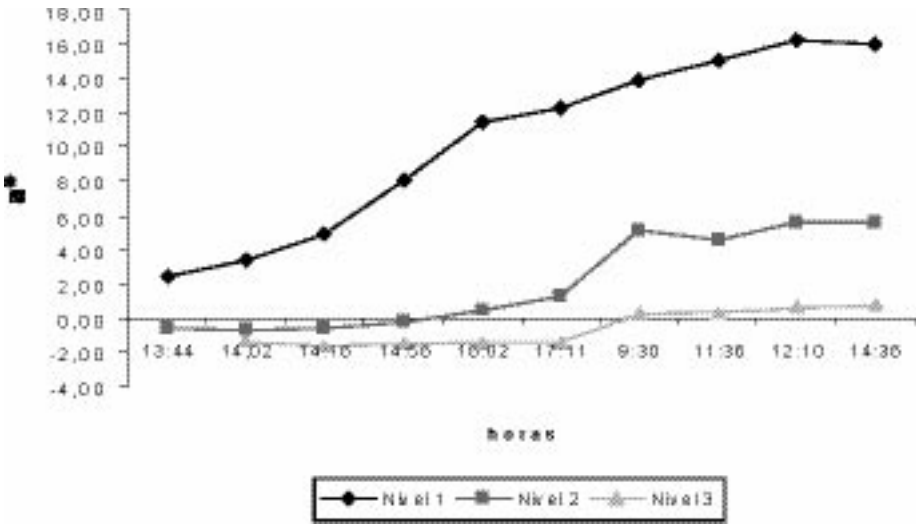


Figura 4. **Evolución del parámetro de color a* en tres sectores de la pulpa de chirimoya.**

Figure 4. **Evolution of a* at three sections of cherimoya pulp**

Por su parte, las curvas descritas por el parámetro b* (Figura 5) confirman la diferenciación progresiva entre los Niveles 2 y 3 observada en los otros dos parámetros, sin embargo b* se diferencia de L* y de a* en los tejidos del nivel 1, donde su evolución es escasa y poco definida.

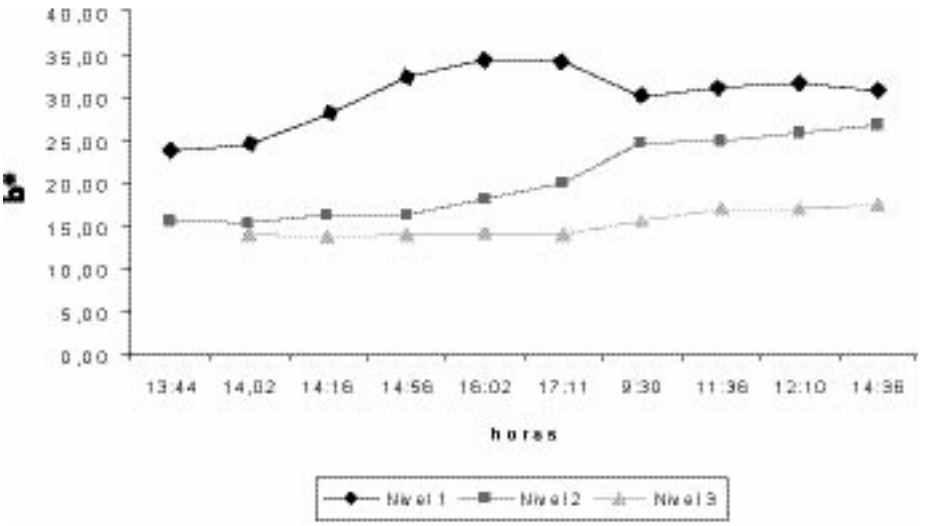


Figura 5. **Evolución del parámetro de color b* en tres sectores de la pulpa de chirimoya.**

Figure 5. **Evolution of b* at three sections of cherimoya pulp**

Entre las tres y las veinte horas de exposición de la fruta al medio ambiente se produjo una leve degradación del color en los tejidos correspondientes al Nivel 3, que hasta entonces habían permanecido inalterados. Entre las 20 y 25 horas, los cambios de color tienden a minimizarse.

La literatura señala que los parámetros L* y a* son buenos indicadores del desarrollo del pardeamiento (Gil *et al.*, 2005) lo que se confirma según los resultados expuestos en este ensayo.

De estos resultados se desprende que los tejidos subepidermales de la chirimoya son por naturaleza altamente sensibles a los procesos oxidativos que derivan en pardeamiento, desde el primer momento en que quedan expuestos al oxígeno atmosférico. Esta sensibilidad disminuye en los tejidos intermedios y se reduce aún más en los internos, no obstante estar expuestos a iguales condiciones atmosféricas y similares de estrés postcorte que los del Nivel 1. La explicación de este comportamiento se puede fundamentar en los análisis de tejido subepidermal e interno efectuado por Berger, 2006 (no publicado), donde la actividad de la polifenoloxidasa es practicamente nula en el tejido interno y alta en el tejido subepidermal.

LITERATURA CITADA

BERGER, H y L. GALLETTI, 2007. Evaluación sensorial de chirimoyas y pepino dulce frescos cortados. Factores que influyen en la palatabilidad. 147-154. In: Procesado Mínimo de Frutas. Eds. Ma Gloria Lobo y Mónica González. Instituto Canario de Investigaciones Agrarias. España.

GIL, M. I., TUDELA, J. A. y J. C. ESPÍN. 2005. Pardeamiento 155-176. En: Nuevas Tecnologías de Conservación de Productos Vegetales Frescos Cortados. Eds. González-Aguilar, Gardea, A y Cuamea-Navarro F. CIAD, Méx